



PROSIDING

SEMIRATA 2014

Bidang MIPA BKS-PTN-Barat

"Integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan,
energi, kesehatan, reklamasi, dan lingkungan"

IPB International Convention Center dan Kampus IPB Baranangsiang, 9-11 Mei 2014

BUKU 6

**MATEMATIKA, FISIKA, KIMIA, BIOLOGI,
STATISTIKA, KOMPUTER, STEM,
GEOFISIKA DAN METEOROLOGI**

Diterbitkan oleh: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor



ISBN 978-602-70491-0-9



2014

Semirata

 Bidang MIPA

ISBN : 978-602-70491-0-9

PROSIDING

Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014

"Integrasi Sains MIPA untuk Mengatasi Masalah Pangan, Energi, Kesehatan, Lingkungan, dan Reklamasi"

Diterbitkan Oleh :



**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor**

Copyright© 2014

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor

Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014, 9-11 Mei 2014

Diterbitkan oleh : FMIPA-IPB, Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Telp/Fax: 0251-8625481/8625708

<http://fmipa.ipb.ac.id>

Terbit Oktober, 2014

ix + 631 halaman

ISBN: 978-602-70491-0-9

Editor dan Reviewer

PROSIDING

Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014

Direktor Editor

- Drs. Ali Kusnanto, MSi.
- Dr. Heru Sukoco
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Auzi Asfarian, M.Kom
- Wulandari, S.Komp
- Dean Apriana Ramadhan, S.Komp

Editor Utama

- Dr. Rika Raffiudin
- Dr. Ence Darmo Jaya Supena
- Dr. Utut Widyastuti
- Prof. Dr. Purwantiningsih
- Dr. Tony Ibnu Sumaryada
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. drh. Sulistyani, MSc.
- Dr. Indahwati
- Dr. Sobri Effendi
- Drs. Ali Kusnanto, MSi.

Bidang Kimia

- Prof.Dr. Purwantiningsih, MS
- Sri Sugiarti, P.hD
- Dr. M Rafi
- Dr. Novriyandi Hanif
- Dr. Irmanida Batubara
- Dr. Deden Saprudin, M.Si
- Prof.Dr.Dra. Dyah Iswantini, M.Agr
- Budi Arifin, S.Si, M.Si
- Dr. Eti Rohaeti, MS
- Prof.Dr.Ir. Tun Tedja Irawadi, MS
- Dr. Sri Mulijani, MS
- Prof. Ir. Suminar S. Achmadi, MSc, PhD
- Dr. Henny Purwaningsih, SSi, MSi

Bidang Biokimia

- Dr. Sulistyani
- Dr. Suryani, M.Sc
- Dr. Syamsul Falah, S.Hut, M.S

Bidang Biologi

- Dr. Rika Raffiudin
- Prof.Dr.Ir. Alex Hartana
- Dr.Ir. Tatik Chikmawati, M.Si
- Prof.Dr. Aris Tri Wahyudi, M.Si
- Prof.Dr.Dra. Anja Meryandini, MS
- Dr.Ir. Nampiah

- Dr.Ir. Achmad Farajallah, M.Si
- Dr.Ir. RR Dyah Perwitasari, M.Sc
- Dr. Sulistijorini, M.Si
- Dr.Ir. Rita Megia
- Prof.Dr. Okky Setiawati
- Dr. Utut Widyastuti
- Dr. Ence Darmo Jaya Supena

Bidang Statistika

- Dr.Ir. Indahwati, M.Si
- Dr.Ir. I Made Sumertajaya, M.Si
- Dr. Farit M Afendi

Bidang Ilmu Komputer

- Dr. Imas Sukaesih Sitanggung, S.Si, M.Kom
- Dr. Irman Hermadi, S.Kom, MS
- Dr.Eng Heru Sukoco, S.Si, MT

Bidang Geofisika dan Meteorologi

- Dr. Sobri Effendi
- Dr. Perdinan
- Dr.Ir. Rini Hidayati, MS
- Prof. Dr. Hidayat Pawitan
- Idung Risdiyanto, S.Si, M.Sc.IT

Fisika

- Dr. Tony Ibnu Sumaryada, M.Si
- Dr.Ir. Irzaman, M.Si
- Drs. Mohammad Nur Indro, M.Sc
- Dr. Jajang Juansyah, M.Si
- Dr. Husin Alatas, M.Si
- Dr.Ir. Irmansyah, M.Si

Matematika

- Drs. Ali Kusnanto, M Si.
- Dr. Berlian Setiawaty, MS
- Dr.Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA
- Dr. Paian Sianturi
- Prof.Dr.Ir. I Wayan Mangku, M.Sc
- Dr. Toni Bakhtiar, M.Sc
- Dr. Jaharuddin, MS
- Dr.Ir. Hadi Sumarno, MS

KATA PENGANTAR

Kegiatan Seminar dan Rapat Tahunan Bidang MIPA tahun 2014 (Semirata-2014 Bidang MIPA) Badan Kerja Sama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (BKS-PTN Barat) yang diamanahkan kepada FMIPA-IPB sebagai penyelenggara telah dilaksanakan dengan sukses pada tanggal 9-11 Mei 2014 di IPB International Convention Center dan Kampus IPB Baranagsiang, Bogor. Salah satu program utama adalah Seminar Nasional Sains dan Pendidikan MIPA dengan tema: *"Integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan, energi, kesehatan, dan lingkungan"*.

Dalam sesi pleno seminar telah disampaikan pemaparan materi oleh satu pembicara utama dan empat pembicara undangan yang berasal dari beragam institusi dan profesi. Dari sesi pleno ini, diharapkan peserta dapat menambah wawasan dan pemahaman tentang pengembangan dan pemanfaatan IPTEK, khususnya Bidang MIPA, sehingga sains dan pendidikan MIPA terus berkembang dan dapat berkontribusi nyata untuk kemajuan dan kemakmuran bangsa Indonesia.

Kegiatan yang tidak kalah pentingnya dalam seminar ini adalah sesi paralel karena telah memberi kesempatan kepada peserta untuk melakukan presentasi dan komunikasi ilmiah secara langsung dengan sesama kolega yang mempunyai minat yang sama dalam mengembangkan Sains dan atau Pendidikan MIPA. Dalam kegiatan sesi paralel ini dipresentasikan secara oral 592 judul makalah hasil penelitian yang disampaikan dalam 37 ruang seminar secara paralel, dan juga dipresentasikan 120 poster ilmiah. Dalam kegiatan komunikasi ilmiah secara langsung ini juga telah dimanfaatkan untuk menjalin jejaring agar lebih bersinergi dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA ke depannya. Supaya komunikasi ilmiah yang baik ini dapat juga tersampaikan ke komunitas ilmiah lain yang tidak dapat hadir pada kegiatan seminar, panitia memfasilitasi untuk menerbitkan makalah dalam bentuk **Prosiding**. Panitia juga tetap memberi kesempatan kepada peserta yang akan menerbitkan makalahnya di jurnal ilmiah, sehingga tidak seluruh materi yang disampaikan pada seminar diterbitkan dalam prosiding ini.

Dalam proses penerbitan prosiding ini, panitia telah banyak dibantu oleh Tim Reviewer dan Tim Editor yang dikoordinir oleh Ali Kusnanto yang telah dengan sangat intensif mencurahkan waktu, tenaga dan pikiran. Untuk itu, panitia menyampaikan terima kasih dan penghargaan. Panitia juga menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada seluruh penulis makalah yang telah merespon dengan baik hasil review artikelnya. Namun, panitia juga menyampaikan permohonan ma'af karena dengan sangat banyaknya makalah yang akan diterbitkan dalam prosiding ini, waktu yang dibutuhkan dalam proses penerbitan prosiding ini mencapai lebih dari empat bulan, dan penerbitan prosiding tidak dilakukan dalam satu buku tetapi dalam tujuh buku prosiding. Semoga penerbitan prosiding ini selain bermanfaat bagi para pemakalah dan penulis, juga dapat bermanfaat dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA.

Bogor, September 2014
Semirata-2014 Bidang MIPA BKS-PTN Barat

Dr. Ir. Sri Nurdiati, MSc.
Dekan FMIPA-IPB

Ence Darmo Jaya Supena
Ketua Panitia Pelaksana

Daftar Isi

Editor dan Reviewer	vii
KARAKTERISASI POLIFASIK ISOLAT BAKTERI PUPUK ORGANIK HAYATI “Beyonic-LIPI”	
Agustinus Joko Nugroho dan Achirul Nditasari.....	2
PERBANDINGAN STRUKTUR ANATOMI DAN KUALITAS KAYU BEBERAPA JENIS BUAH-BUAHAN DI SUMATERA BARAT	
Tesri Maideliza, Yulia Sandri, dan Syamsuardi	11
TAHAP PERKEMBANGAN EMBRIO IKAN BILIH (MYSTACOLEUCUS PADANGENSIS BLEEKER)	
Warnety munir.....	19
KAJIAN KEBUTUHAN NUTRIEN TERHADAP PERFORMA OPOSUM LAYANG (PETAURUS BREVICEPS WATERHOUSE 1839) DI PENANGKARAN	
Wartika Rosa Farida	26
TOTAL POPULASI DAN BIOMASSA MIKROBA SEBAGAI TINJAUAN MIKROBIOLOGIS FUNGSI DAN KUALITAS TANAH DI LAHAN GAMBUT DESA RIMBO PANJANG RIAU	
Bernadeta Leni Fibriarti, Rodesia M.Roza , Atria Martina, Delita Zul, Mei Ernawati	34
PENGARUH SELF-EFFICACY DAN MODEL PEMBELAJARAN TERHADAP HASIL BELAJAR KOGNITIF SISWA SMA DALAM BIDANG BIOLOGI	
Dian Lestari A. Situmorang dan Herbert Sipahutar	42
PENGARUH IMUNOMODULATOR EKSTRAK ETANOL DAUN BANGUNBANGUN (Plectranthus amboinicus Lour) TERHADAP PROFIL HEMATOLOGI, RATIO DAN HISTOLOGI LIMPA TIKUS PUTIH	
Melva Silitonga ¹⁾ , Syafruddin Ilyas ²⁾ , Salomo Hutahaeen ²⁾ , Herbert Sipahutar ³⁾	51
HUBUNGAN ANTARA LATERALITAS DENGAN MOTIVASI BELAJAR MAHASISWA PADA MATA KULIAH PERKEMBANGAN TUMBUHAN DI JURUSAN BIOLOGI FMIPA UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA	
Ratna Dewi Wulaningsih ¹	59
PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN BERDASARKAN MASALAH DALAM PENGAJARAN DAN PEMBELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH ATAS (PBM-BSM)	
Wan Syafii.....	67
UPAYA MEMPERBAIKI PROSES PEMBELAJARAN MELALUI ASESMEN AUTENTIK PADA MATA KULIAH TEKNIK DAN MANAJEMEN LABORATORIUM UNTUK MENINGKATKAN AKTIVITAS DAN HASIL BELAJAR MAHASISWA	
Arnentis dan Yuslim Fauziah Nur Chalida Sari.....	74
PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA BIOLOGI BERBASIS PROBLEM SOLVING BERDASARKAN GAMBAR UNTUK MATERI POKOK JAMUR DI SMA *	
Anizam Zein, Erni Novriyanti, Shinta Pspita	83
PERSEPSI MAHASISWA TERHADAP PENGELOLAAN LABORATORIUM PADA MATA KULIAH BIOLOGI DASAR UNTUK PENGEMBANGAN LABORATORIUM PENDIDIKAN BIOLOGI FKIP UNIVERSITAS RIAU	
Darmawati.....	92
KUALITAS ISI LKS BIOLOGI YANG DIGUNAKAN DI SMP DAN SMA DI WILAYAH CIREBON	
Edy Chandra, Ahmad Sofyan, Anisah, Ayu Irmawati, Bunga Pertiwi, Khairul Aziz, Shofiatunnisa, Neneng Sariah.....	101
PENGARUH PEMBERIAN TUGAS MEMBUAT SLIDE POWER POINT UNTUK DIPRESENTASIKAN DALAM DISKUSI KELOMPOK TERHADAP HASIL BELAJAR MAHASISWA PADA MATA KULIAH STRUKTUR HEWAN DI JURUSAN BIOLOGI FMIPA UNIVERSITAS NEGERI PADANG	
Helendra	109
EVALUASI ADMINISTRASI ALAT DAN BAHAN PRAKTIKUM DI LABORATORIUM	

PENDIDIKAN BIOLOGI FKIP UNIVERSITAS RIAU

Yuslim Fauziah, Arnentis, dan Nurhidayati	118
PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS SAINS BUDAYA LOKAL CIPO TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA PADA KONSEP PENGELOLAAN LINGKUNGAN DI KELAS VII MTS ASSUNNAH CIREBON	
Kartimi, Elis Sulastri, Asep Mulyani	126
PENGEMBANGAN MULTIMEDIA INTERAKTIF KARBOHIDRAT BAGI MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI PMIPA FKIP UNIVERSITAS JAMBI	
Mia Aina, Damris M.....	134
PERTUMBUHAN POPULASI DAN SEBARAN UKURAN CANGKANG KERANG AIR TAWAR (CORBICULA SUMATRANA) DI DANAU SINGKARAK SOLOK SUMATERA BARAT	
Armein Lusi, Z., Dahelmi, Indra Junaidi, Z dan Siti Salmah	142
KEANEKARAGAMAN SPESIES Thrips sp (Thysanoptera:Thripidae) DAN PERSEBARANNYA DI PERTANAMAN CABAI (Capsicum annum L.) DI DATARAN RENDAH DAN DATARAN TINGGI PROVINSI JAMBI	
Asni Johari, Siti Herlinda, Chandra Irsan, Yulia Pujiastuti dan Dewi Sartiam ¹	146
PERTUMBUHAN GENOTIP PADI SAWAH LOKAL PADA BEBERAPA DAERAH DI SUMATERA BARAT	
Azwir Anhar, Syaidah Fitri	153
AKTIVITAS ANTIOKSIDAN RIMPANG PACING (Costus speciosus) ASAL KECAMATAN SELAT KAPUAS KALIMANTAN TENGAH	
Evi Mintowati Kuntorini.....	161
KEANEKARAGAMAN DAN POLA DISTRIBUSI TUMBUHAN PAKU DI TAMAN HUTAN RAKYAT SULTAN ADAM, BANJARBARU, KALIMANTAN SELATAN	
Gunawan, Siti Zulaikha, Nurul Huda	167
POLA SEBAR DAN KUANTITAS PATI PADA UMBI-UMBIAN YANG BERASAL DARI DATARAN TINGGI DAN DATARAN RENDAH DI SUMATERA BARAT	
Gustina Indriati, Lince Meriko, Nursyahra.....	174
PERANAN INOKULASI PSEUDOMONAD FLUORESEN DAN BLOOD DISEASE BACTERIA (BDB) PADA PLANLET PISANG TERHADAP PRODUKSI ENZIM PEROKSIDASE	
Linda Advinda, Azwir Anhar.....	182
INDUKSI TUNAS DAN PEMBENTUKAN AKAR DARI EKSPLAN KOTILEDON JERUK SIAM (CITRUS NOBILIS LOUR.) ASAL KAMPAR SECARA IN VITRO	
Mayta Novaliza Isda, S. Fatonah, W. Lestari, E.Y. Hutapea dan L. Purba	189
IDENTIFIKASI SARANG PERIPHTHALMODON SCHLOSSERI DI WILAYAH PASANG SURUT MUARA SUNGAI BARITO	
Muhamat.....	195
KELIMPAHAN DAN KERAGAMAN MEIOBENTOS DI ZONA INTERTIDAL KAWASAN MARINE STATION UNIVERSITAS RIAU, OTA DUMAI PROPINSI RIAU	
Radith Mahatma, Khairijon, Sufiana Nasution, Andika Permala	202
KONSENTRASI LOGAM BERAT KADMIUM (Cd) PADA AIR, SUBSTRAT DAN DAGING KERANG DARAH (Anadara granosa) DI TELUK LADA PERAIRAN SELAT SUNDA	
Ratna Komala	208
PROSES FITOREMEDIASI LIMBAH MINYAK CAIR MENGGUNAKAN KOMBINASI <i>Salvinia molesta</i> D.S. Mitchell DAN BAKTERIA KONSORSIUM	
Sri Pertiwi Estuningsih ¹ Hary Widjajanti, Bambang Yudono, Rika Natalia	215
INDUKSI DAN REGENERASI TUNAS IN VITRO TANAMAN JERUK SIAM (Citrus nobilis Lour.) ASAL KAMPAR	
Wahyu Lestari, Siti Fatonah, Lamtiur Purba, Limja Simamora.....	223
DISTRIBUSI DAN KEANEKARAGAMAN JENIS BURUNG PADA TIPE HABITAT BERBEDA DI PROVINSI BENGKULU	
Jarulis, Rizwar, Novia Duya, Handika, Cipto Roso, Teddy Oktriadi, Desemberiensi, Wardani,	

Juliansyah.....	231
KOMPOSISI DAN STRUKTUR KOMUNITAS FITOPLANKTON DI PERAIRAN DANAU DIATAS KABUPATEN SOLOK SELATAN, SUMATERA BARAT	
Gusmaweti.....	244
STUDI ETNOBOTANI DAN PENGOLAHAN RUMBIA (METROXYLON SAGU ROTTB.) PADA ETNIS BANJAR, KALIMANTAN SELATAN	
Gunawan	252
STRUKTUR SEKRESI MINYAK ATSIRI PADA <i>H.suaveolens</i> L. Poit	
Moralita Chatri, Mansyurdin, Amri Bakhtiar, dan Perri Adnadi.....	257
KEANEKARAGAMAN GENETIK NANAS (<i>Ananas comosus</i> L. Merr) DI KABUPATEN KAMPAR PROVINSI RIAU BERDASARKAN KARAKTER MORFOLOGI	
Efa Riana, Ninik Nihayatul Wahibah, Nery Sofiyanti.....	262
EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL DAUN BUAS-BUAS (<i>Premna pubescens</i> Blume) TERHADAP LIMFOSIT PADA TIKUS PUTIH (<i>Rattus novergicus</i> L.)	
Martina Restuati, Syafruddin Ilyas, Salomo Hutahaeen, Herbert Sipahutar	268
DETEKSI MUTASI EKSON 2 GEN β-GLOBIN DAN DAERAH PENGAPITNYA PADA PEMBAWA SIFAT β-THALASSEMIA DENGAN METODE POLYMERASE CHAIN REACTION-SINGLE STRAND CONFORMATION POLYMORPHISM (PCR-SSCP)	
Priyambodo, Niken Satuti Nur Handayani	276
STRUKTUR HISTOLOGI PANKREAS MENCIT DIABETES YANG DIINDUKSI ALOKSAN DAN PEMBERIAN EKSTRAK DAUN SAMBILOTO (<i>ANDROGRAPHIS PANICULATA</i> [BURM. f.] WALL. ex NEES) DENGAN PELARUT AIR: PEMULIHAN (PERBAIKAN) PULAU LANGERHANS PANKREAS	
Rr.Sri Astuti, Syamsul Bahri, Choirul Muslim	283
KEANEKARAGAMAN JENIS AMFIBI (ORDO ANURA) PADA TIPE HABITAT BERBEDA DI KAWASAN TAMAN HUTAN RAYA RAJOLELO, BENGKULU	
Novia, Burnandes Ervino, Aceng Ruyani.....	288
AKTIVITAS ANTIFUNGAL MIKROBA ASAL TANAH GAMBUT DESA RIMBO PANJANG KAB. KAMPAR TERHADAP <i>Fusarium oxysporum</i> DAN <i>Rhizoctonia solani</i>	
Atria Martina, Rodesia Mustika Roza, Bernadeta Leni Fibriarti, Delita Zul, Dian Widyastuti, Putri Purnamasari Mansyar.....	294
ANALISIS POLEN SUMBER NEKTAR DARI MADU HUTAN BUKIT SUNUR BENGKULU TENGAH	
Sri Astuti, Eva Nurhani, Rochmah Supriati	301
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN TANAMAN AIR <i>Typha angustifolia</i> DALAM SISTEM LAHAN BASAH BUATAN	
Zulfarina dan Suwondo	306
BIODIVERSITAS SEMUT DI KEBUN KOPI ORGANIK DAN ANORGANIK DI PEKON NGARIP KABUPATEN TANGGAMUS DAN PEKON GUNUNG TERANG KABUPATEN LAMPUNG BARAT	
Dwi Oktarina, Nismah Nukmal , I Gede Swibawa.....	315
UJI IN VIVO EKSTRAK SAMBILOTO (<i>Andrographis paniculata</i> Nees.) TERHADAP KUALITAS SPERMATOZOA EPIDIDIMIS Mencit (<i>Mus musculus</i> L. Swiss Webster)	
Ramadhan Sumarmin	322
AKTIVITAS ANTIBAKTERI MIKROBA INDIGENUS ASAL LAHAN GAMBUT DI DESA RIMBO PANJANG KABUPATEN KAMPAR PROVINSI RIAU TERHADAP <i>Ralstonia solanacearum</i> DAN <i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>Oryzae</i>	
Rodesia Mustika Roza, Atria Martina, Delita Zul, Bernadetta L. Fibriarti, Dwiana Inggriani, Nasroh Wizra	329
POLIMORFISME GEN RESEPTOR VITAMIN D PADA PASIEN DIABETES MELLITUS TIPE 2 ETNIS MINANGKABAU	
Yuni Ahda, Hasni Putri	336
KEKAYAAN FLORA DI HUTAN KONSERVASI TIDAR KERINCI AGUNG (TKA), SUMATERA	

Nurainas, Riki Chandra, Wilson Novarino, Dewi Imelda, Husri Yedi	344
KEANEKARAGAMAN JENIS MIKROALGA DI LAHAN BEKAS TAMBANG EMAS DUSUN KOTO JAYO KECAMATAN PELEPAT ILIR KABUPATEN BUNGO	
Suryani Hasibuan dan Harlis	347
KADAR VITAMIN C PADA BUAH NAGA (<i>Hylocereus costaricensis</i>) SELAMA PENYIMPANAN	
Nursyahra, Iswendi, Meta Mafri	353
PENGARUH PERENDAMAN DAN LAMA PEMAPARAN MEDAN MAGNET 0,1 mT TERHADAP PERKECAMBAHAN DAN KECEPATAN PERTUMBUHAN KECAMBAH KACANG HIJAU (<i>Phaseolus radiatus</i>)	
Rita Zahara, Rochmah Agustina, Tundjung Tripeni Handayani	358
PERANAN PSEUDOMONAD FLUORESEN SEBAGAI AGENS HAYATI DALAM MENEKAN MASA INKUBASI PENYAKIT LAYU FUSARIUM TANAMAN CABAI	
Mades Fifendy	365
KEANEKARAGAMAN DAN PEMANFAATAN PAKU (PTERIDOPHYTA) DI TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO (TNGGP), CIANJUR	
Tri Saptari Haryani, Yudi Syafrudin, Sri Wiedarti	373
PERBANDINGAN KOMUNITAS ARACHNIDA PERMUKAAN TANAH PADA HUTAN HOMOGEN DAN HUTAN HETEROGEN DI KAWASAN TAMAN HUTAN RAYA (TAHURA) RAJA LELO BENGKULU	
Darmi, H. Atmawijaya, Syarifuddin	381
KEPADATAN POPULASI DAN DISTRIBUSI UKURAN REMIS <i>Corbicula sumatrana</i> Clessin (Mollusca: Corbiculidae) DI PERAIRAN TANJUNG MUTIARA DANAU SINGKARAK SUMATERA BARAT	
Izmiarti, Afrizal, Jabang, Misren Ahyuni, Dea Rahayu	389
SELEKSI MASSA UNTUK MENDAPATKAN TETUA PENGHASILKETURUNAN BENTUK BUNGA TIPE POMPOM KEMBANG KERTAS (<i>Zinnia elegans</i> Jacq.)	
Tumiur Gultom, Aziz - Purwantoro, Endang Sulistyaningsih, Nasrullah	397
JENIS SEMUT PERMUKAAN TANAH (FORMICIDAE) PADA DUA PERKEBUNAN PISANG DI SUMATERA BARAT	
Henny Herwina, Nasril Nasir, Mairawita, Erniwati	404
KOMPOSISI DAN STRUKTUR GULMA PADA FASE VEGETATIF DAN GENERATIF PADI SAWAH (<i>Oryza Sativa</i> L.) DI KENAGARIAN SINGKARAK - SOLOK	
Solfiyeni, Zuhri Syam dan Dera Satria Fitri	411
HIERARCHICAL CLUSTERING PADA DATA TIME SERIES HOTSPOT PROVINSI RIAU	
Ilham Alpha Dinov, Imas Sukaesih Sitanggung	419
KLASIFIKASI DATA SPASIAL UNTUK KEMUNCULAN HOTSPOT DI PROVINSI RIAU MENGGUNAKAN ALGORITME ID3	
Vikhy Fernando, Imas Sukaesih Sitanggung	428
PEMODELAN CURAH HUJAN WILAYAH KOTA KETAPANG PROVINSI KALIMANTAN BARAT MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA	
Yudha Arman	437
ANALISIS GANGGUAN LAPISAN F IONOSFER (h'F) UNTUK GEMPA NIAS 28 MARET 2005	
Dwi Pujiastut, Rika Desrina Saragih, Ednofri, Badrul Mustafa	443
FENOMENA KULMINASI MATAHARI TERHADAP POLA CURAH HUJAN DI KOTA PONTIANAK	
Andi Ihwan	454
VARIASI SIKLUS HARIAN CURAH HUJAN PADA SAAT MADDEN JULIAN OSCILLATION DI SUMATERA	
Rahmi Ariani, Akhmad Faqih, Rahmat Hidayat, Tania June	459
PENCAPAIAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA SMP MELALUI PEMBELAJARAN CREATIVE PROBLEM SOLVING	
Nahor Murani Hutapea	468

PERBANDINGAN ALGORITMA SEQUENTIAL AGGLOMERATIVE HIERARCHICAL NON-OVERLAPPING (SAHN) DAN ALGORITMA GREEDY DALAM PENENTUAN ZONA TRANSPORTASI PUBLIK	
Putra BJ Bangun, Sisca Octarina.....	477
PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK DAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KENTANG (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	
Upik Yelianti.....	485
SOLUBILISASI BADAN INKLUSI AMORFA-4,11-DIENA SINTASE REKOMBINAN DAN PEMURNIANNYA PADA KROMATOGRAFI KOLOM AFINITAS	
Laida Neti Mulyani, Elfahmi, Catur Riani.....	491
DESKRIPSI MINAT CALON MAHASISWA UNTUK MELANJUTKAN PENDIDIKAN PADA IAIN STS JAMBI MENGGUNAKAN REGRESI LOGISTIK BINER	
Try Susanti, Rini Warti.....	501
MEMBRAN POLIELEKTROLIT BERBASIS KOMPLES PASANGAN ASAM-BASA POLISTIREN TERSULFONASI DAN BENZOTRIAZOL	
Irfan Gustian, Ghufira, Winda Kencana Fajar.....	510
DISTRIBUSI LOGAM BERAT DI PERAIRAN KOTA BENGKULU	
M. Lutfi Firdaus.....	519
PATI BIJI CEMPEDAK (<i>Artocarpus champeden</i>) TERMODIFIKASI SEBAGAI BAHAN PENSUSPENSI PADA SUSPENSI	
Yusnaidar, Wilda Syahri, Muhaimin.....	526
PENGEMBANGAN PERANGKAT PENILAIAN BERBASIS KELAS PADA POKOK BAHASAN IKATAN KIMIA UNTUK PEMBELAJARAN KIMIA SEKOLAH MENENGAH ATAS	
Betty Holiwarni.....	535
PENENTUAN TRAYEK pH DARI EKSTRAK TANAMAN <i>Canna indica</i>, <i>Oryza sativa</i> Glutinosa, DAN <i>Curcuma longa</i> DAN INTEGRASINYA PADA POKOK BAHASAN ASAM BASA DI KELAS XI SMA/MA	
Elva Yasmi Amran, Johni Azmi, Susilawati, Muhammad Arief Hasibuan.....	541
PENGEMBANGAN BAHAN AJAR IKATAN KIMIA BERBASIS CREATIVE MIND MAP DI KELAS X SMA NEGERI 10 KOTA JAMBI.	
Drs. Fuldiaratman, M.Pd, Poppy Sundari.....	547
PENGEMBANGAN BAHAN AJAR KIMIA BERORIENTASI KONSTRUKVISME PADA KONSEP BIOMOLEKUL UNTUK SISWA SMA	
Miharty, Rasmiwetti, Rini, Johni Azmi.....	554
DESAIN DAN PENGEMBANGAN CD (<i>COMPACT DISC</i>) PEMBELAJARAN INTERAKTIF KESETIMBANGAN FASA UNTUK CALON GURU KIMIA DI FKIP UNIVERSITAS JAMBI	
Wilda Syahri, Yusnaidar, Muhaimin, Abu Bakar.....	562
PENGUNAAN TiO₂-NiFe₂O₄, TiO₂-CuFe₂O₄, dan TiO₂-MnFe₂O₄ untuk DEGRADASI RHODAMIN-B SECARA FOTOLISIS DAN OZONOLISIS	
Safni, Deliza, Rahmayeni.....	571
PENGUNAAN TiO₂/ZEOLIT SEBAGAI PENDEGRADASI KARBARIL SECARA OZONOLISIS	
Zilfa, Hamzar Suyani, Prima Nuansa.....	577
ANALISIS LOGAM TEMBAGA (CU) DAN SENG (ZN) DALAM SAYURAN DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM	
Amrin.....	585
MODIFIKASI RANTAI ALILIK EUSIDERIN A DALAM MENINGKATKAN AKTIVITAS ANTIMAKAN TERHADAP HAMA TANAMAN HORTIKULTURA	
Syamsurizal, Afrida.....	594
METIL 3,4,5- TRIHIDROKSIBENZOAT SUATU SENYAWA FENOLIK DARI KULIT BATANG SHOREA SINGKAWANG (MIQ).MIQ DAN UJI SITOTOKSIK PADA SEL MURIN LEUKEMIA P-388	
Yusnelti, Yunazar Manjang, Abdi Dharma, Jaswir Darwis.....	599

POTENSI KAPANG ENDOFITIK <i>Eupenicillium javanicum</i> SEBAGAI AGEN SITOTOKSIK DAN ANTIOKSIDAN	
Yoice Srikandace, Wina Saptiani, Zalinar Udin.....	604
INHIBISI KOROSI BAJA DARI LIMBAH KAYU INDUSTRI KERTAS DALAM LARUTAN NATRIUM KLORIDA	
Diah Riski Gusti, Faizar Farid, Intan Lestari	610
KOMPLEKS [Cu(II)-2-feniletilamin] SINTESIS DAN SIFAT MAGNETIK	
Fahimah Martak.....	615
PURIFIKASI VIVA-SPIN 100 kDa dan 300 kDa SERTA ANALISIS HEIGHT DAN PHASE IMAGE DARI BIODEGRADABLE DAN BIOCOMPATIBLE NANOPARTICLES	
Mardiyanto, Ulrich Schafer, dan Marc Schneider.....	625

BIOLOGI
INTEGRASI



2014
Semirata
Bidang MIPA

KARAKTERISASI POLIFASIK ISOLAT BAKTERI PUPUK ORGANIK HAYATI “Beyonic-LIPI”

POLIPHASIC CHARACTERIZATION OF BACTERIAL ISOLATES IN BIOFERTILIZER “Beyonic-LIPI”

Agustinus Joko Nugroho dan Achirul Nditasari

Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi – LIPI, Jl. Raya Jakarta – Bogor Km 46, Cibinong
Science Center, Cibinong 16911, Telp. 021 – 8765066, Fax. +62 – 21 – 8765062. email:
agusjokoid@gmail.com

ABSTRACT

Indonesian Institute of Sciences (LIPI), especially Deputy of Life Sciences have produced organic fertilizer which is called Beyonic-LIPI. However, bacteria isolated which were used in the biofertilizer have not yet been properly and validly characterized and thus still cause some ambiguities. This research is aimed to characterize 17 bacteria isolates which were used in the biofertilizer “Beyonic-LIPI” by polyphasic approach. Polyphasic characterization steps conducted in this research were: (a) genotypic characterization: identification of bacterial isolates based on 16S rRNA gene using 4 kinds of primers, which were: 20F, 920F, 920R, and 1540F; and (b) phenotypic characterization which included cell morphology, biochemical traits, growth nutrients (Carbon source) dan antagonistic test. Seventeen isolates used in Beyonic-LIPI biofertilizer had been sequenced on its 16S rRNA gene regions. The results showed that 13 isolates had homology above 95% and 4 isolated gave homology under 95%. Those isolates were included in 7 genus e.g. : Pseudomonas, Burkholderia, Ochrobacterium, Nitrobacter, Bacillus, Micrococcus, and Klebsiella.

Key words: beyonic-LIPI, characterization, genotype, phenotype, polyphasic

ABSTRAK

LIPI, khususnya Kedepuitan IPH LIPI telah menghasilkan produk pupuk organik hayati Beyonic-LIPI. Akan tetapi isolat-isolat bakteri yang digunakan dalam pupuk tersebut belum dikarakterisasi secara valid sehingga masih menimbulkan kerancuan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi 17 isolat bakteri yang di gunakan dalam pupuk organik hayati ‘Beyonic-LIPI’ secara polifasik.

Tahapan karakterisasi polifasik yang dilakukan dalam penelitian ini adalah: (a) karakterisasi genotipik: identifikasi isolat bakteri secara molekular berdasarkan 16S rRNA menggunakan 4 macam primer 20F, 920F, 920R dan 1540F; dan (b) karakterisasi fenotipik meliputi morfologi sel, sifat biokimia, nutrisi untuk pertumbuhan (sumber C) dan uji antagonisme.

Dari 17 isolat pupuk organik hayati Beyonic – LIPI yang telah di sekuensing pada 16S rRNA-nya, memberikan hasil 13 isolat memiliki homologi di atas 95% dan 4 isolat di bawah 95%. Ke-17 isolat tersebut masuk dalam 7 genus yaitu: Pseudomonas, Burkholderia, Ochrobactrum, Nitrobacteria, Bacillus, Micrococcus dan Klebsiella.

Kata kunci: beyonic-LIPI, fenotipik, genotipik, karakterisasi, polifasik

PENDAHULUAN

Kedepuitan Bidang Ilmu Pengetahuan Hayati LIPI telah mencanangkan untuk mengembangkan teknologi berbasis keanekaragaman mikroba koleksi LIPI yang diramu sebagai pupuk organik yang dapat dipergunakan untuk memperkaya pupuk organik dengan nama “Beyonic-LIPI” (singkatan dari Beyond bio-organic LIPI). Ciri khas “Beyonic-LIPI” adalah mikroba yang digunakan dalam setiap produk “Beyonic-LIPI” dijamin terpelihara

dengan baik dan sifat genetika dijaga stabilitasnya sehingga dapat dipertanggungjawabkan kualitasnya. Produk-produk “Beyonic-LIPI” yang telah diaplikasikan sampai saat ini telah mempunyai kinerja ganda yaitu untuk memperbaiki kondisi fisik dan kimia tanah (pembenah tanah biologis) serta berisi mikroba khusus yang dapat menjawab permasalahan di lahan pertanian tertentu (serangan hama penyakit, polutan, pH tanah, kekurangan zat faktor tumbuh, dan lain-lain).

LIPI, khususnya Kedepuitan IPH LIPI telah berkomitmen untuk menjaga mikroba dari produk “Beyonic-LIPI” dijamin terpelihara dengan baik dan sifat genetika dijaga stabilitasnya sehingga dapat dipertanggungjawabkan kualitasnya. Untuk itu diperlukan Koleksi Sumber Daya Mikroba (Microbial Resource Center) yang mampu mengkarakterisasi mikroba secara fenotipik dan molekular [1] dari pupuk “Beyonic-LIPI” dan memelihara supaya kemampuannya tidak berubah [2]. Koleksi Biakan Sumber Daya Mikroba adalah fasilitas yang penting untuk melestarikan, menyelamatkan, menggali potensi, memanfaatkan, dan bahkan mendistribusikan mikroba dan material genetiknya baik yang telah ataupun yang akan diperoleh dari berbagai bidang keilmuan. Koleksi ini juga merupakan dunia usaha penelitian yang dapat menghasilkan barang dan jasa dari aset yang dimilikinya [3,4]. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi 17 isolat bakteri yang digunakan dalam pupuk organik hayati ‘Beyonic-LIPI’ secara polifasik.

METODE PENELITIAN

2.1 Persiapan Isolat Bakteri:

Tujuh belas isolat bakteri yang di gunakan dalam pupuk organik hayati ‘Beyonic-LIPI’ ditumbuhkan dalam media Nutrient Agar miring dan berumur 48 jam.

2.2 Karakterisasi Genotipik (Identifikasi 16S rRNA):

2.2.1 Ekstraksi DNA menggunakan metode GES (modifikasi dari Pitcher et al. [5]).

2.2.2 Amplifikasi 16S rRNA dengan PCR (Polimerase Chain Reaction) [2,6].

Komposisi reagen kimia yang digunakan dalam proses PCR disajikan dalam Tabel 1. Primer yang di pergunakan dalam PCR: 20 F (5’ – AGTTTGATCCTGGCTC – 3’) dan 1540 R (5’ – AAGGAGGTGATCCAGCC – 3’). Campuran selanjutnya di PCR dengan menggunakan mesin PCR TaKaRa Ex Taq Hot Start Version (TAKARA BIO, no. R007A).

Tabel 1. Komposisi reagen kimia dalam proses PCR

Komposisi	Volume	Konsentrasi akhir
dH ₂ O <i>ultra pure</i>	16,5 µl	Volume akhir 50 µl
Go Taq Green Master Mix. 2X	25 µl	1X
Forward primer (10 µM)	1,25 µl	0,25 µM
Reverse primer (10 µM)	1,25 µl	0,25 µM
DMSO	1 µl	2%
Template dsDNA	5 µl	10 – 100 ng
Total Volume	50 µl	

2.2.3 Running produk PCR dengan 1% Agarose Gel

Ambil 5 µl suspensi produk PCR dan masukkan dalam sumur agarose gel (dalam larutan buffer TAE 1X). Ulangi langkah tersebut hingga sumur pada gel elektroforesis tersisa 1 sumur pada tepi agar. Isi lubang sumur terakhir pada tepi agar dengan 3 µl penanda DNA ladder. Hubungkan perangkat elektroforesis dengan sumber daya. Gunakan tegangan 100 Volt selama 25 menit. Setelah running DNA selesai angkat gel agarose, kemudian rendam gel dalam ethidium bromida yang dilarutkan dengan buffer TAE 1X selama 20 menit,

selanjutnya rendam dan bilas kembali agar pada larutan buffer TAE 1X. Simpan file dan cetak foto hasil elektroforesis DNA dalam printgraph.

2.2.4 Purifikasi PCR produk dengan metode presipitasi PEG [7].

Ke dalam 25 µl sampel produk PCR ditambahkan 15 µl larutan PEG (40% PEG 6000 dan 10 mM MgCl₂) dan 6 µl 3 M sodium asetat. Bolak-balik selama 10 menit dan sentrifugasi dengan kecepatan 16.100 g selama 25 menit. Supernatan dibuang dengan cara dipipet. Pellet DNA dicuci dengan 50 µl etanol 70% sebanyak 2 kali. Dan pellet dilarutkan dengan 20 µl dH₂O ultra pure. Sampel 16S rRNA murni disimpan pada – 20oC.

2.2.5 Siklus sekuensing

Komposisi reagen kimia yang digunakan dalam proses siklus sekuensing dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi reagen kimia dalam proses siklus sekuensing

Komposisi	Volume
BDT Rrmix	0,5 µl
5x Seq Buffer	1,75 µl
Seq primer	0,5 µl
DNA template	1 µl
Milli-Q water	6,25 µl
Total volume	10 µl

Primer yang di pergunakan dalam siklus sekuensing: 20 F (5' – AGTTTGATCCTGGCTC – 3'), 920 R (5' – CCGTCAATTCATTTGAGTTT – 3'), 920 F (5' – AAACCTCAAATGAATTGACGG – 3') dan 1540 R (5' – AAGGAGGTGATCCAGCC – 3'). Campuran selanjutnya di PCR dengan menggunakan mesin PCR TaKaRa Ex Taq Hot Start Version (TAKARA BIO, no. R007A).

2.2.6 Purifikasi produk siklus sekuensing

Ke dalam 10 µl sampel produk siklus sekuensing ditambahkan 1 µl 125 mM EDTA pH 8; 1 µl 3 M Na-asetat pH 5,2 dan 25 µl etanol absolut. Campur dengan baik dan diamkan 15 menit. Campuran lalu disentrifugasi dengan kecepatan 16.100 g selama 25 menit suhu 4oC. Supernatan dibuang secara hati-hati dengan cara dipipet. Pellet dicuci dengan 50 µl etanol 70% dan disentrifugasi 16.100 g selama 10 menit pada suhu kamar. Supernatan dibuang dengan cara dipipet, lalu dikering-anginkan selama 5 – 10 menit. Sampel disimpan dalam kondisi gelap dan suhu – 20oC.

2.2.7 Sekuensing dan olah data

Sampel ditambah 10 µl Hi-Di formamide, dan di panaskan pada mesin PCR selama 2 menit suhu 95oC. Lalu disimpan pada es selama 5 menit. Sampel disimpan dalam kondisi gelap dan suhu – 20oC. Data yang diperoleh dari mesin sequensing lalu diolah dengan program: Bioedit, Clustal X, NJ Plot dan MEGA [8].

2.3 Karakterisasi Fenotipik:

Dalam kegiatan penelitian ini ada 4 karakter kategori yang digunakan dalam klasifikasi yang bersifat fenotipik [9,10,11,12,13], yaitu: (a) karakter morfologi, (b) karakter biokimia, (c) karakter nutrisi (Sumber C) dan (d) karakter uji antagonisme.

HASIL DAN PEMBAHASAN

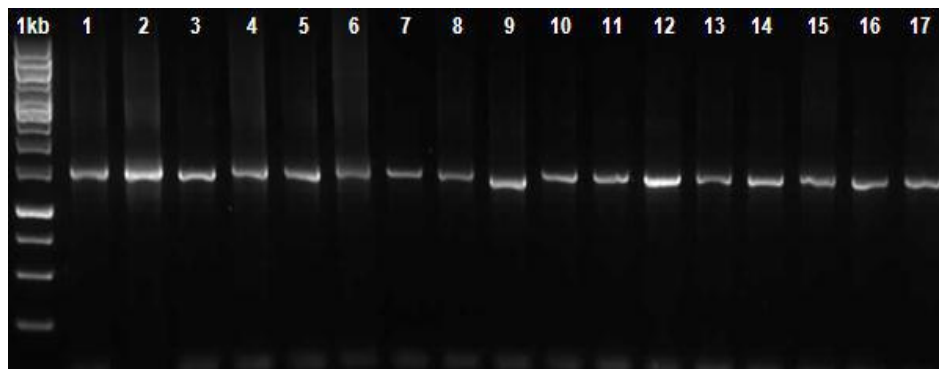
3.1 Karakterisasi Molekular dan Filogenetik

Karakterisasi isolat bakteri yang digunakan dalam pupuk organik hayati Beyonic-LIPI, dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan sistematik Polifasik. Sistematik mikroba adalah suatu kajian yang mempelajari keanekaragaman mikroba yang bertujuan untuk menempatkan mikroba secara logis dalam suatu sistem berdasarkan hubungan antar sesama mikroba baik hubungan similaritas maupun filogenetik [14]. Sistematik mikroba mengalami perkembangan sangat cepat seiring dengan perkembangan metode kimiawi, biokimiawi, dan metode biologi molekular serta pengolahan data menggunakan komputer [15].

Sesuai dengan konsep sistematik polifasik maka penggunaan metode molekular yang memiliki kemampuan deskriminatif yang tinggi sangat diperlukan untuk mendapatkan sejumlah besar data sehingga struktur genom dapat dikarakterisasi dengan tepat [16]. Pemilihan metode molekular untuk analisis genom sangat dipengaruhi oleh kemampuan resolusi metode tersebut dalam melakukan pembedaan.

Identifikasi molekular melalui pendekatan 16S rRNA [1]. Tahapan yang dilakukan berupa ekstraksi DNA, optimasi primer dan amplifikasi, amplifikasi menggunakan *Polymerase Chain Reaction* (PCR), visualisasi hasil PCR, purifikasi DNA hasil amplifikasi, *cycle sequencing*, sekuensing dan analisis data.

Dari tahapan amplifikasi DNA genom bakteri atau PCR (*Polymerase Chain Reaction*) menggunakan primer 20 F (5' – AGTTTGATCCTGGCTC – 3') dan 1540 R (5' – AAGGAGGTGATCCAGCC – 3'), diperoleh produk PCR yang apabila di elektroforesis pada *gel agarose* akan menghasilkan pita-pita DNA dengan ukuran berat molekul tertentu. Hasil amplifikasi dapat dilihat pada Gambar 1.

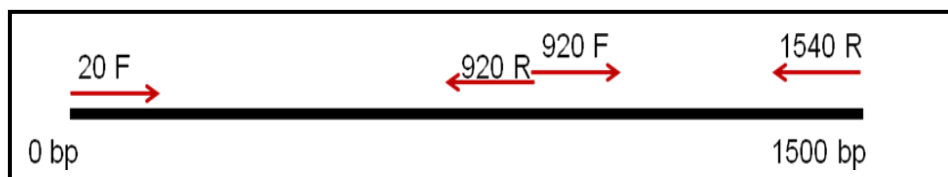


Keterangan:

- | | | | | |
|---------|---------|-----------|-----------|--------------|
| 1. PN 1 | 5. PN 5 | 9. PN 9 | 13. PN 13 | 17. PN 17 |
| 2. PN 2 | 6. PN 6 | 10. PN 10 | 14. PN 14 | Marker 1 kb. |
| 3. PN 3 | 7. PN 7 | 11. PN 11 | 15. PN 15 | |
| 4. PN 4 | 8. PN 8 | 12. PN 12 | 16. PN 16 | |

Gambar 1. Produk amplifikasi 16S rRNA 17 isolat Beyonic – LIPI

Pita DNA yang dihasilkan pada amplifikasi 16S rRNA ini memiliki ukuran berat molekul sebesar ± 1500 bp. Sehingga untuk membaca urutan sekuen DNA tersebut membutuhkan primer lebih dari satu. Dalam kegiatan penelitian ini telah dicoba membaca urutan sekuen DNA (full sekuen) menggunakan 4 macam primer (Gambar 2). Primer yang di pergunakan dalam penelitian ini adalah: (a) 20 F (5' – AGTTTGATCCTGGCTC – 3'), (b) 920 R (5' – GTCAATTCCTTTGAGTTT – 3'), (c) 920 F (5' – AAACCTCAAATGAATTGACGG – 3') dan (d) 1540 R (5' – AAGGAGGTGATCCAGCC – 3').



Gambar 2. Pola pembacaan urutan sekuen DNA 16S rRNA menggunakan 4 macam primer

Dari kegiatan penelitian ini, 17 isolat pupuk organik hayati Beyonic – LIPI yang telah di sekuensing pada 16S rRNA-nya (menggunakan 4 macam primer: 20F, 920F, 920R dan 1540R), memberikan hasil 16 isolat memiliki homologi di atas 95% dan 1 isolat di bawah 95%. Hasil sekuensing dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil sekuensing 17 isolat bakteri pupuk organik hayati Beyonic – LIPI berdasarkan 16S rRNA

No	Kode Isolat	Nama	Homologi
1	PN 1	<i>Ochrobactrum anthropi</i>	91%
2	PN 2	<i>Ochrobactrum anthropi</i>	89%
3	PN 3	<i>Brevundimonas diminuta</i>	99%
4	PN 4	<i>Burkholderia cepacia</i>	99%
5	PN 5	<i>Brucellaceae bacterium</i>	94%
6	PN 6	<i>Burkholderia cepacia</i>	99%
7	PN 7	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	97%
8	PN 8	<i>Bacillus cereus</i>	92%
9	PN 9	<i>Nitrobacteria iranicum</i>	98%
10	PN 10	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	98%
11	PN 11	<i>Micrococcus luteus</i>	97%
12	PN 12	<i>Chryseobacterium daejeonense</i>	96%
13	PN 13	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	97%
14	PN 14	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	98%
15	PN 15	<i>Paenibacillus lautus</i>	98%
16	PN 16	<i>Micrococcus luteus</i>	97%
17	PN 17	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	99%

Dari hasil sekuensing tersebut bakteri yang digunakan dalam pupuk organik hayati Beyonic – LIPI dapat dibagi menjadi 7 genus utama yaitu *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Ochrobactrum*, *Nitrobacteria*, *Bacillus*, *Micrococcus* dan *Klebsiella*.

3.2 Karakterisasi Fenotipik

Data fenotipik adalah informasi data yang diperoleh dari data pertumbuhan, fisiologi, biokimia, nutrisi, tes penghambatan, kemotaksonomi dan serologi. Upaya memperoleh data fenotipik untuk memperoleh data yang sifatnya *reproducible*, secara relatif menggunakan lebih banyak prosedur dan diperlukan standarisasi metode serta standarisasi kualitas bahan kimia yang digunakan di tiap laboratorium [13].

Dalam kegiatan penelitian ini ada 4 karakter kategori yang digunakan dalam klasifikasi yang bersifat fenotipik [11,13], yaitu: (a) karakter morfologi, (b) karakter nutrisi (Sumber C) (c) karakter biokimia dan (d) karakter uji antagonisme.

3.2.1 Karakter morfologi

Morfologi sel bakteri yang di amati meliputi: test KOH 3%, reaksi pengecatan gram, sifat gram dan bentuk sel bakteri. Hasil pengamatan terhadap morfologi sel bakteri pupuk organik hayati Beyonic-LIPI dapat di lihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengamatan morfologi sel 17 isolat bakteri pupuk organik hayati Beyonic – LIPI

No	Kode Isolat	Pengecatan Gram			Bentuk Sel
		KOH 3%	Warna	Gram	
1	PN 1	Lengket	Merah	-	Batang
2	PN 2	Lengket	Merah	-	Batang
3	PN 3	Lengket	Merah	-	Batang
4	PN 4	Lengket	Merah	-	Batang
5	PN 5	Lengket	Merah	-	Batang
6	PN 6	Lengket	Merah	-	Batang
7	PN 7	Lengket	Merah	-	Batang
8	PN 8	Tidak Lengket	Violet	+	Batang
9	PN 9	Lengket	Merah	-	Batang
10	PN 10	Lengket	Merah	-	Batang
11	PN 11	Tidak Lengket	Violet	+	Bulat
12	PN 12	Lengket	Merah	-	Bulat
13	PN 13	Lengket	Merah	-	Batang
14	PN 14	Lengket	Merah	-	Batang
15	PN 15	Tidak Lengket	Violet	+	Batang
16	PN 16	Tidak Lengket	Violet	+	Bulat
17	PN 17	Lengket	Merah	-	Batang

Dari pengamatan morfologi sel bakteri, diperoleh hasil 13 isolat bakteri masuk dalam golongan bakteri gram negatif dan 4 isolat bakteri gram positif. Bentuk sel sebagian besar bakteri adalah batang, baik batang panjang maupun pendek (cenderung bulat).

3.2.2 Karakter nutrisi (Sumber C)

Medium ialah suatu bahan yang terdiri atas campuran nutrisi yang di pakai untuk menumbuhkan mikroba. Selain untuk menumbuhkan mikroba, medium dapat digunakan pula untuk isolasi, memperbanyak, pengujian sifat-sifat fisiologi dan perhitungan jumlah mikroba [9]. Pengujian penggunaan sumber C terhadap 17 isolat bakteri pupuk organik hayati Beyonic-LIPI, dapat dilihat pada Tabel 5.

Daya fermentasi terhadap karbohidrat/sumber C (laktosa, maltosa, glukosa, sukrosa) – seperti halnya sifat-sifat biokimia yang lain – merupakan sifat karakteristik suatu spesies bakteri, dan sifat ini digunakan untuk membantu identifikasi dan determinasi bakteri.

Gula dapat difermentasikan menjadi bermacam-macam senyawa, seperti alkohol, asam dan gas; tergantung pada macamnya gula dan spesies bakteri. Terbentuknya asam dapat diketahui dengan berubahnya warna indikator dalam medium, sedang terbentuknya gas dapat dilihat dengan tabung fermentasi Durham atau tabung fermentasi yang lain. Peruraian karbohidrat dapat terjadi dalam keadaan aerob dan anaerob.

Tabel 5. Hasil pengujian penggunaan sumber karbon 17 isolat bakteri pupuk organik hayati Beyonic – LIPI

No	Kode Isolat	Sumber Karbon (C)							
		Laktosa		Maltosa		Glukosa		Sukrosa	
		F	CO ₂	F	CO ₂	F	CO ₂	F	CO ₂
1	PN 1	-	-	-	-	+	-	-	-
2	PN 2	-	-	-	-	+	-	-	-
3	PN 3	-	-	-	-	+	-	-	-
4	PN 4	-	-	+	-	+	-	+	-
5	PN 5	-	-	-	-	+	-	+	-
6	PN 6	-	-	+	-	+	-	-	-
7	PN 7	-	-	-	-	+	-	-	-
8	PN 8	-	-	+	-	+	-	+	-
9	PN 9	-	-	-	-	+	-	-	-
10	PN 10	-	-	-	-	+	-	-	-
11	PN 11	-	-	-	-	+	-	-	-
12	PN 12	-	-	-	-	+	-	-	-
13	PN 13	-	-	-	-	+	-	-	-

14	PN 14	-	-	-	-	+	-	-	-
15	PN 15	+	-	+	-	+	-	+	-
16	PN 16	-	-	-	-	+	-	-	-
17	PN 17	+	+	+	+	+	+	+	+

3.2.3 Karakter biokimia

Pengujian karakter biokimia ini bertujuan untuk mengetahui apakah isolat bakteri mempunyai aktivitas untuk memecah suatu senyawa tertentu. Aktivitas enzim yang diuji adalah: amilase, katalase dan fosfatase. Aktivitas enzim ini sangat berhubungan dalam dunia pertanian. Hasil pengujian biokimia dapat dilihat dalam Tabel 6.

Pati (amilum) dapat dihidrolisa menjadi gula oleh bakteri-bakteri tertentu yang menghasilkan enzim amilase. Peruraian karbohidrat dapat terjadi dalam keadaan aerob dan anaerob.

Beberapa bakteri dapat hidup tanpa oksigen dari udara, karena bakteri tersebut dapat mereduksi garam-garam nitrat atau senyawa lain. Nitrat direduksi menjadi nitrit atau amonia. Methylene blue dan indikator lain direduksi sehingga menjadi tidak berwarna. H_2O_2 direduksi menjadi H_2O dan O_2 oleh bakteri-bakteri yang mempunyai katalase. Enzim ini dimiliki oleh bakteri-bakteri yang bersifat aerob obligat.

Tabel 6. Hasil pengujian aktivitas enzim 17 isolat pupuk organik hayati Beyonic – LIPI

No	Kode Isolat	Amilase	Katalase	Fosfatase	Keterangan
1	PN 1	-	+	+	
2	PN 2	-	+	+	
3	PN 3	-	+	+	
4	PN 4	+	+	+	
5	PN 5	+	+	+	
6	PN 6	+	+	+	
7	PN 7	-	+	-	
8	PN 8	+	+	-	
9	PN 9	-	+	+	Oksidasi NO_2^-
10	PN 10	-	+	-	
11	PN 11	-	+	-	
12	PN 12	-	+	+	
13	PN 13	-	+	-	Nonfermentatif
14	PN 14	+	+	+	
15	PN 15	+	+	-	Fiksasi N
16	PN 16	-	+	-	
17	PN 17	-	+	+	Fiksasi N

3.2.4 Karakter uji antagonisme

Kegiatan suatu mikroba dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan atau unsur-unsur ekologi. Perubahan yang terjadi pada faktor-faktor tersebut dapat mengakibatkan perubahan sifat morfologi dan fisiologi mikroba. Faktor-faktor lingkungan meliputi faktor abiotik dan faktor biotik.

Faktor biotik ialah faktor-faktor yang disebabkan mikroba atau kegiatannya yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba lain. Faktor-faktor tersebut antara lain ialah adanya asosiasi atau kehidupan bersama di antara mikroba. Asosiasi dapat dalam bentuk simbiosis, sinergisme, antagonisme dan sintropisme.

Antagonisme adalah suatu bentuk asosiasi antara mikroba yang menyebabkan salah satu pihak dalam asosiasi tersebut terbunuh, terhambat pertumbuhannya atau mengalami gangguan-gangguan yang lain. Hasil pengujian antagonisme 17 isolat bakteri pupuk organik hayati Beyonic-LIPI, dapat dilihat pada Tabel 7.

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa semua isolat cenderung bersifat antagonisme satu sama yang lain. Hal ini mengakibatkan untuk produksi pupuk organik hayati tersebut

memerlukan teknik fermentasi yang khusus. Masing-masing isolat bakteri ini harus ditumbuhkan secara terpisah.

Sistematik polifasik merupakan sistematik yang saat ini banyak digunakan dalam upaya sistematik mikroba. Sistematik polifasik melibatkan banyak data fenotipik, genotipik dan filogenetik. Kongruensi ketiga data tersebut akan menetapkan suatu mikroba dalam urutan taksa tertentu dan dalam taksa tersebut secara filogenetik kedudukan bakteri dengan bakteri lain dapat digambarkan dengan jelas [13].

Tabel 7. Hasil pengujian antagonisme 17 isolat bakteri pupuk organik hayati Beyonic – LIPI

Kode Isolat	PN 1	PN 2	PN 3	PN4	PN 5	PN 6	PN 7	PN 8	PN 9	PN 10	PN 11	PN 12	PN 13	PN 14	PN 15	PN 16	PN 17
PN 1	X	+	+	-	++	+	+	+	-	+	-	-	+	++	+	++	++
PN 2	+	X	+	+	++	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-
PN 3	+	+	X	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+++	+++	+++	+
PN 4	++	++	++	X	++	-	-	++	++	++	+	-	-	+++	+++	+	+
PN 5	+	+	+	+	X	+	+	+	+	-	+	+	+	+	++	+	+
PN 6	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++	+
PN 7	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	++	+	++	+
PN 8	+	-	+	+	+++	+++	+++	X	+	+++	-	-	++	++	++	+	+
PN 9	-	-	+	+	+++	+++	+++	-	X	+++	-	-	++	+++	+++	+	++
PN 10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	++	++	++	++
PN 11	+	+	+	+	-	++	+	+	-	++	X	-	+	+	+	++	++
PN 12	++	++	+	+	+++	+++	+++	-	-	+++	++	X	+	+++	+++	+++	+++
PN 13	-	-	-	+	++	+	++	+	-	+	+	+	X	+++	+++	++	+
PN 14	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	X	+	+	+
PN 15	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	++
PN 16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++	+	++	X	+
PN 17	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+	++	++	+	X

KESIMPULAN

Dari 17 isolat pupuk organik hayati Beyonic – LIPI yang telah di sekuensing pada 16S rRNA-nya, memberikan hasil 13 isolat memiliki homologi di atas 95% dan 4 isolat di bawah 95%. Ke-17 isolat tersebut masuk dalam 7 genus yaitu: *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Ochrobactrum*, *Nitrobacteria*, *Bacillus*, *Micrococcus* dan *Klebsiella*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas pendanaan proyek TEMATIK – DIPA PN (Prioritas Nasional) KSK Quality Assurance, Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi LIPI tahun anggaran 2012.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Janda, J. M., and S. L. Abbott. 2007. 16S rRNA gene sequencing for bacterial identification in the diagnostic laboratory: Pluses, Perils, and Pitfalls. Minireview. *Journal of Clinical Microbiology*. 45 (9): 2761 – 2764.
- [2] Gerhardt, P., R.G.E Murray, W.A. Wood, and N.R. Krieg. *Methods for general and molecular bacteriology*. American Society for Microbiology. Washington, D.C.
- [3] Arora, D.K., R. Saikia, R. Dwivedi and D. Smith. 2005. Current status, strategy and future prospects of microbial resource collections. Review Articles. *Current science* 89 (3): 488 – 495.
- [4] Sivasithamparam, K., K.W. Dixon, and R.L. Barrett (eds). 2002. Ex situ conservation of microbial diversity. In: *Microorganisms in Plant Conservation and Biodiversity*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

- [5] Pitcher, D. G., Saunders, N. A. & Owen, R. J. 1989. Rapid extraction of bacterial genomic DNA with guanidium thiocyanate. *Lett Appl Microbiol* 8: 109–114.
- [6] Viljoen, G.J. , L.H. Nei, and J.R. Crowther. 2005. *Molecular diagnostic PCR handbook*. Springer. The Netherlands.
- [7] Hiraishi, A., Kamagata, Y., & Nakamura, N. 1995. Polymerase chain reaction amplification and restriction fragment length polymorphism analysis of 16S rRNA genes from methanogens. *Journals of Fermentation Bioengineering*. 79: 523 – 529.
- [8] Sato, H. 2007. *Workshop on molecular approaches for the identification of microorganisms*. NITE and Research Center for Biotechnology – LIPI. Cibinong: 11 – 13 July 2007.
- [9] Joetono, J. Soedarsono, S. Hartadi, S. Kabirun, S. Darnosuwito dan Soesanto. 1980. *Pedoman Praktikum Mikrobiologi Umum*. Departemen Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [10] Cappuccino, J.G., and N. Sherman. 1987. *Microbiology: A Laboratory Manual*. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc. USA.
- [11] Logan, N.A. 1994. *Bacterial systematics*. Blackwell Scientific Publications. London.
- [12] Atlas, R.M. 1995. *Handbook of Media for Environmental Microbiology*. University of Louisville. New York, USA.
- [13] Vandamme, P., B. Pot, M. Gillis, P. De Vos, K. Kersters and J. Swings. 1996. Polyphasic taxonomy, a consensus approach to bacterial systematic. *Microbiological Reviews* 60 (2): 407 – 438.
- [14] Atlas, R.M. 1997. *Principles of microbiology*. 2nd ed. Wm C. Brown Publisher. Dubuque, Iowa.
- [15] Amann, R.I, W. Ludwig and K.H. Schleifer. 1995. Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiological Reviews*, 59 (1): 143 – 169.
- [16] Miteva, V., S. Selenska-Pobell and V. Mitev. 1999. Random and repetitive primer amplified polymorphic DNA analysis of *Bacillus sphaericus*. *Journal Applied Microbiol*. 86 (6): 928 – 936.

PERBANDINGAN STRUKTUR ANATOMI DAN KUALITAS KAYU BEBERAPA JENIS BUAH-BUAHAN DI SUMATERA BARAT

COMPARATIVE ANATOMICALY STRUCTURE AND QUALITY OF SOME WEST SUMATRAN FRUITS TREE WOOD

Tesri Maideliza, Yulia Sandri, dan Syamsuardi

Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Andalas, Kampus Limau Manis Padang – 25163 Koresponden :
tatesri@yahoo.com

ABSTRACT

Investigations have been carried out on wooden structure of fruit trees from December 2012-February 2013 in the laboratory of Plant Structure and Development, Department of Biology, Faculty of Science, University of Andalas. The study aimed to compare the structure and quality of West Sumatran wood fruits with the type and quality of wood in Indonesia. The study was conducted with a description of heartwood structure through the observation of anatomical preparations by making a section of transverse, longitudinal and tangential as well as making maceration preparations. The results showed the type of *Artocarpus integra*, *Baccaurea motleyana*, *Mangifera caesia*, *Mangifera foetida*, and *Mangifera odorata* have solitary diffuse porous type. The wood species of *B. motleyana* having porous diameter smaller than the other four species. Species of *A. integra* and *B. motleyana* have apotracheal parenchyma type with uniseriate ray while *M. caesia*, *M. foetida* and *M. odorata* have paratracheal parenchyma type, with multiseriate ray. The ray type of *B. motleyana* and *M. foetida* is homoseluler. Species *A. integra* and *B. motleyana* were categorized as wood class II - III which are usually used for timber industry. Species *M. caesia*, *M. foetida* and *M. Odorata* were included as timber class III - IV with lower quality than wood industry.

Keyword: Anatomy, comparative, fruit, structure, wood

ABSTRAK

Telah dilakukan investigasi struktur kayu tanaman buah-buahan dari bulan Desember 2012-Februari 2013 di laboratorium Struktur dan Perkembangan Tumbuhan (SPT) Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Andalas (Unand). Penelitian bertujuan untuk membandingkan struktur dan kualitas kayu antar jenis buah-buahan yang ada di Sumatera Barat dan dengan jenis kayu berkualitas lainnya di Indonesia. Penelitian dilakukan dengan mendeskripsi struktur kayu batang melalui pengamatan anatomi dengan membuat preparat sayatan melintang, membujur dan tangensial serta membuat preparat maserasi. Hasil penelitian memperlihatkan jenis *Artocarpus integra*, *Baccaurea motleyana*, *Mangifera caesia*, *Mangifera foetida*, dan *Mangifera odorata* mempunyai tipe porus difus yang soliter. Jenis *B. motleyana* mempunyai diameter porus yang paling kecil dibanding empat jenis lainnya. Tipe parenkim *A.integra* dan *B. motleyana* adalah apotrakeal dengan jari-jari empulur uniseriate dan jenis *M. caesia*, *M. foetida*, dan *M. odorata* dengan tipe parenkim paratrakeal, jari-jari empulur tipe multiseriate. Jari-jari empulur jenis *B. motleyana* dan *M. foetida* adalah homoseluler. Jenis *A. integra* dan *B. motleyana* termasuk kayu kualitas II-III yang umumnya digunakan untuk kayu industri. Jenis kayu *M. caesia*, *M. foetida* dan *M. odorata* termasuk kayu kelas III-IV yang kualitasnya lebih rendah dibanding kayu industri.

Kata kunci: Anatomi, buah-buahan, kayu, perbandingan, struktur

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki hutan yang luas. Diperkirakan terdapat 4000 jenis kayu di Indonesia [1]. Berkaitan dengan hutan, masalah yang timbul adalah pembukaan hutan atau “*deforestasi*” yang lajunya semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini terjadi selaras dengan meningkatnya kebutuhan kayu akibat meningkatnya jumlah penduduk. Dari laporan Menteri Kehutanan 2005 diketahui telah terjadi laju pengurangan luas hutan alam yang pesat di beberapa pulau di Indonesia. Jenis-jenis kayu perdagangan yang sudah diketahui karakteristiknya serta sudah umum diperdagangkan dan digunakan dalam industri pengolahan kayu semakin sulit untuk didapatkan [2].

Sehubungan dengan semakin langkanya kayu maka perlu dipikirkan kayu-kayu yang tak biasa digunakan sebagai alternative sumber kayu baru. Untuk mengatasi kelangkaan kayu Menurut Sitepu [2], dapat digunakan kayu berbagai jenis buah-buahan sebagai alternatif guna mencukupi kekurangan pasokan atau ketersediaan kayu. Namun untuk itu diperlukan data dan informasi jenis serta karakteristik jenis-jenis kayu buah-buahan tersebut agar dapat diolah untuk kebutuhan yang sesuai [3,4].

Sebelumnya Reagan [3] telah melaporkan sifat dasar kayu mangga (*Mangifera indica* Lamk.) adalah memiliki pori difus dengan diameter 360 μm , parenkim aksial berbentuk aliform, bidang perforasi sederhana, jari-jari 1-3 set, dan serat ber dinding tipis sampai tebal. Kayu mangga termasuk kelas kuat III yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan yang tidak menerima beban yang berat seperti kaso, reng, dinding, lis dan plafon. Isrianto [5] juga telah melaporkan struktur anatomi dan sifat fisik kayu nangka (*Artocarpus heterophyllus*) yaitu dengan tipe pori difus, diameter 200-360 μm , parenkim berbentuk selubung sampai aliform, jari-jari berukuran sedang sampai cukup lebar (50-150 μm), dinding serat tipis sampai cukup tipis. Kayu ini digolongkan kedalam kelas kuat II yang dapat digunakan untuk pembuatan meubel, konstruksi bangunan pembubutan, tiang kapal, dayung, perkakas, dan alat musik.

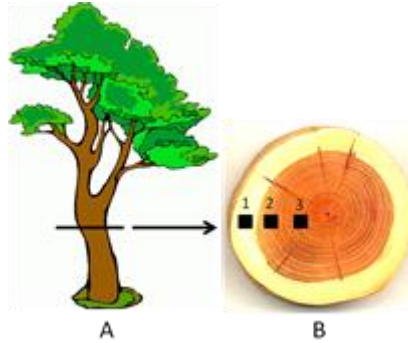
Jenis kayu durian juga telah diteliti oleh Lemmens et al [6] yang mempunyai karakter pori tipe difus, diameter 240-300 μm , parenkim difus, jari-jari empulur heteroseluler, dinding serat tipis sampai tebal. Penggolongan kayu durian ini termasuk kedalam kelas kuat II-III yang digunakan sebagai bangunan dibawah atap seperti rangka pintu dan jendela, perabot rumah tangga sederhana (termasuk lemari), lantai, dinding, dan bangunan kapal.

Meskipun sudah banyak dilakukan penelitian tentang potensi kayu buah-buahan, sampai saat ini masih banyak juga yang belum diketahui potensinya. Menurut Dahlan, [7] dan Orwa et al [8] lebih 25 jenis kayu buah-buahan perlu diketahui struktur anatominya agar dapat digunakan sebagai kayu alternative untuk berbagai keperluan. Di Sumatera Barat sendiri ditemukan lebih dari 30 jenis buah-buahan. Untuk itu untuk memperkaya pengetahuan tentang karakter kayu buah-buahan dilakukan pengamatan terhadap jenis kayu *Artocarpus integra*, *Baccaurea motleyana*, *Mangifera caesia*, *Mangifera foetida*, dan *Mangifera odorata* yang bertujuan untuk mengetahui karakter struktur anatominya dan menentukan kualitasnya berdasarkan struktur anatomi tersebut dengan membandingkannya dengan jenis kayu lain (*Diospyros ferrea*, *Tectona grandis*, *Anthocephalus macrophyllus* dan *Paraserianthes falcataria*) yang sudah diketahui struktur, kualitas dan penggunaannya.

METODE PENELITIAN

2.1. Penyediaan sampel

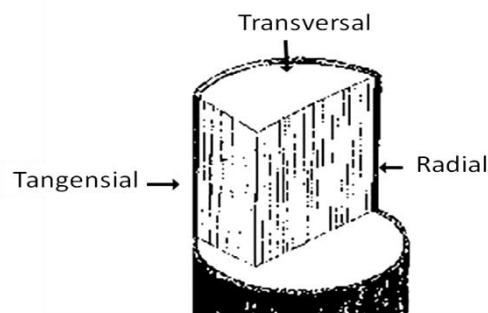
Kayu diambil pada batang bagian tengah pohon. Pada satu bidang potongan melintang diambil bagian tepi, tengah dan dalam (Gambar 1).



Gambar 1. Bagian pohon yang diamati. A. Lokasi pemotongan pohon. B. bagian yang diamati
1. Bagian tepi, 2. Bagian tengah dan 3. Bagian dalam

2.2. Penyediaan preparat pengamatan

Pengamatan struktur kayu dilakukan dengan metode deskriptif melalui pengamatan terhadap preparat yang dibuat. Pembuatan preparat kayu dilakukan dengan membuat sayatan (Gambar 2) bidang transversal, radial, dan tangensial [9], sedangkan maserasi dilakukan dengan metoda Jeffrey.



Gambar 2. Sayatan penampang yang dibuat yaitu sayatan transversal, radial dan tangensial

2.3 Panjang serat

Klasifikasi panjang serat dipakai berdasarkan Priasukmana (1972) *cit* [10] yaitu:

- serat pendek dengan panjang serat kurang dari 900 μ m
- serat sedang panjangnya antara 900-1600 μ m
- serat panjang dengan panjang lebih dari 1600 μ m.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, didapatkan struktur anatomi kayu pada penampang transversal, radial dan tangensial, serta dimensi serat sebagai berikut.

3. 1 Struktur Kayu Pada Sayatan Transversal

Pengamatan pada preparat sayatan transversal memperlihatkan adanya variasi parenkim dan pori pada kelima jenis kayu buah-buahan yang diteliti. Variasi tersebut antara lain adalah diameter pori, sebaran pori, susunan pori, sebaran parenkim, dan tipe hubungan parenkim dengan pori. Pengamatan dapat diuraikan sebagai berikut

3.2 Pori

Seluruh kayu yang diteliti memiliki tipe susunan dan sebaran pori yang sama yaitu dengan susunan tipe difus, tersebar secara soliter. Tipe pori ini tidak sebaik jenis kayu jati (*Tectona. grandis*) sebagai kayu industri yang telah banyak digunakan (kelas kuat II) yang memiliki tipe pori secara tata lingkaran (termasuk kualitas baik). Karakter seperti ini menimbulkan efek tampilan yang tidak seindah kayu jati [11,12].

Karakter dan diameter pori kayu jenis *B. motleyana* dan *M. foetida* tergolong kedalam kelas kecil dengan diameter 50-100 μm , sedangkan untuk jenis kayu *A. integra*, *M. caesia*, dan *M. odorata* memiliki kategori pori kelas agak kecil dengan diameter 100-200 μm . Permukaan kayu ini terkesan buram atau kurang mengkilap [13].

3.3 Parenkim trakea

Karakteristik parenkim trakea pada penampang transversal *A. integra* (Gambar 3A) dan *B. motleyana* dikategorikan apotrakeal dengan penyebaran tipe difus. Menurut Wheeler *et al.*[14] parenkim apotrakeal difus tidak berhubungan dengan pembuluh (pori) yang terdiri atas sel-sel yang cenderung berkelompok dalam bentuk garis-garis tangensial pendek yang membentang dari suatu jari-jari ke jari-jari selanjutnya. Parenkim trakea pada penampang transversal *M. caesia* memiliki tipe paratrakeal jarang. Tipe parenkim seperti ini disebut “*scanty paratrakeal*” yaitu beberapa sel parenkim yang bersatu dengan pembuluh atau tidak keseluruhan sel mengelilingi pembuluh [15].

Pada penampang transversal, *M. foetida* memperlihatkan tipe parenkim *vasicentric paratrakeal* yaitu parenkim membentuk susunan penuh dan mengelilingi satu atau lebih pori [14]. Sedangkan pada jenis kayu *M. odorata* parenkim trakenya tipe *confluent paratrakeal* yaitu parenkim yang membentuk zona tangensial ataupun diagonal secara berkesinambungan yang menghubungkan dua pori atau lebih [16].

Corak yang ditampilkan oleh *P. falcataria* (kelas kuat IV-V) disusun oleh sel-sel parenkim apotrakeal yang distribusinya seperti pita-pita tipis memanjang dan teratur ke arah tangensial. Sel-sel parenkim apotrakeal pada kayu sengon ini menghasilkan corak yang terlihat seperti ombak yang bertingkat. Distribusi pita-pita tipis yang teratur menampilkan corak yang teratur dan bertingkat [9].

3.4 Struktur Kayu Pada Sayatan Radial

Seluruh kayu yang diamati mempunyai struktur yang sama pada penampang radial. Pada penampang radial ini secara umum jari-jari empulur dibagi dua, yaitu tipe homoselular dan heteroselular dengan “*procumbent cell*” (sel baring) dan “*upright cell*” (sel tegak). *Procumbent cell* merupakan sel jari-jari dengan dimensi radial yang paling panjang, sedangkan *upright cell* merupakan sel jari-jari dengan dimensi aksial yang paling panjang, dimana kedua sel tersebut terlihat pada penampang radial [14].

3.5 Struktur Kayu Pada Sayatan Tangensial

Pada sayatan tangensial terdapat variasi jari-jari pada kelima jenis kayu buah-buahan yang diteliti. Variasi tersebut antara lain adalah bentuk, ukuran tinggi, dan lebar jari-jari empulur. Pada penampang tangensial, jari-jari kayu *A. integra* tersusun atas 3-5 lapis sel yang disebut jari-jari multiseriate [17]. Jari-jari pada kayu ini dikategorikan dalam jari-jari lebar (117,6 μm) dan tinggi sangat pendek (506,4 μm). Sedangkan pada jenis kayu *B. motleyana* juga memiliki jari-jari multiseriate yang tersusun atas 4-5 lapis sel dengan ukuran jari-jari agak lebar (76,8 μm) dan termasuk ke dalam kategori pendek (1029,76 μm).

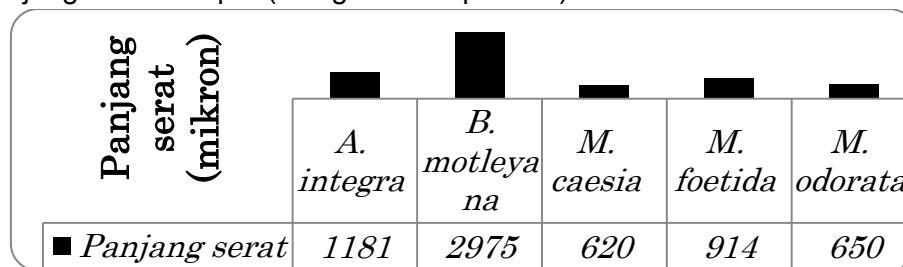
Penampang tangensial jenis kayu *M. caesia* (Gambar 3C) memperlihatkan jari-jari empulurnya tersusun atas satu lapis sel sehingga dinamakan jari-jari uniseriate [17]. Jari-jari

empulur kayu ini termasuk kategori jari-jari empulur agak lebar (30,8 μ m) dan luar biasa pendek (303,6 μ m). Jari-jari empulur kayu *M. foetida* tersusun atas 1-2 lapis sel yang dinamakan jari-jari uniseriate [19]. Berdasarkan ukuran jari-jari empulur kayu ini termasuk kategori sempit (22,8 μ m) dan luar biasa pendek (287,6 μ m). Pada kayu jenis *M. odorata* ditemukan jari-jari empulur tipe uniseriate [17]. Jari-jari kayu ini termasuk kategori jari-jari empulur tipe sempit (33,6 μ m) dan luar biasa pendek (304 μ m).

Secara umum pada sayatan tangensial ini seluruh jenis kayu yang diamati tidak sebaik kayu jati dengan karakter jari-jari empulur berukuran lebar [18]. Struktur jari-jari empulur yang besar dan tersusun secara multiseriate lebih dari dua seri menampilkan corak yang indah seperti ombak. Untuk memperoleh corak indah pada jenis-jenis kayu yang mempunyai struktur jari-jari empulur multiseriate lebih baik bila dibuat papan radial dibanding papan tangensial. Papan radial memiliki penyusutan arah transversal yang lebih kecil dari pada papan tangensial [11].

3. 6 Dimensi Serat

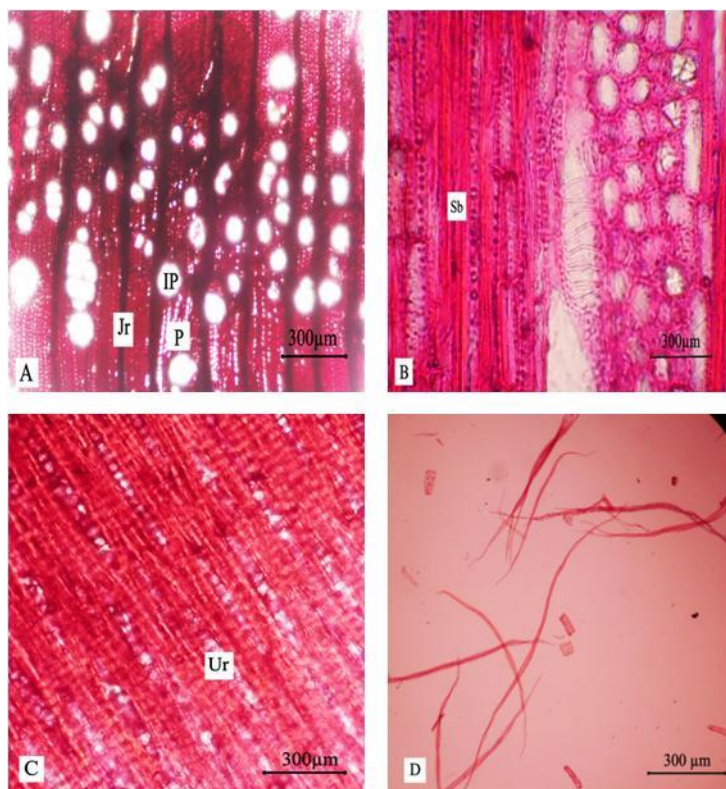
Jenis kayu *A. integra* memiliki panjang serat 1181 μ m termasuk kategori serat panjang, sedangkan jenis kayu *B. motleyana* memiliki panjang serat 2975 μ m (serat panjang). Jenis kayu *M. caesia* memiliki panjang serat 620 μ m kategori serat pendek. Jenis kayu *M. foetida* (Gambar 4D) memiliki panjang serat 914 μ m (kategori serat sedang), jenis *M. odorata* memiliki panjang serat 650 μ m (kategori serat pendek).



Gambar 3. Perbandingan panjang serat dan kategori kualitas 5 jenis kayu buah-buahan di Sumatera barat

Kayu *B. motleyana* memiliki dinding serat yang paling tebal dan lumen yang sempit (5,7 μ m dan 2,7 μ m). Berturut-turut kayu dengan tebal dinding sel serat yang semakin tipis yaitu *A. integra* (tebal dinding = 3,8 μ m, diameter lumen = 9,9 μ m),

M. foetida (tebal dinding = 2,9 μ m dan diameter lumen = 6,2 μ m), *M. caesia* (tebal dinding = 2,7 μ m dan diameter lumen = 8,9 μ m), dan terakhir *M. odorata* (tebal dinding = 2,6 μ m dan diameter lumen = 8,9 μ m).



Gambar 4. Struktur Anatomi Kayu Buah-Buahan : (A) Penampang transversal *A. integra*; (B) Penampang radial *B. motleyana*; (C) Penampang tangensial *M. caesia*; dan (D) Serat *M. foetida*; yang menunjukkan beberapa bagian: IP. Ikatan Pembuluh, Jr. Jari-jari, P. Parenkim, Sb. Sel baring, Ur. *Uniseriate ray*. Skala = 300 μ m. Perbesaran 10x.

3. 7 Kualitas Kayu

Penentuan kualitas dilakukan dengan membandingkan karakter anatomi kayu yang diteliti dengan kayu industri yang telah banyak digunakan (Tabel 1), namun penentuan kualitas dibatasi pada kategori Sangat Baik (*Diospyros ferrea*, kelas kuat I), Baik (*Tectona grandis*, kelas kuat II), Cukup Baik (*Anthocephalus macrophyllus*, kelas kuat III), dan Kurang Baik (*Paraserianthes falcataria*, kelas kuat IV-V).

Susunan pori difus pada kayu *D. ferrea* (kelas kuat I-II) tidak menandakan bahwa kualitasnya berada di bawah kayu *T. grandis* (kelas kuat II), karena susunan pori tata lingkaran hanya berpengaruh pada corak/penampilan kayu sehingga terlihat menarik (penyusunan pori mempengaruhi sifat makroskopis yang ditampilkan pada permukaan kayu), dan tidak berpengaruh terhadap tingkat kualitas kayu. Begitu juga dengan sel-sel parenkim apotrakeal yang dimiliki oleh *P. falcataria* (kelas kuat IV-V) seperti distribusi pita-pita tipis yang teratur menampilkan corak yang teratur dan bertingkat [14]. Selain itu, tipe jari-jari multiseriate hanya memberi keindahan corak pada kayunya [13], namun tidak berpengaruh terhadap tingkatan kualitasnya.

Berdasarkan hal di atas, dapat diketahui bahwa data kualitatif lebih berperan terhadap keindahan corak dari suatu kayu, sedangkan untuk tingkatan kualitasnya dapat dilihat berdasarkan data kuantitatif yaitu diameter pori, tinggi jari-jari, lebar jari-jari, dan dimensi serat. Karakter anatomi kayu *A. integra* dan *B. motleyana* memiliki kriteria yang hampir mirip yaitu, pori agak kecil sampai kecil, jari-jari lebar sampai agak lebar, serat panjang, dan dinding serat cukup tebal, lebih mendekati kayu *T. Grandis* dan *A. macrophyllus* (kelas kuat II

dan III) sehingga masuk dalam kategori Baik–Cukup baik untuk digunakan sebagai kayu industri. *M. caesia* dan *M. foetida* memiliki kriteria yang tidak jauh berbeda yaitu, pori agak kecil sampai kecil, jari-jari sempit sampai agak lebar, dan dinding serat cukup tebal, lebih mendekati kayu *A. macrophyllus* dan *P. falcataria* (kelas kuat III dan IV) sehingga masuk dalam kategori

Cukup baik–Kurang baik untuk digunakan sebagai kayu industri. Sedangkan Kayu *M. odorata* memiliki karakter anatomi yang mendekati kayu *P. falcataria* (kelas kuat IV) memiliki pori agak kecil, jari-jari luar biasa pendek dan sempit, serat pendek, dan dinding serat tipis, sehingga masuk dalam kategori Kurang baik untuk digunakan sebagai kayu industri.

KESIMPULAN

Dari hasil yang telah didapatkan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kayu *A.integra*, *B. motleyana*, *M. foetida*, *M. caesia*, dan *M. odorata* memiliki kesamaan pori dalam hal susunan dan sebaran yaitu tersusun secara difus dan tersebar secara soliter. Pori *B. motleyana* memiliki diameter yang kecil, sedangkan 4 jenis kayu lainnya memiliki diameter agak kecil. Untuk kategori parenkim dan jari-jari, *A.integra* dan *B. motleyana* memiliki tipe apotrakeal dan uniseriate, sedangkan 3 kayu lainnya adalah paratrakeal dan multiseriate. Komposisi jari-jari *B. motleyana* dan *M. foetida* adalah homoselular, sedangkan 3 kayu lainnya adalah heteroselular. *B. motleyana* memiliki jari-jari yang pendek, sedangkan 4 kayu lainnya memiliki jari-jari luar biasa pendek. *M. caesia* dan *M. odorata* memiliki serat yang panjang, sedangkan 3 kayu lainnya memiliki serat pendek.
2. Kayu jenis *A. integra* dan *B. motleyana* termasuk dalam kelas kuat II-III untuk digunakan sebagai kayu industri. Kayu *M. caesia*, *M. foetida* dan *M. odorata* termasuk dalam kategori III-IV untuk digunakan sebagai kayu industri.

Tabel 1. Penentuan Kualitas Kayu

N	Parameter	Kayu pembanding				Kayu yang diteliti				
		<i>D. f</i>	<i>T. g</i>	<i>A. m</i>	<i>P. f</i>	<i>A. i</i>	<i>B. m</i>	<i>M. c</i>	<i>M. f</i>	<i>M. o</i>
1.	Pori									
	Diameter (µm)	50-100	70,56	50-100	200-300	128	80,6	116,4	101,6	120,8
	Sebaran	S	S	B	S	S	S	S	S	S
	Susunan	D	T. l	D	D	D	D	D	D	D
2.	Parenkim									
	Sebaran	S	P.m	D	D	D	D	S	V	C
	Hubungan Dengan Pori	P	P	P	A	A	A	P	P	P
3.	Jari-jari									
	Bentuk	U	M	M	U	M	M	U	U	U
	Komposisi	He	Ho	Ho	Ho	He	Ho	He	Ho	He
	Tinggi (µm)	260-1500	500-2000	580	150-220	506,4	1029,76	303,6	287,6	304
	Lebar (µm)	100-200	50-100	44	15-30	117,6	76,8	30,8	22,8	33,6
4.	Dimensi Serat									
	Panjang (µm)	1193	1316	1979	1070	1181,328	2975,8	620	914,09	650,24
	Diameter (µm)	42,2	23,13	54	25,5	20,1	14,3	13,9	11,8	14,2
	Tebal Dinding (µm)	3,38	3,27	3,2	3,0	3,8	5,7	2,7	2,9	2,6
	Diameter Lumen (µm)	32	18,2	47,6	19,5	12,5	2,7	8,9	6,2	8,9
5.	Kualitas	I	II	III	IV-V	II-III	II-III	III-IV	III-IV	III-IV
<p><i>D.f</i>= <i>Diospyros ferrea</i>; <i>T.g</i>=<i>Tectona grandis</i>; <i>A.m</i>=<i>Anthocephalus macrophyllus</i>; <i>P.f</i>= <i>Paraserianthes falcataria</i>; <i>A.i</i>=<i>Artocarpus integra</i>; <i>B.m</i>= <i>Baccaurea motleyana</i>; <i>M.c</i>= <i>Mangifera caesia</i>; <i>M.f</i>=<i>Mangifera foetida</i>; <i>M.o</i>= <i>Mangifera odorata</i>.</p> <p>S=soliter; B=berganda; D=difus; TI=tata lingkar; P=paratrakeal; A=apotrakeal; V=vasicentric paratrakeal; C=confluent paratrakeal; U=uniseriate; M=multiseriate; He=heteroseluler; Ho=homo seluler</p>										

DAFTAR PUSTAKA

- [17] Abdurachman dan N. Hadjib. 2009. *Mutu Beberapa Jenis Kayu Tanaman Untuk Bahan Bangunan Berdasarkan Sifat Mekanisnya*. Prosiding PPI Standardisasi 2009 - Jakarta, 19 November 2009.
- [18] Sitepu. 2011. *Sifat-Sifat Pemesinan Kayu Mangga (Mangifera indica Lamk.)*. Skripsi Sarjana Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [19] Reagan, E. 2007. *Kajian Beberapa Sifat Dasar Kayu Mangga (Mangifera indica Lamk.)*. Skripsi Sarjana Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [20] Krisdianto. 2004. *Anatomi Dan Kualitas Serat Tujuh Jenis Kayu Kurang Dikenal Dari Jawa Barat*. <http://www.forda-mof.org/files/pdf>. Diakses pada tanggal 01 September 2012.
- [21] Isrianto. 1997. *Struktur Anatomi dan Sifat Fisik Kayu Nangka (Artocarpus heterophyllus Lamk.)*. Skripsi Sarjana Teknologi Hasil Hutan. IPB. Bogor.
- [22] Lemmens, R.H.M.J., I. Soerianegara and W.C.Wong. 1995. *Timber Trees : Minor Commercial Timbers*. PROSEA Foundation. Leiden : Plant Resources Of South-East Asia 5 (2).
- [23] Dahlan, E. N. 2004. *Membangun Kota Kebun (Garden City) Bernuansa Hutan Kota*. IPB Press. Bogor.
- [24] Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., and Simons, A. 2009. *Agroforestry Database: A Tree Reference And Selection Guide Version 4.0*. <http://www.worldagroforestry.org/af/treedb/>. Diakses pada tanggal 25 Januari 2013.
- [25] Arifien, A.F. 2004. *Kajian Perbandingan Struktur Anatomi Serta Sifat Fisis Dan Mekanis Antara Kayu Jati (Tectona grandis L.f.) Unggul Dengan Kayu Jati Konvensional Pada Kelas Umur I*. Skripsi Sarjana Kehutanan. IPB. Bogor.
- [26] Utomo, R.N. 2006. *Struktur Anatomi Kayu Jati Plus Perhutani Kelas Umur I Asal Kph Bojonegoro*. Skripsi Sarjana Kehutanan. IPB. Bogor.
- [27] Mutmainah, U. 2011. *Corak Beberapa Jenis Kayu Perdagangan Indonesia*. Skripsi Sarjana Kehutanan. IPB. Bogor.
- [28] Panshin A. J. and C.de Zeeuw 1980. *Textbook of Wood Technology*. Fourth Edition. Mc-Grow-Hill Book Company Inc. New York. London.
- [29] Pandit, I.K.N., dan Kurniawan D. 2008. *Anatomi Kayu : Struktur Kayu, Kayu Sebagai Bahan Baku dan Ciri Diagnostik Kayu Perdagangan Indonesia*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [30] Wheeler, E. A., P. Baas and E. Gasson. 1989. IAWA List Of Microscopic Features For Hardwood Identification. *IAWA Bulletin. N.s.10* (3) : 219-332
- [31] Esau. 2006. *Plant Anatomy : Meristems, Cells, And Tissues Of The Plant Body : Their Structure, Function, And Development*. 3th ed. John Willey and Sons, Inc. Hoboken. New Jersey
- [32] Wiedenhoef, A.C. and Regis B. M. 2005. *Structure and Function Of Wood*. USDA, Forest Service. Forest Products Laboratory. Madison.
- [33] Cutler, D. F. 2007. *Plant Anatomy : An Applied Approach*. New York.
- [34] Sarajar, C.G. 1975. *Identifikasi Kayu Secara Makroskopis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

TAHAP PERKEMBANGAN EMBRIO IKAN BILIH (*MYSTACOLEUCUS PADANGENSIS BLEEKER*)

EMBRYONIC DEVELOPMENT STAGES OF BILIH FISH (*MYSTACOLEUCUS PADANGENSIS BLEEKER*)

Warnety munir

Biologi Fmipa Unand. Padang

warmunir@yahoo.co.id

[081 363 828 236](tel:081363828236)

ABSTRACT

Bilih fish (*Mystacoleucus padangensis* (Blkr.) is a threatened endemic species on Singkarak Lake cause of overexploitation. One of priority strategic to maintain sustainability of fish is by population managing through seed production and restocking. The study was aimed to know embryonic development of Bilih fish as basic information for seedling and restocking. To obtain eggs and sperms, ready spawning mature Bilih fish (*Mystacoleucus padangensis* (Bleeker) were caught on their spawning grounds on Singkarak lake, and then the egg and sperm were fertilized by artificial insemination. These embryos were cultured in dechlorinated tap water at 26-28°C. Embryos sample were collected every hour and stage of embryonic development was assigned using dissecting microscope. The result shown that embryonic development of Bilih fish was divided into six periods: zygote, cleavage, blastula, gastrula, segmentation, and hatching. Developmental stages were determined and named on the basis of morphological features and somite number. Embryo started hatching at 19 hours after insemination and hatching were complete at 20 hours after insemination.

Key word : developmental stages, *Mystacoleucus padangensis* (Bleeker). Danau Singkarak

ABSTRAK

Ikan Bilih (*Mystacoleucus padangensis* (Blkr.) merupakan ikan endemik Danau Singkarak yang sudah terancam punah karena tingginya tingkat eksploitasi. Salah satu strategi yang menjadi prioritas agar ikan tidak sampai punah adalah pengelolaan populasi ikan melalui pembenihan dan restocking (13). Tujuan penelitian ini adalah mempelajari perkembangan embrio ikan sebagai informasi dasar untuk pembenihan dan restocking. Untuk memperoleh telur dan sperma, indukan yang siap memijah ditangkap dilokasi berbiak. selanjutnya dilakukan pemijahan dengan cara inseminasi buatan. Embrio dipelihara dalam air pam yang telah dideklorinasi dengan suhu 26-28°C. Setiap jam embrio dikoleksi dan tahap perkembangan embrio diamati dibawah mikroskop. Hasil pengamatan menunjukkan perkembangan embrio ikan bilih dibagi menjadi 6 tahap perkembangan yaitu: zygote, pembelahan (cleavage), blastula, gastrula, segmentasi, dan menetas. Tahap perkembangan embrio Bilih dan penamaan berdasarkan karakter morfologi dan jumlah somit. Embrio mulai menetas 19 jam dan 20 jam setelah inseminasi semua telur yang difertilisas telah menetas semua.

Kata kunci : Tahap perkembangan, *Mystacoleucus padangensis* (Bleeker), Danau Singkarak.

PENDAHULUAN

Ikan Bilih (*Mystacoleucus padangensis* (Blkr.) merupakan ikan air tawar endemik yang hidup di Danau Singkarak [1]. Ikan ini mempunyai nilai tinggi, baik kandungan gizi maupun nilai ekonomi. Selain dikonsumsi oleh penduduk di sekitar Danau Singkarak, ikan Bilih juga diperdagangkan ke daerah lain bahkan diekspor ke Malaysia dan Singapura, sehingga ikan ini dieksploitasi secara besar-besaran dan penangkapannya dilakukan setiap hari [2]. Akibatnya hasil tangkapan nelayan terus turun dari tahun ke tahun dan ukuran ikan yang tertangkap juga semakin kecil [2,3].

Berkurangnya hasil tangkapan nelayan tersebut disebabkan oleh kepadatan populasi ikan Bilih yang semakin menurun. Penurunan populasi diduga karena tingginya tingkat eksploitasi, dimana tingkat eksploitasi ikan bilih telah mencapai 77,84 % atau 416,90 ton dari stok ikan bilih yaitu 542,46 ton [4], dan bahkan mencapai 736,46 ton [5], sedangkan batas maksimum eksploitasi 60 %). Akibat dari penangkapan yang melebihi batas ini terlihat dengan jelas dari berkurangnya total hasil tangkapan tahun 2003 yaitu sekitar 352,3 ton dan ukuran ikan yang tertangkap juga semakin kecil [2]. Pada tahun 1998 rata-rata ukuran individu ikan bilih mulai matang gonad 18.6 cm. Ukuran ini terus menurun sehingga pada tahun 2002 ukuran ikan 5,9 cm sudah matang gonad. Jika hal ini berlangsung terus tidak dapat dihindari ikan yang sudah terancam punah ini suatu saat benar-benar akan punah [3].

Tekanan terhadap ikan semakin bertambah karena akhir-akhir ini terjadi peningkatan suhu lingkungan akibat pemanasan global. Menurut IPCC (“Intergovernmental Panel on Climate Change”) antara tahun 1990 dan 2100 suhu permukaan global akan meningkat 1.1^oC hingga 6.4^oC (2.0^oF hingga 11.5^oF), namun iklim tetap terus menghangat selama periode tertentu akibat emisi yang telah dilepaskan sebelumnya. Peningkatan suhu lingkungan ini diduga akan mempengaruhi perkembangan dan diferensiasi gonad ikan yang mengakibatkan terjadi perubahan gangguan fungsi gonad.

Bertolak dari kondisi ikan Bilih yang sudah terancam punah, maka sangat perlu diketahui dan dipelajari segala aspek Biologi ikan ini, agar dapat dikelola dengan sebaik-baiknya. Salah satu strategi yang menjadi prioritas adalah pengelolaan populasi ikan melalui pembenihan dan restocking [3]. Pada penelitian ini akan dipelajari perkembangan embrio ikan sebagai informasi dasar untuk restocking dan landasan untuk memanipulasi embrio seperti rekayasa genetika.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Ikan Bilih yang akan melakukan pemijahan akan bermigrasi ke sungai yang bermuara ke danau. Oleh karena itu untuk memperoleh embrio ikan, maka indukan yang siap memijah ditangkap langsung di danau, didekat muara sungai Baing. Ikan yang digunakan sebagai indukan adalah ikan ukuran besar, perut terlihat membesar dan jika diraba dengan jari terasa lunak. Indukan ini dibawa ke laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas untuk dipijahkan dan dikawinkan secara buatan. Untuk menjaga kondisi ikan selama perjalanan dilakukan aerasi terus menerus.

Indukan yang terpilih dikeluarkan telur dan spermanya dengan cara mengurut perut secara perlahan. Pemijahan dilakukan secara kering. Sperma dari lima hingga sepuluh ekor indukan jantan ditampung menggunakan kaca arloji diameter 10 cm. Kemudian ditambahkan telur dari 3 hingga lima ekor betina pada sedian sperma tersebut, dicampur dan diaduk perlahan menggunakan bulu ayam agar telur dan sperma tercampur dengan sempurna.

Setelah 2 menit ditambahkan larutan garam (NaCl 0,4% + Urea 0,3%) diamkan selama 5 menit. Selanjutnya campuran telur dan sperma dicuci beberapa kali untuk membuang kelebihan sperma.

Telur yang telah difertilisasi dipelihara dalam akuarium ukuran 60X30X30 cm. yang telah disekat menjadi dua ruang menggunakan kaca berlubang. Embrio ikan diletakan pada satu ruang, sedangkan diruang lainnya diletakan pompa air. Salah satu ujung selang pompa dimasukan ke tempat pemeliharaan larva sehingga kelebihan air akan mengalir melalui lubang dan masuk kembali ke dalam ruang pompa sehingga terjadi resirkulasi air. Kedalaman air pemeliharaan 20 cm, debit air 200-300 ml/menit dan suhu 26-28⁰C, diberi aerasi menggunakan aerator menggacu pada Syandri [6].

Sebanyak 20 butir sampel embrio dikoleksi langsung setelah fertilisasi, dan sampel selanjutnya dikoleksi setiap jam sampai menetas. Sampel embrio difiksasi menggunakan larutan paraformaldehid 10%. Tahapan perkembangan diamati menggunakan mikroskop disekting dan foto diambil menggunakan foto mikroskop digital merk Opticlab. Identifikasi tahapan perkembangan dilakukan mengacu pada Fujimoto [7].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan pada telur didapatkan telur matang berwarna kehijauan, transparan, mempunyai bentuk bulat, permukaan halus. Ukuran diameter telur rata-rata 523.2 μ . Telur dibungkus oleh khorion yang cukup tebal dengan ketebalan selaput telur rata-rata 80.40 μ (Gb.1 A). Telur ini segera akan menempel pada permukaan wadah.

3.1 Zygot

Telur yang dibuahi dalam waktu setengah jam setelah inseminasi (30 menit, jpi) telah membentuk tonjolan, merupakan tonjolan sitoplasma aktif yang berisi pronukleus jantan dan pronukleus betina. Tahap ini disebut Tahap blastodiskus [7,8,1]. Pada tahap ini ditemukan banyak sekali tumpukan lemak terutama di daerah vegetal dan lateral (Gb.1.B), tahap ini disebut zigot [1].

Hasil pengamatan dengan interval yang telah ditentukan dimuka, dapat dikelompokkan menjadi 4 kelompok berdasarkan karakter morfologi dan jumlah somit yang sudah terbentuk, yaitu : cleavage, blatula, gastrula, segmentasi dan menetas.

3.2 Tahap cleavage

Cleavage merupakan proses perbanyakan sel, pada embrio ikan Bilih pembelahan pertama menghasilkan dua sel yang sama besar. Celah pembelahan sangat jelas (Gb.1.C). Pembelahan kedua melalui bidang tegak lurus bidang pembelahan pertama dan menghasilkan empat sel yang sama besar. Tahap ini (tahap 4 sel) telah selesai 45 menit setelah inseminasi,. Sel tersusun 2 : 2 pada permukaan yolk (Gb.1 D). Pembelahan ke tiga berjalan sejajar bidang pembelahan pertama pada keempat anak sel, sehingga dihasilkan delapan sel yang sama besar. Sel tersusun membentuk dua baris sel, terdiri dari 4 sel masing-masing baris. Celah yang memisahkan anak sel sangat jelas (Gb.1 E). Proses pembelahan ketiga ini telah selesai satu jam setelah inseminasi (1 jpi). Pembelahan selanjutnya berjalan sangat cepat sehingga belum teramati, untuk itu diperlukan pengamatan yang lebih rinci. Tahap cleavage ini berlangsung sampai 64 blastomer [7].

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa cleavage telur Bilih bersifat, meroblastis, dimana yang membelah hanya inti dan sitoplasma aktif. Pembelahan berjalan secara sinkron dan ekual, satu sel membelah jadi dua, empat dan

delapan sel. Tipe pembelahan ini sama seperti yang ditemukan pada kelompok ikan lain, seperti pada "Loach" (*Misgurnus anguillicaudatus*) [7], ikan Zebra *Danio (Brachydanio) rerio* [1], ikan Medaka *Oryzias latipes* [8]. Tahapan cleavage dimulai dari embrio 2 sel sampai 64 sel.

3.3 Tahap blastula

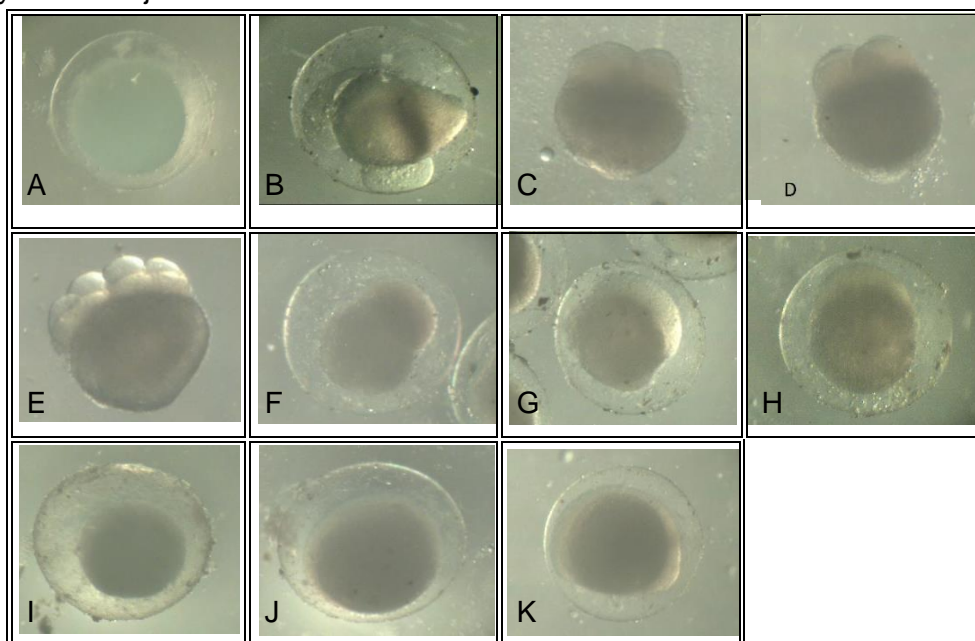
Tahap perkembangan ini ditandai oleh bentuk atau karakter morfologi embrio (blastodiskus) yang membentuk gunung tinggi diatas permukaan yolk dan dibangun oleh tumpukan atau kumpulan blastomer membentuk bola. Tahap ini dibagi mejadi 3 sub tahapan yaitu blastula awal, blastula tengah dan blastula akhir. Pada perkembangan ikan Bilih tahap ini sudah ditemukan dua jam setelah inseminasi.

Tahap blasutula awal (E. 2jpi)

Pada tahap ini ukuran blastomer besar, batas antara satu blastomer dengan blastomer lainnya dan antara blastodiskus dengan yolk juga masih sangat jelas. Blasodiskus dibangun oleh 3 sampai 4 lapisan blastomer (Gb.1.F).

Tahap blastula tengah (3 jpi)

Tahap ini ditandai dengan ukuran blastomer yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran blastomer pada tahap awal (Gb.1.G). Batas antara blastomer satu dengan yang lain sudah tidak jelas karena sel semakin padat dan kompak. Namum batas antara blastodiskus dengan yolk masih jelas.

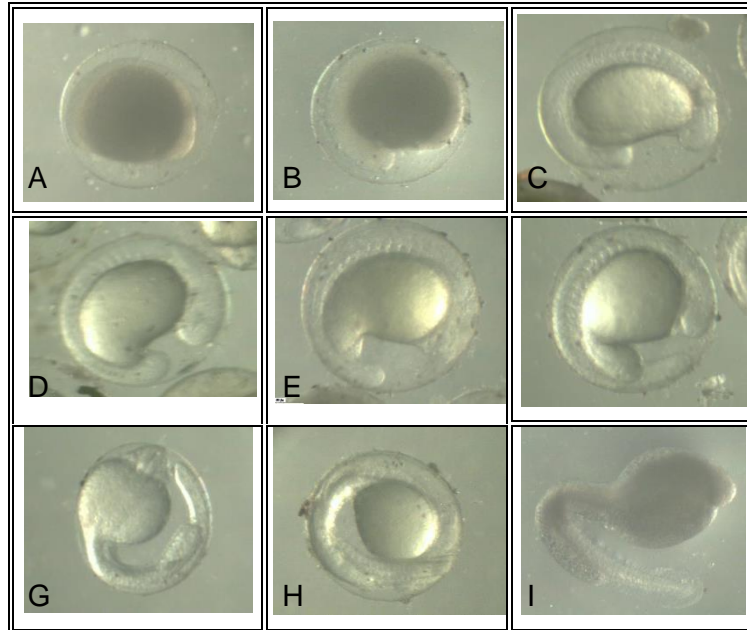


Gambar 1 Embrio ikan Bilih. 1 A. Telur yang belum dibuahi. 1 B. Tahap blastodiskus. 1 C. Tahap dua sel. 1 D. Tahap empat sel. 1 E. Tahap 8 sel..1 F. Tahap blasula awal. 1 G. Tahap blastula tengah. 1 H. Tahap blastula akhir. 1 I. Tahap gastrula awal. 1 J.Tahap gastrula tengah. 1 K.Tahap gastrula akhir.

Tahap blastula akhir (4 jpi)

Pada embrio Bilih umur 4 jam, di dapatkan gunung blastodiskus nampak lebih rendah dibandingkan dengan tahap sebelumnya (Gb.1.H). Batas antara satu blastomer dengan yang lainnya sudah tidak jelas dan ukuran lebih kecil. Antara blastodiskus dan yolk sudah tidak nampak batas pemisah. Hal ini terjadi karena blastomer yang membangun

blastodiskus mulai menyebar dan terbentuk sinsitium yang menghubungkan blastodiskus dengan yolk [7]. Blastodiskus menyelimuti permukaan yolk, membentuk kup.



Gambar 2 Perkembangan embrio Bilih. 2 A, Tahap Somitogenesis awal, 2 B. Tahap 4 somit. 2 C.Tahap 14 somit, 2 D. Tahap 16 somit, 2 E. Tahap 20 somit. 2 F. Tahap 24 somit , 2 G. Tahap 16 jam. 2 H. Tahap embrio 18 jam. 2 I. Tahap menetas.

3.4 Tahap gastrula

Gastrula awal (6 jpi)

Pada tahap ini,. Bentuk blastodiskus berubah menjadi bentuk kubah atau “dome” (Gb.1 I), sehingga bidang kontak dengan yolk semakin luas. Perubahan bentuk ini terjadi karena pergerakan morfogenesis (diantara epiboli) yang telah dimulai pada akhir blastula terus berlanjut [7]. Pada tahap ini blastodiskus sudah menutupi setengah permukaan yolk dan ketebalan sel relatif sama. Embrio dengan bentuk seperti ini disebut blastoderm [1]. Blastoderm terus berkembang, ditandai dengan terbentuknya penebalan didaerah marginal yang disebut “germ ring”. Pembentukan germ ring sebagai akibat adanya involusi sel yang membangun blastoderm dan diikuti oleh penumpukan sel.

Gastrula tengah (7 jpi)

Pergerakan blastoderm telah mencapai 70% permukaan yolk (Gb.1 J), germ ring juga semakin jelas.

Gastrula akhir (8 jpi)

Pergerakan terus berlanjut, pada tahap ini. Blastoderm semakin tinggi dan hampir menutupi seluruh permukaan yolk (Gb.1 K). Penebalan terjadi di daerah bakal kepala dan bakal ekor

3.5 Tahap segmentasi

Tahap perkembangan ini dimulai akhir epiboli sampai sebelum menetas, selama tahap ini terbentuk jaringan dan organ karena difrensiasi lapisan germinal sehingga disebut juga tahap organogenesis [7]. Pembentukan somit merupakan ciri utama tahap perkembangan ini selain bakal mata dan alat pendengaran. Somitogenesis berjalan secara skuensial dan secara berkala di daerah tubuh hingga keekor.

Dengan berakhirnya tahap gastrulasi, pergerakan morfogenetik terus berlanjut. Pada 8 jam setelah inseminasi (Gb. 2 A) bakal kepala dan bakal ekor mulai dibentuk yang ditandai dengan penebalan ujung anterior dan posterior blastoderm, namun kedua bakal organ ini belum dapat dibedakan. Pada tahap perkembangan ini somit belum dapat teridentifikasi. Perkembangan embrio terus berlanjut sehingga bakal kepala dan bakal ekor dapat dibedakan (Gb. 2 B, E 9)

Tahap 14 somit (E. 10 jpi).

Pada tahap ini perkembangan bakal kepala dan ekor semakin jelas, pada bakal kepala sudah terlihat vesikula bakal organ optik (Gb. 2 C)

Tahap 16 somit (E 11 jpi).

Secara morfologi belum terlalu tampak perbedaan mencolok dari embrio 14 somit. Pada tahap ini perkembangan bakal ekor sudah mulai tumbuh memanjang. Kantung yolk yang tadinya bulat telah berubah memanjang (Gb. 2 D).

Tahap 20 somit (E.12 jpi).

Pada tahap ini bakal ekor semakin panjang, perubahan bentuk yolk semakin jelas, sehingga sudah mulai tampak pemisahan antara bakal tubuh dan bakal ekor (Gb. 2 E)

Tahap 24 somit (E14 jpi)

Pada embrio selain bakal organ optik juga sudah terbentuk bakal otak. Pembagian wilayah kantung yolk semakin jelas (Gb. 2F)

Tahap embrio 16 jam setelah inseminasi.

Pada embrio telah terjadi pembagian wilayah yang sangat jelas, yaitu wilayah kepala, badan dan ekor. panjang ekor sudah mencapai daerah bakal mulut (Gb. 2G).

Tahap embrio 18 jam setelah inseminasi

Pembagian wilayah embrio sudah sempurna, panjang ekor sudah melampaui kepala (Gb. 2H), Embrio siap untuk menetas.

Pada penelitian ini belum diketahui kapan somit pertama terbentuk, karena interval waktu pengamatan yang cukup panjang. Namun kemungkinan besar somit sudah mulai terbentuk 10 jpi, karena pada pengamatan 11 jpi sudah terbentuk 14 somit dan pada 12 jpi ditemukan 20 somit. Waktu awal pembentukan dan jumlah somit sangat bervariasi tergantung pada species [7]. Pada "Loah", *Misgurus* somit pertama terbentuk 17 jam jpi [7], "medaka", *Orizyas latipes*, somit terbentuk 1.30 jam jpi [8].

3.6 Tahap menetas

Embrio mulai menetas 19 jam setelah inseminasi buatan dan semua telur yang dibuahi telah menetas pada 20 jpi. Pada saat menetas, mulut, mata dan insang belum terbuka, sirip masih merupakan lipatan kulit yang bersatu dari anterior hingga ke posterior tubuh. Tubuh transparan karena belum mempunyai pigmen. Kondisi ini berbeda dengan dengan ikan lain. Ikan Medaka saat menetas mata dan mulut sudah terbuka [8], sedangkan ikan Zebra akan menetas setelah 48 jpi [1] dengan kondisi yang sama dengan ikan Bilih, mata dan mulut belum terbuka.

KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan pada embrio mulai dari tahap blastodiskus hingga larva menetas dapat disimpulkan perkembangan embrio ikan Bilih terdiri dari enam

tahap yaitu zygote, cleavage, blastula, gastrula, segmentasi dan menetas. Setiap tahap yang terdiri dari beberapa sub tahapan. Embrio akan menetas dalam waktu 19 hingga 20 jam dalam kondisi mata dan mulut belum terbuka, belum mempunyai sirip dan transparan karena pigmen pada kulit juga belum terbentuk.

PUSTAKA

- [1] Kottelat M, A. J. Whitten, S. N. Kartikasari dan S. Wirjoatmodjo. 1993. *Fresh Water Fishes of West Indonesia and Sulawesi*. Periplus Edition Limited. Jakarta
- [2] Syandri H. 1990. Beberapa aspek biologi ikan Bilih (*Mystacoleucus padangensis* Blkr) di perairan umum Danau Singkarak Sumatera Barat. Fak. Perikanan . Univ. Bung Hatta.
- [3] Syandri H. 2012. Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Perairan Umum Daratan Sumatera Barat. Makalah Seminar Nasional Pengembangan Perikanan dengan Memanfaatkan Sumberdaya Alam dan Potensi Lokal . Univ. Bung Hatta. Padang.
- [4] Syandri H. 1997. Pengaruh pemberian artifisial plankton terhadap kelangsungan hidup larva ikan Bilih *Mystacoleucus padangensis*, Blkr. Laporan Penelitian Pengabdian Masyarakat. Univ. Bung Hatta.
- [5] Arsi P. 1999. Kajian pemanfaatan sumberdaya ikan Bilih (*Mystacoleucus padangensis* Blkr) di Danau Singkarak, Propinsi Sumatera Barat. Master theses jbpitbpps / 2008-01-29.
- [6] Syandri H. 1999. Pemijahan dan pemeliharaan larva ikan Bilih *Mystacoleucus padangensis* Blkr. di Danau Singkarak. Makalah Seminar Regional Biologi se Sumatera. Univ. Andalas. Padang.
- [7] Fujimoto T, T. Kataoka, S. Sakao, T. Saito, E. Yamaha and K. Arai. 2006. Developmental stages and germ cell lineage of the Loach (*Misgurnus anguillicaudatus*). *Zoological Science* 23, 977–989
- [8] Iwamatsu T. 2004. Stages of normal development in the Medaka *Oryzias latipes*. *Mechanisms of Development* 121, 605–618.

KAJIAN KEBUTUHAN NUTRIEN TERHADAP PERFORMA OPOSUM LAYANG (*PETAURUS BREVICEPS WATERHOUSE 1839*) DI PENANGKARAN

STUDY OF NUTRIENT REQUIREMENT ON PERFORMANCE OF SUGAR GLIDER (*PETAURUS BREVICEPS WATERHOUSE 1839*) IN CAPTIVITY

Wartika Rosa Farida

Pusat Penelitian Biologi – LIPI, Cibinong, wrfarida@indo.net.id,
Gedung Widyasatwaloka, Jln. Raya Jakarta-Bogor KM 46, Cibinong 16911, Telp. (021) 8765056, Fax
(021) 8765068

ABSTRACT

Research materials in this study are four sugar gliders (*Petaurus breviceps*) consisting of two males and two females used to determine the nutrient needs of their performance in captivity. During the study each sugar glider was placed in individual cage equipped with sleeping box. Feed given consisted of sweet corn (*Zea mays*), cucumber (*Cucumis sativus*), sunflower (*Helianthus annuus*), peanuts (*Arachis hypogea*), crickets (family Gryllidae), bread, quail eggs, and yogurt Activia. Feed provided by cafeteria at 04.30 pm, and drinking water is available *ad libitum*. The results showed the average dry matter consumed by male sugar glider in Period I was 6.40 g/head/day, crude protein 1.40 g/head/day, and gross energy 319.49 cal/head/day; while consumption of dry matter by female sugar glider was 5.52 g/head/day, crude protein 1.12 g/head/day, gross energy 286.07 cal/head/day. In Period II, average dry matter consumed by male sugar glider was 6.84 g/head/day, crude protein 1.72 g/head/day, gross energy 366.46 g/head/day; while for the female, average consumption of dry matter was 6.32 g/head/day, crude protein 1.54 g/head/day, gross energy 329.97 cal/head/day. Female sugar glider showed better performance than male opossums with body weight gain higher 0.23 g/head/day (PI) and 0.17 g head/day (PII) and feed efficiency 4.07% and 2.75%.

Keywords : nutrient, consumption, performance, *Petaurus breviceps*

ABSTRAK

Materi penelitian berupa empat ekor oposum layang (*Petaurus breviceps*) terdiri dari dua jantan dan dua betina digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui kebutuhan nutrisi terhadap performanya. Selama penelitian berlangsung masing-masing oposum layang ditempatkan di dalam kandang individu yang dilengkapi dengan kotak tidur. Pakan yang diberikan terdiri dari jagung manis (*Zea mays*), ketimun (*Cucumis sativus*), biji bunga matahari (*Helianthus annuus*), kacang tanah (*Arachis hypogea*), jangkrik (famili Gryllidae), roti tawar, telur puyuh, dan yoghurt activia. Pakan diberikan secara *cafeteria* pada pukul 16.30 WIB dan air minum tersedia *ad libitum*. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata konsumsi bahan kering oleh jantan pada P I 6,40 g/ekor/hari, protein kasar 1,40 g/ekor/hari dan energi bruto 319,49 kal/ekor/hari; konsumsi bahan kering oposum betina 5,52 g/ekor/hari, protein 1,12 g/ekor/hari, energi bruto 286,07 kal/ekor/hari. Rata-rata konsumsi bahan kering oposum jantan pada P II 6,84 g/ekor/hari, protein 1,72 g/ekor/hari, energi bruto 366,46 g/ekor/hari; oposum betina mengkonsumsi bahan kering 6,32 g/ekor/hari, protein 1,54 g/ekor/hari, energi bruto 329,97 kal/ekor/hari. Oposum layang betina memperlihatkan performa yang lebih baik daripada oposum jantan dengan pertambahan bobot badan yang lebih tinggi 0,23 g/ekor/hari (PI) dan 0,17 g/ekor/hari (PII) dengan efisiensi pakan 4,07% dan 2,75%.

Kata kunci: nutrisi, konsumsi, performa, *Petaurus breviceps*

PENDAHULUAN

Oposum layang (*Petaurus breviceps*) adalah satwa berkantung dari ordo marsupialia yang tergolong dalam famili *Petauridae*. Penyebaran satwa ini meliputi Australia, Tasmania, New Guinea, Papua, dan Halmahera Utara [1] [2]. Oposum layang juga dikenal dengan sebutan *sugar glider* karena satwa ini suka makanan manis dan bisa terbang melayang. Satwa ini hidupnya di atas pohon dan jarang sekali turun ke tanah, bersarang di dalam lubang-lubang pohon. Bulu tubuhnya coklat keabuan, terdapat garis hitam memanjang dari hidung hingga punggung dan pada bagian muka dari mata ke telinga [3]. Keunikan satwa ini adalah memiliki membran kulit di bagian samping yang terbentang dari kaki depan hingga belakang. Petocz [4] melaporkan, oposum dapat melayang dari satu pohon ke pohon lain dengan cara mengembangkan membran kulit tersebut. Panjang tubuh oposum layang dewasa berkisar 24-30 cm dengan bobot badannya 300-400 gram. Satwa ini bersifat aktif di malam hari atau *nocturnal*, seperti dilaporkan sebelumnya [5], di penangkaran oposum layang mulai aktif makan pada pukul 18.00 atau menjelang malam hari. Pakannya di alam terdiri dari bunga, nektar bunga, getah pohon *eucalyptus*, dan serangga dan laba-laba dan vertebrata kecil [2].

Pemanfaatan oposum layang adalah sebagai satwa kesayangan karena mudah dijinakkan. Hingga kini oposum layang banyak diburu untuk tujuan komersial dan marak diperdagangkan sebagai salah satu komoditas ekspor. Perburuan liar tersebut akan berdampak terus menurunnya populasinya di alam. Untuk itu sudah selayaknya dilakukan penyelamatan terhadap oposum layang melalui usaha konservasi eksitu atau penangkaran, sehingga dapat dilakukan penelitian dari segala aspek tentang satwa ini.

Pada penelitian kali ini, diamati tentang kebutuhan nutrisi, tingkat kesukaan terhadap jenis pakan alternatif yang diberikan dan pengaruhnya terhadap performa oposum layang. Data ilmiah yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam manajemen pemberian pakan pada oposum layang di penangkaran.

METODE PENELITIAN

Penelitian telah dilakukan selama 76 hari yang dibagi atas 2 periode, masing-masing periode didahului dengan masa adaptasi pakan (*preliminary*) selama 10 hari dan masa pengumpulan data masing-masing periode selama 28 hari (4 minggu). Materi hewan yang digunakan adalah 4 ekor oposum layang (2 ekor jantan dan 2 ekor betina). Selama penelitian, masing-masing oposum layang ditempatkan dalam kandang individu berukuran panjang x lebar x tinggi (2 m x 2 m x 2,5 m) dan dilengkapi dengan kotak tidur/sarang yang terbuat dari bahan PVC berukuran panjang x lebar x tinggi (40 cm x 12 cm x 11 cm) dan diberi 2 lubang untuk keluar-masuk sarang. Jenis pakan yang diberikan adalah jagung manis (*Zea mays*), ketimun (*Cucumis sativus*), biji bunga matahari (*Helianthus annuus*), kacang tanah (*Arachis hypogea*), jangkrik (famili Gryllidae), roti tawar, telur puyuh, dan yoghurt. Pada penelitian kali ini kedalam ransum oposum layang diberikan jangkrik sebagai sumber protein hewani dan yoghurt sebagai sumber kalsium. Jangkrik diberikan dalam ransum pada periode ke-2. Pakan diberikan secara kafeteria atau bebas pilih. Susunan ransum yang digunakan selama penelitian tertera pada Tabel 1.



Gambar 1. Oposum layang betina

Tabel 1. Ransum penelitian oposum layang pada Periode I dan II

Bahan pakan	Pemberian (gram)	
	Periode I	Periode II
Jagung manis	5,0	5,0
Ketimun (tanpa kulit)	5,0	5,0
Biji bunga matahari (tanpa kulit)	1,0	1,0
Roti tawar	2,0	2,0
Kacang tanah	2,0	2,0
Telur puyuh	2,5	2,5
Yoghurt activia	2,0	2,0
Jangkrik	-	3,0

Penimbangan setiap jenis pakan dilakukan sebelum pakan disajikan, air minum tersedia *ad libitum* dan sisa pakan ditimbang keesokan harinya. Karena oposum layang merupakan satwa yang aktif di malam hari, maka pakan diberikan hanya satu kali setiap harinya pada pukul 17:30 WIB. Penimbangan bobot badan dilakukan pada setiap awal dan akhir periode pengamatan. Analisa nutrisi pakan (kadar air, abu, protein kasar, lemak kasar, serat kasar) dilakukan berdasarkan AOAC [6] dan energi bruto diukur menggunakan Parr adiabatic oxygen bomb calorimeter (Parr Instrument Company, 211 Fifty third Street, Moline, Illinois, 61265-9984, U.S.A). Parameter yang diamati adalah konsumsi pakan, konsumsi nutrisi, penambahan bobot badan, dan konversi pakan serta efisiensi penggunaan pakan.

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan selanjutnya dianalisis secara deskriptif, karena materi penelitian yang digunakan terbatas. Selanjutnya pengolahan data dilakukan dengan mendeskripsikan data berupa tabel atau grafik hasil penelitian kedalam suatu kalimat sekaligus menyimpulkan hasil penelitian yang diperoleh [7].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Temperatur nyaman bagi oposum layang adalah berkisar 25 – 27°C [8]. Berdasarkan Tabel 2, suhu disekitar kandang oposum layang selama penelitian berlangsung sudah memenuhi zona nyaman.

Tabel 2. Rataan suhu dan kelembaban selama penelitian.

Waktu	Suhu (oC)	RH (%)
Pagi	25,52	82,44
Siang	30,93	64,25
Malam	30,61	69,57

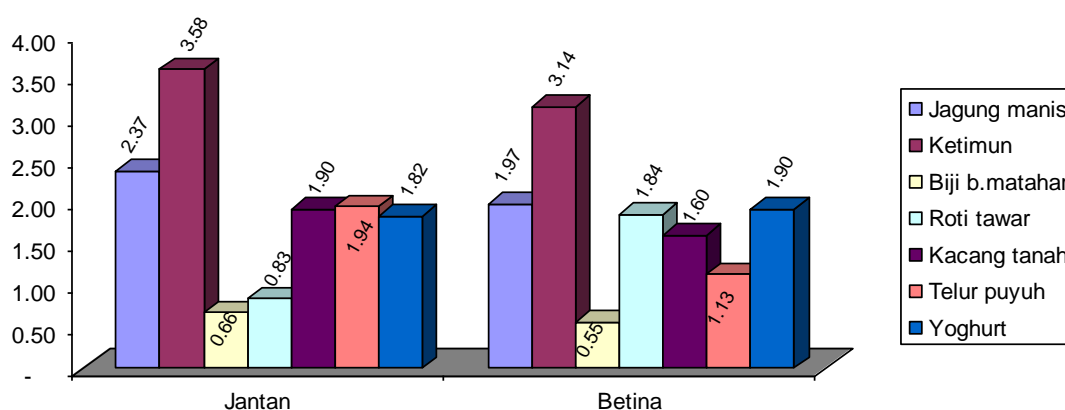
Disarankan oleh [9] bahwa kandungan protein ransum harian bagi oposum layang hendaknya berkisar antara 25 – 40%. Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa kebutuhan protein bagi oposum layang dalam penelitian ini telah terpenuhi dari berbagai jenis pakan dalam ransum penelitian.

Tabel 3. Komposisi Nutrisi pakan penelitian oposum layang (% BK)

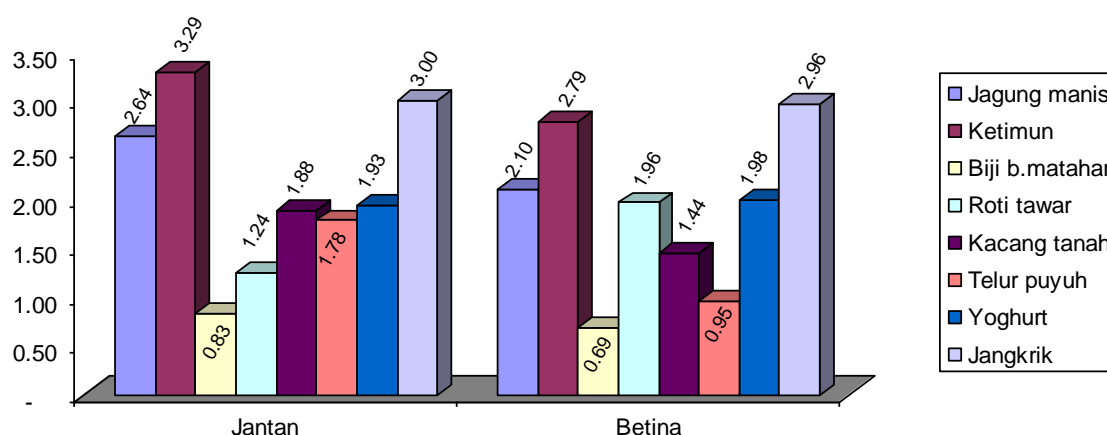
Bahan pakan	BK	Abu	PK	LK	SK	BeTN	GE
	----- (%) -----						(kal/g)
Jagung manis	79,33	3,28	16,15	7,75	1,75	71,06	4.775,88
Ketimun	18,72	6,63	21,69	0,98	19,42	51,29	3.831,82
Biji b. matahari	90,97	4,39	29,91	49,64	12,43	3,62	5.321,83
Roti tawar	76,40	2,12	13,13	7,12	5,40	72,23	4.673,45
Kacang tanah	72,00	2,35	28,04	45,47	11,71	12,42	7.670,76
Telur puyuh	10,70	3,92	39,83	44,17	7,87	4,22	6.878,82
Yoghurt	10,29	3,73	16,99	2,41	-	76,88	-
Jangkrik	22,55	16,59	60,51	9,89	7,25	5,75	6.085,92

BK = Bahan kering; PK = Protein kasar; LK = Lemak kasar; SK = serat kasar;
BeTN = Bahan ekstrak tanpa Nitrogen; GE = gross energy

Rataan tingkat palatabilitas oposum jantan dan betina terhadap jenis pakan segar yang diberikan pada Periode I dan Periode II tertera pada Gambar 1 dan Gambar 2, sedangkan Gambar 3 menunjukkan tingkat palatabilitas selama penelitian.



Gambar 1. Tingkat palatabilitas pakan segar oleh oposum layang pada periode I



Gambar 2. Tingkat palatabilitas pakan segar oleh oposum layang pada periode II

Jenis pakan segar yang paling *palatable* pada Periode I bagi oposum layang jantan dan betina adalah ketimun dan jagung manis (Gambar 1), sedangkan pada Periode II adalah ketimun, jangkrik, dan jagung manis (Gambar 2). Diduga karena kandungan air dalam ketimun yang cukup tinggi (Tabel 3) sehingga mensuplai kebutuhan air bagi oposum layang dan jagung selain kandungan protein dan karbohidrat mudah dicernanya tinggi (Tabel 3), juga memiliki warna menarik, dan rasa enak sehingga disukai oleh oposum layang. Hal ini

sesuai dengan laporan sebelumnya [10] bahwa oposum layang mempunyai indera penciuman dan penglihatan yang tajam seperti kelelawar, terutama di malam hari, sehingga dapat membedakan warna dan rasa dari bahan pakan yang diberikan. Jangkrik merupakan pakan asal hewan dalam ransum penelitian yang paling tinggi kandungan proteinnya (Tabel 3) yang disukai oposum layang. Seperti dilaporkan oleh study sebelumnya [9], [11], dan [12] bahwa serangga merupakan salah satu jenis pakan yang harus disediakan dalam pakan oposum layang sebagai sumber protein. Sedangkan menurut [13] pemberian jenis serangga arthropoda sebagai sumber protein pakan. Yoghurt merupakan pakan yang disukai oposum layang, karena tinggi kandungan air dan karbohidrat serta adanya rasa manis-asam yang disukai oposum layang [11] dan [12]. Biji bunga matahari merupakan jenis pakan yang paling sedikit dikonsumsi oleh oposum layang di Periode I dan Periode II. Rendahnya kandungan air biji bunga matahari (Tabel 3) diduga menjadi penyebab oposum layang tidak menyukainya [14], [15], dan [12], pemberian jenis pakan biji-bijian seperti kacang tanah, biji bunga matahari, dan pecans dalam bentuk segar dan tidak dalam bentuk sudah dikeringkan.

Tabel 4. Konsumsi Bahan kering oleh oposum layang (g/ek/hari)

Bahan pakan	Oposum layang jantan				Oposum layang betina			
	A	B	Rataan	(%)	C	D	Rataan	(%)
Periode I								
Jagung manis	1,22	2,54	1,88	29,39	1,75	1,37	1,56	28,23
Ketimun	2,24	0,83	1,53	23,97	0,70	0,48	0,59	10,64
Biji b.matahari	0,55	0,65	0,60	9,40	0,52	0,48	0,50	9,06
Roti tawar	0,75	0,48	0,62	9,65	1,41	1,41	1,41	25,51
Kacang tanah	1,30	1,44	1,37	21,43	1,44	0,86	1,15	20,83
Telur puyuh	0,24	0,18	0,21	3,24	0,12	0,12	0,12	2,18
Yoghurt	0,17	0,21	0,19	2,93	0,21	0,19	0,20	3,54
Jumlah	6,48	6,31	6,40	100,00	6,13	4,91	5,52	100,00
Periode II								
Jagung manis	1,49	2,70	2,10	30,66	1,61	1,72	1,66	26,34
Ketimun	0,44	0,80	0,62	9,00	0,60	0,45	0,52	8,25
Biji b.matahari	0,94	0,57	0,76	11,05	0,33	0,92	0,62	9,87
Roti tawar	0,82	1,09	0,95	13,91	1,49	1,50	1,50	23,69
Kacang tanah	1,29	1,41	1,35	19,80	1,42	0,66	1,04	16,44
Telur puyuh	0,22	0,16	0,19	2,78	0,10	0,11	0,10	1,61
Yoghurt	0,20	0,20	0,20	2,91	0,21	0,20	0,20	3,22
Jangkrik	0,68	0,68	0,68	9,89	0,67	0,67	0,67	10,58
Jumlah	6,08	7,60	6,84	100,00	6,42	6,22	6,32	100,00

Berdasarkan rata-rata konsumsi bahan kering (Tabel 4), bahan pakan yang paling banyak dikonsumsi oleh oposum layang di Periode I dan II adalah jagung. Bahan pakan berikutnya yang disukai oposum layang jantan (PI) berturut-turut ketimun, kacang tanah, roti tawar, biji bunga matahari, telur puyuh, dan yoghurt, sedangkan pada oposum layang betina (PI) berturut-turut roti tawar, kacang tanah, ketimun, biji bunga matahari, yoghurt, dan telur puyuh. Di PII setelah jagung, urutan jenis pakan yang disukai oposum layang jantan adalah kacang tanah, roti tawar, biji bunga matahari, jangkrik, dan ketimun, sedangkan betina (PII) menyukai roti tawar, kacang tanah, jangkrik, biji bunga matahari, dan ketimun. Tingginya konsumsi beberapa jenis pakan yang disebutkan di atas dipengaruhi oleh nilai gizi bahan makanan dan palatabilitas pakan, hal ini sesuai dengan pernyataan Wahyu dan Sugandi [16] bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi konsumsi adalah nilai gizi bahan makanan dan palatabilitas pakan. Ada dua jenis perangsang selera makan, yaitu perangsang metabolik

dan non metabolik. Perangsang metabolik adalah perangsang yang menimbulkan efek terhadap pengaturan selera makan secara kimiawi, seperti zat makanan (serat kasar, protein, dan lemak), zat-zat pembawa cita rasa dan aroma. Menurut Sutardi [17], perangsang non metabolik adalah perangsang yang menimbulkan perubahan selera makan secara fisik, seperti jumlah makanan yang dimakan dan tekanan osmotik. Roti tawar dan jagung disukai oposum layang, [18], diduga karena roti tawar dan jagung mengandung protein dan karbohidrat mudah dicerna yang tinggi, juga memiliki tekstur yang lunak, warna menarik, dan rasa enak, sehingga berpengaruh meningkatnya konsumsi.

Tabel 5. Konsumsi Bahan Kering dan Nutrien oleh oposum layang (g/ekor/hari)

Nutrien	Oposum layang jantan			Oposum layang betina		
	A	B	Rataan	C	D	Rataan
Periode I						
BK	6,48	6,31	6,40	6,13	4,91	5,52
Abu	0,28	0,23	0,25	0,20	0,16	0,18
PK	1,44	1,35	1,40	1,26	0,98	1,12
LK	1,15	1,30	1,22	1,21	0,90	1,06
SK	0,74	0,49	0,62	0,48	0,36	0,42
BeTN	2,88	2,94	2,91	2,97	2,51	2,74
EB (kal/ekor/hari)	306,71	332,27	319,49	322,17	249,97	286,07
Periode II						
BK	6,08	7,60	6,84	6,42	6,22	6,32
Abu	0,30	0,35	0,32	0,29	0,30	0,30
PK	1,62	1,82	1,72	1,56	1,51	1,54
LK	1,40	1,36	1,38	1,16	1,12	1,14
SK	0,49	0,56	0,52	0,49	0,45	0,47
BeTN	2,27	3,51	2,89	2,92	2,85	2,88
EB (kal/ekor/hari)	332,10	400,83	366,46	343,14	316,79	329,97

BK = Bahan kering; PK = Protein kasar; LK = Lemak kasar; SK = serat kasar; BeTN = Bahan ekstrak tanpa Nitrogen; GE = gross energy

Konsumsi bahan kering pakan dipengaruhi palatabilitas, jumlah pakan yang tersedia dan komposisi kimia pakan [19]. Rataan konsumsi BK, zat-zat makanan lainnya dan energi bruto oleh oposum jantan lebih tinggi pada Periode I dan II dibandingkan pada oposum betina (Tabel 5). Hal ini disebabkan oposum layang jantan yang digunakan dalam penelitian ini berumur lebih muda daripada oposum betina, sehingga membutuhkan asupan nutrien yang lebih tinggi. Hewan yang lebih muda membutuhkan zat makanan yang lebih banyak, karena selain untuk kebutuhan hidup pokok juga untuk pertumbuhan [20]. Hewan pada masa pertumbuhan akan lebih membutuhkan nutrien untuk membangun tubuhnya, sedangkan hewan yang sudah tua akan mengonsumsi pakan hanya untuk kebutuhan hidup pokok, terutama karbohidrat. Terlihat pada Tabel 5 oposum layang jantan lebih banyak mengonsumsi BeTN (karbohidrat mudah dicerna) sebagai sumber energi.

Tabel 6. Konsumsi BK, PBBH, Konversi pakan dan Efisiensi penggunaan pakan

Oposum layang	Konsumsi BK (g/ekor/hari)	PBBH (g/ekor/hari)	Konversi pakan	EPP (%)
Periode I				
Jantan	6,40	0,14	46,52	2,15
Betina	5,52	0,23	24,55	4,07
Periode II				
Jantan	6,84	0,15	46,14	2,17
Betina	6,32	0,17	36,37	2,75

PBBH = Pertambahan bobot badan harian, BK = Bahan kering, EPP = Efisiensi penggunaan pakan

Konsumsi BK oleh oposum jantan di kedua Periode (I dan II) lebih tinggi dibandingkan oposum layang betina, sebaliknya pertambahan bobot badan oposum layang betina pada P I dan P II lebih tinggi daripada oposum layang jantan (Tabel 6). Oposum layang jantan memiliki nilai konversi pakan yang lebih tinggi dari pada oposum betina baik pada PI maupun PII, sebaliknya oposum jantan memperlihatkan nilai efisiensi penggunaan pakan yang lebih rendah daripada oposum betina. Hal ini berarti oposum layang jantan lebih efisien dalam menggunakan pakan dalam meningkatkan pertambahan bobot badannya. Selain itu karena oposum jantan berumur lebih muda dari oposum betina, sehingga lebih mampu untuk menggunakan pakan yang dikonsumsi guna pertambahan bobot badannya. Hal ini sejalan dengan pendapat [21] bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi pakan adalah umur dan pertambahan bobot badan. Konversi pakan adalah indikator teknis yang dapat menggambarkan tingkat efisiensi penggunaan pakan, semakin rendah angka konversi pakan berarti semakin efisien [20].

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan oposum layang betina di kedua periode lebih rendah mengonsumsi bahan kering pakan dan diikuti dengan pertambahan bobot badan yang lebih tinggi dibandingkan oposum layang jantan. Oposum layang betina memperlihatkan performa yang lebih baik ditinjau dari pertambahan bobot badan dan lebih efisien dalam memanfaatkan pakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Sdr. Umar Sofyani, Sdri.Tri Hadi Handayani dan Sdri. R. Lia Rahadian Amalia, yang telah membantu peneliti dalam analisis pakan dan pengumpulan data penelitian.

PUSTAKA

- [1] Johnson S. 2001. Sugar Glider/*Petaurus breviceps*. [www.Zoo.utas.edu.au/Sugar Glider.html](http://www.Zoo.utas.edu.au/Sugar%20Glider.html). [Diakses 12 Maret 2013].
- [2] Flannery T. 1995. *Mammals of New Guinea* (Revised and Updated Edition). Sidney: Australian Museum/Reed Books.
- [3] Christie V. 2001. *Christie's Critters*. www.angelfire.com/nc2/sugargli-derlady [Diakses 5 Juni 2013]
- [4] Petocz, R. 1994. *Mamalia Darat Irian Jaya*. Jakarta: PT. Gramedia
- [5] Farida, WR, Perdana A, Diapari D, Tjakradidjaja AS. 2005. Aktivitas yang Berhubungan dengan Perilaku Makan Oposum Layang (*Petaurus breviceps*) di Penangkaran pada Malam Hari. *Biodiversitas* 6 (4): 259-262
- [6] AOAC, 1995. *Official methods of analysis of AOAC international*, 16th. Ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- [7] Steel RGD, Torrie JH. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika : Suatu Pendekatan Biometrik*. Terjemahan : M.Syah. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [8] Tag Exotics. 2006. Tag exotics sugar glider caresheet. Sugar glider – *Petaurus breviceps*. <http://tagexotics.tripod.com/id23.html>. [Diakses 15 Maret 2010]
- [9] Irby I. 2002. Glider Haven. A safe haven of compassionate support for sugar glider enthusiasts' Weekly diet. <http://sugargliderhaven.com/sugar-glider-weeklydiet.html>. [Diakses 2 Juli 2012].

- [10] Kim. 2002. Sugar glider. [http://www. Sugar Glider.net/Sugar glider. Html.](http://www.SugarGlider.net/Sugar%20glider.html) (25 April 2004)
- [11] Koiscala451. 2007. How to Keep Your New Sugar Glider. [http://aqualandpetsplus.com/Animal.%20Sugar%20Glider.html.](http://aqualandpetsplus.com/Animal.%20Sugar%20Glider.html) (23 September 2009)
- [12] Brough J. 2011. *Animal World.* Sugar Gliders. http://animal-world.com/encyclo/critters/Sugar_Gliders/Sugar_Gliders.php [Di akses 13 Maret 2011).
- [13] Dierenfeld ES. 2009. Feeding behavior and nutrition of the sugar glider (*Petaurus breviceps*). *Vet. Clin. North Am. Exot. Anim. Pract.* 12 (2): 209-215.
- [14] Salamon. 2002. Animal gallery- sugar glider. [http://www. Cagework.com/sugar glider. html.](http://www.Cagework.com/sugar%20glider.html) [Di akses 25 Agustus 2009]
- [15] Anonimous. 2004. Sugar glieder. <http://www.aquaticcommunity.com/SugarGlider/> [Diakses 16 November 2011)
- [16] Wahju J, Sugandi D. 1984. Penuntun Praktis Beternak Ayam. Cetakan ke-4. Fakultas Peternakan. IPB. Bogor.
- [17] Sutardi T. 1980. *Landasan Ilmu Nutrisi.* Jilid I. Departemen Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. IPB. Bogor. 45-52.
- [18] Farida WR, Sulistyowati I, Sigit N, Pratas RG. 2002. Kecernaan dan efisiensi pakan pada oposum layang (*Petaurus breviceps*) di penangkaran. *J. Biol. Indon.* 3 (4): 320-331.
- [19] Parakkasi A. 1995. *Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminansia.* UI Press. Jakarta.
- [20] Anggorodi, 1984. *Ilmu Makanan Ternak Umum.* PT Gramedia Utama. Jakarta. 123-134.
- [21] North MO. 1978. Commercial Chicken Production Manual, 2nd Edition Text book. Avi Publishing Company. West Port, CT, USA.

TOTAL POPULASI DAN BIOMASSA MIKROBA SEBAGAI TINJAUAN MIKROBIOLOGIS FUNGSI DAN KUALITAS TANAH DI LAHAN GAMBUT DESA RIMBO PANJANG RIAU

TOTAL OF POPULATION AND MICROBIAL BIOMASS AS MICROBIOLOGICAL FUNCTION AND SOIL QUALITY IN PEATLAND AT RIMBO PANJANG VILLAGE RIAU

Bernadeta Leni Fibriarti, Rodesia M.Roza, Atria Martina, Delita Zul, Mei Ernawati

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau, Pekanbaru
Kampus Binakrida Simpang Baru Panam Km 12.5 Pekanbaru, Telp. (076163273)

ABSTRACT

Rimbo Panjang Village is one of peatland areas in Riau which consist of production areas. Most of these area have been converted to rubber plantation, pineapple plantation, oil palm plantation and settlement areas. This research is aimed to know function and soil quality of peatland in Rimbo Panjang village reviewed as microbiological function by analyzing physical and chemical characteristic of soil. Amount microbial population was counted by Total Plate Count (TPC). Totalize microbe population in general at all of location predominated by bacterial, where totalize of copiotrophic bacterial population reside at higher level range 1,96-4,67 ($\cdot 10^5$ CFU/g soil), in comparison with totalize of oligotrophic bacterial population 1,66-2,07 ($\cdot 10^5$ CFU/g soil). Soil respiration rate reside at range 123,17-255,78 ($\text{mg CO}_2/\text{m}^2/\text{hours}$). Soil respiration was measured by titration of CO_2 and measurement of microbial C, N and P biomass with *Chloroform Fumigation Extraction* (CFE) method. Result measurement of soil physical and chemical characteristic ranging from of pH 5,62-5,83, soil moisture 44,0-49,77 (%), temperature 26,05-28,33 ($^\circ\text{C}$), dry weight 26,2-31,8 (%) and bulk density 0,16-0,2 (g/cm^3). Measurement of microbial biomass indicate that microbial C biomass reside at range 39,43-249,76 ($\mu\text{g C}/\text{g soil}$), in comparison with microbial N biomass 2,97-17,31 ($\mu\text{g N}/\text{g soil}$) and microbial P biomass 4,20-19,98 ($\mu\text{g P}/\text{g soil}$). Biomasa C microbe have positive correlation with soil respiration ($r=0,165$). *Scatter plot* analyze shown that soil moisture have a tendency for the number of microbial population, where increasing of soil moisture follow by increasing amount of microbial population.

Keywords: Total of microbial population, soil respiration, microbial C, N and P biomass, peat land.

ABSTRAK

Rimbo Panjang adalah salah satu lahan gambut di Propinsi Riau. Sebagian besar kawasan ini telah beralih fungsi menjadi perkebunan karet, nanas, kelapa sawit dan pemukiman penduduk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fungsi dan kualitas tanah di lahan gambut Desa Rimbo Panjang ditinjau secara mikrobiologi dengan menganalisis karakter fisika kimia tanah. Total populasi mikroba dihitung dengan metode *Total Plate Count* (TPC). Respirasi tanah diukur dengan titrasi CO_2 dan pengukuran biomasa C, N dan P mikroba menggunakan metode *Chloroform Fumigation Extraction* (CFE). Hasil pengukuran karakter fisika kimia tanah yaitu dengan kisaran pH antara 5,62-5,83, kelembaban 44,0-49,77 (%), temperatur 26,05-28,33 ($^\circ\text{C}$), berat kering tanah 26,2-31,8 (%) dan berat volume tanah 0,16-0,2 (g/cm^3). Total populasi mikroba secara umum pada semua lokasi didominasi oleh bakteri, dimana total populasi bakteri koptotrof berada pada kisaran yang lebih tinggi 1,96-4,67 ($\cdot 10^5$ CFU/g tanah), jika dibandingkan dengan total populasi bakteri oligotrof 1,66-2,07 ($\cdot 10^5$ CFU/g tanah). Laju respirasi tanah berada pada kisaran 123,17-255,78 ($\text{mg CO}_2/\text{m}^2/\text{jam}$). Pengukuran biomasa mikroba menunjukkan bahwa biomasa C mikroba berada pada kisaran yang lebih tinggi (39,43-249,76 $\mu\text{g C}/\text{g tanah}$), jika dibandingkan dengan biomasa N mikroba (2,97-17,31 $\mu\text{g N}/\text{g tanah}$) dan biomasa P mikroba (4,20-19,98 $\mu\text{g P}/\text{g tanah}$).

tanah). Biomasa C mikroba berkorelasi positif dengan respirasi tanah ($r=0,165$). Analisis *scatter plot* menunjukkan bahwa kelembaban tanah memiliki kecenderungan mempengaruhi total populasi mikroba, dimana peningkatan kelembaban diikuti oleh peningkatan total populasi mikroba.

Katakunci: Total populasi mikroba, respirasi tanah, biomasa C, N dan P mikroba, lahan gambut.

PENDAHULUAN

Aktivitas antropogenik yang terjadi pada lahan gambut mengakibatkan perubahan vegetasi yang akan mempengaruhi sifat tanah dan komposisi komunitas mikroba tanah. Mikroba dapat digunakan sebagai indikator dalam memonitor kualitas suatu ekosistem [1]. Gambut mempunyai daya menahan air yang tinggi sehingga berfungsi sebagai penyangga hidrologi, pencegah banjir areal sekelilingnya, serta menjadi habitat bagi berbagai spesies fauna dan tanaman langka [2]. Konversi lahan gambut akan mengganggu semua fungsi ekosistem tersebut. Desa Rimbo Panjang telah mengalami kerusakan akibat aktivitas pembukaan lahan sebagai areal perkebunan dan kawasan pemukiman penduduk oleh masyarakat lokal. Sebagian besar lahan gambut tersebut mendapat tekanan akibat aktivitas penggunaan dan pengolahan lahan untuk dijadikan areal perkebunan karet dan kawasan pemukiman penduduk. Tekanan yang terjadi secara terus-menerus tersebut diperkirakan akan merusak dan menurunkan kualitas serta fungsi ekosistem lahan gambut. Aktivitas mikroba tanah dalam perombakan bahan organik dan pendauran unsur hara, akan berpengaruh terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah [3]. Beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui aktivitas mikroba adalah dengan mengukur laju respirasi tanah [4], serta total biomassa C, N dan P mikroba tanah [5]. Laju respirasi tanah merupakan salah satu pengukuran aktivitas biologi tanah yang mencerminkan produksi CO_2 [6]. Mikroba dapat digunakan sebagai indikator dalam memonitor kualitas suatu ekosistem [1]. Aktivitas mikroba tanah dalam perombakan bahan organik dan pendauran unsur hara, akan berpengaruh terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah [3]. Perubahan total populasi dan aktivitas mikroba merupakan indikasi awal dari gangguan yang terjadi pada ekosistem, sehingga dapat digunakan sebagai indikator kualitas tanah [7].

METODE

Pengambilan sampel

Sampel tanah gambut dikoleksi di daerah perkebunan karet Desa Rimbo Panjang Kec. Tambang Kab. Kampar. Pengambilan sampel tanah menggunakan metode *purposive random sampling* dengan cara menarik dua garis silang sepanjang 20 m dipetakan dilokasi pengambilan sampel. Sampel diambil pada 5 lokasi.

Pengukuran Karakter Fisika Kimia Tanah

Karakter fisika-kimia tanah yang diukur adalah pH dan kelembaban tanah diukur dengan soil tester, temperatur diukur dengan termometer tanah, berat volume tanah (*Bulk Density*) dan berat kering tanah diukur menggunakan metode Anderson dan Ingram 1992 .

Penghitungan Total Populasi Mikroba

Total populasi bakteri dihitung dengan metode cawan hitung (*plate count*) dan dilakukan dengan cara pengenceran menggunakan pelarut NaCl 0,85% dengan seri pengenceran 10^{-1} - 10^{-4} . Sampel (100 μl) dengan faktor pengenceran antara 10^{-3} - 10^{-4} dituang

ke petridish yang telah berisi medium nutrisi agar (NA). Total populasi kapang dilakukan menggunakan medium PDA (*Potato Dextrosa Agar*), Total Populasi aktinomisetes dilakukan menggunakan medium SCA (*Starch Casein Agar*) dan total populasi yeast dihitung menggunakan medium YMA (*Yeast Malt Extract*).

Pengukuran Biomassa Mikroba

Pengukuran biomassa C dan N mikroba diukur dengan metode *Chloroform Fumigation Extraction* (CFE). Biomassa P diukur menggunakan metode Anderson dan Ingram 1992.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Karakter Fisika Kimia Tanah

Pengukuran karakter fisika kimia tanah yang dilakukan pada lahan gambut di perkebunan karet Desa Rimbo Panjang, Kampar meliputi pH, temperatur, kelembaban, berat kering dan berat volume tanah. Data disajikan pada Tabel 1. Hasil pengukuran pH tanah secara umum menunjukkan nilai yang relatif sama dengan kisaran antara 5,62-5,83. Berdasarkan klasifikasi pH menurut Pusat Penelitian Tanah, menunjukkan bahwa pH tanah yang diperoleh dari penelitian ini dikategorikan sebagai pH agak asam dengan kisaran pH 5,6-6,5. Secara umum tanah gambut memiliki nilai pH yang rendah yaitu 3-5 dan semakin tebal bahan organik gambut maka pH tanah gambut akan semakin rendah.

Tabel 1. Karakterisasi Faktor Fisika dan Kimia Tanah

Lokasi	pH	Temperatur (°C)	Kelembaban (%)	Berat Kering (%)	Berat Volume (g/cm ³)
Lokasi I	5,82±0,15	26,16±0,70	46,22±6,12	31,80±3,29	0,19±0,029
Lokasi II	5,62±0,06	26,05±0,39	49,77±0,66	27,40±2,20	0,16±0,03
Lokasi III	5,67±0,10	26,38±0,65	49,33±1,00	26,20±0,20	0,20±0,03
Lokasi IV	5,8	27,27±0,87	48	26,73±0,11	0,19±0,017
Lokasi V	5,83±0,10	28,33±0,66	44±7,93	26,60±0,34	0,18±0,014

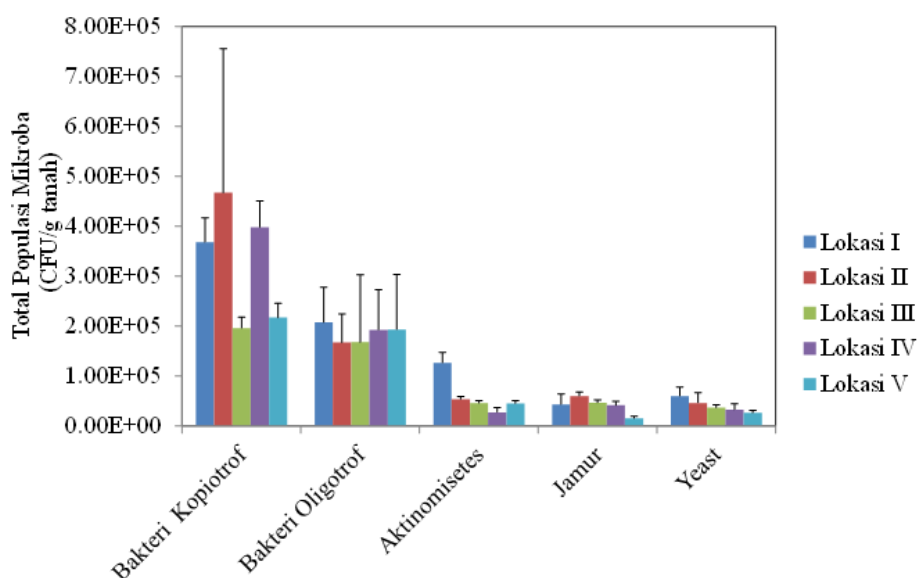
Kelembaban tanah yang diukur pada saat pengambilan sampel berkisar antara 44-49,77%, dengan nilai rata-rata kelembaban tanah 47,85 %. Tingginya kelembaban tanah erat kaitannya dengan tingkat kemampuan tanah dalam menyimpan air [8]. Sebaliknya, rendahnya kelembaban tanah disebabkan oleh kandungan air pada tanah mengalir menuju kanal-kanal yang terbentuk [9].

Hasil pengukuran berat kering tanah gambut di lokasi pengambilan sampel berkisar antara 26,2-31,8 %. Pengukuran berat kering tanah dapat menunjukkan kandungan air tanah gambut. Pada penelitian ini diperoleh kisaran kandungan air tanah sebesar 68,2-73,8%.

Berat volume tanah gambut dari lima lokasi pengambilan sampel tanah bervariasi antara 0,16-0,20 g/cm³. Nilai berat volume tanah gambut dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusun gambut, tingkat dekomposisi bahan organik, kandungan mineral dan kadar air saat pengambilan sampel. Berdasarkan pengukuran berat volume tanah yang dilakukan, tingkat dekomposisi material organik tanah gambut dapat ditentukan. Secara umum, tanah gambut pada lokasi pengambilan sampel berada pada tingkat dekomposisi jenis hemik.

Total Populasi Mikroba

Total Populasi Mikroba Tanah



Gambar 1. Diagram total populasi mikroba pada 5 lokasi lahan gambut

Total populasi bakteri yang dihitung dari sampel tanah gambut di Desa Rimbo Panjang meliputi bakteri koptotrof dan bakteri oligotrof. Berdasarkan kebutuhan nutrisi, bakteri dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu bakteri koptotrof dan bakteri oligotrof. Bakteri koptotrof merupakan kelompok bakteri yang mampu hidup dan berkembang biak pada kondisi kaya nutrisi dengan jumlah karbon terlarut 1000 mg C per liter, sedangkan bakteri oligotrof merupakan kelompok bakteri yang mampu hidup pada kondisi lingkungan yang miskin nutrisi (jumlah karbon terlarut 1-15 mg C per liter) [10,11].

Total populasi bakteri koptotrof dari masing-masing lokasi pengambilan sampel tanah gambut berkisar antara $1,96 \pm 0,22 \cdot 10^5$ CFU/g tanah hingga $4,67 \pm 2,88 \cdot 10^5$ CFU/g tanah. Tingginya populasi bakteri koptotrof, kemungkinan selain karena adanya proses kanalisasi juga karena faktor eksudat akar. Perakaran tanaman karet dan tutupan vegetasi dibawahnya membentuk sistem perakaran yang menyebar. Sistem perakaran ini dapat memperbaiki struktur tanah dengan membentuk makroagregat antara akar dan jamur serta membentuk

Rasio bakteri oligotrof dengan koptotrof dapat menggambarkan kestabilan lingkungan dan untuk melihat kemampuan bakteri dalam beradaptasi pada kondisi miskin nutrisi.

Tabel 4. Rasio total populasi bakteri oligotrof/koptotrof di lahan gambut Desa Rimbo Panjang.

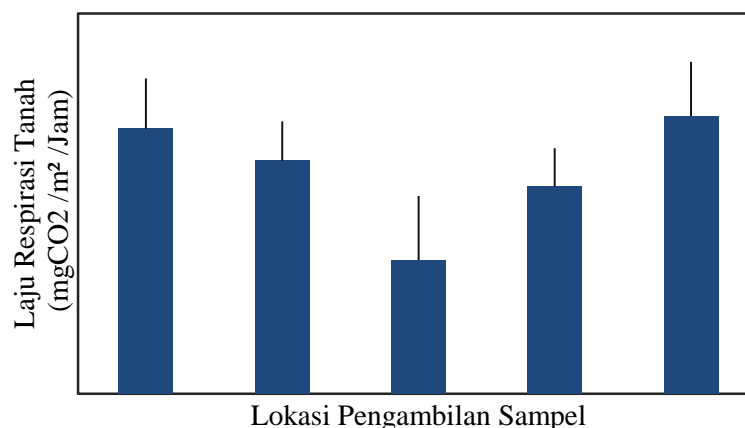
Lokasi	Rasio bakteri oligotrof/koptotrof (10^5 CFU/g tanah)
I	0.56
II	0.36
III	0.85
IV	0.48
V	0.89

Hasil rasio bakteri oligotrof/koptotrof yang tinggi dan didominasi oleh bakteri oligotrof dapat diartikan bahwa kondisi lingkungan stabil dengan ketersediaan substrat rendah. Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa total populasi bakteri lebih tinggi daripada total populasi jamur, aktinomisetes dan yeast. Hal disebabkan bakteri memiliki kemampuan adaptasi yang

tinggi terhadap perubahan lingkungan daripada kelompok mikroba lainnya, selain itu bakteri juga memiliki masa pertumbuhan yang cepat.

Respirasi Tanah

Hasil pengukuran laju respirasi tanah bervariasi antara 123,17-255,78 mg CO₂/m²/jam. Respirasi tanah menggambarkan proses mineralisasi bahan-bahan organik oleh mikroba tanah dalam memperoleh energi selama pertumbuhannya yang dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain ketersediaan bahan organik tanah, aerasi, temperatur, kelembaban dan sistem manajemen tanah.

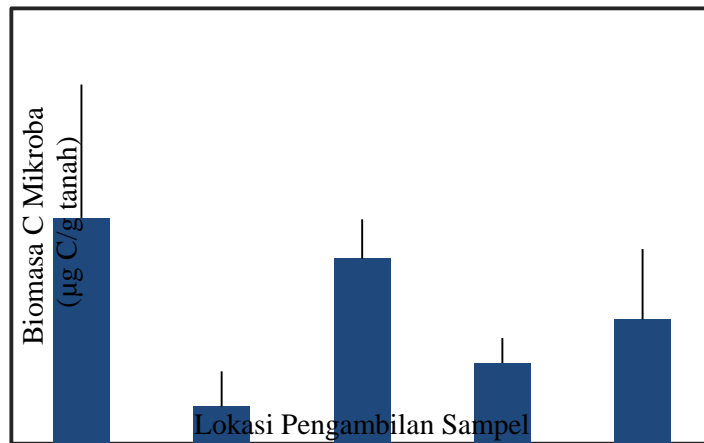


Gambar 2. Laju respirasi tanah pada 5 lokasi

Laju respirasi tinggi ditandai dengan meningkatnya aktivitas mikroba tanah yang dapat digambarkan melalui peningkatan laju dekomposisi bahan organik tanah. Lokasi pengambilan sampel mengalami pengolahan lahan berupa pembuatan saluran drainase untuk mengurangi air permukaan. Pengurangan air permukaan akan meningkatkan laju dekomposisi bahan organik tanah dan populasi bakteri karena pada kondisi ini nutrisi bagi mikroba tanah menjadi tersedia [12], sehingga menyebabkan laju respirasi tanah juga mengalami peningkatan. Secara umum, dari hasil penelitian ini dapat terlihat bahwa aktivitas antropogenik telah mempengaruhi laju respirasi tanah berupa peningkatan laju respirasi tanah. Oleh karena itu, pengukuran laju respirasi tanah dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam memonitor kualitas tanah di Desa Rimbo Panjang yang disebabkan oleh aktivitas antropogenik.

Biomasa C Mikroba

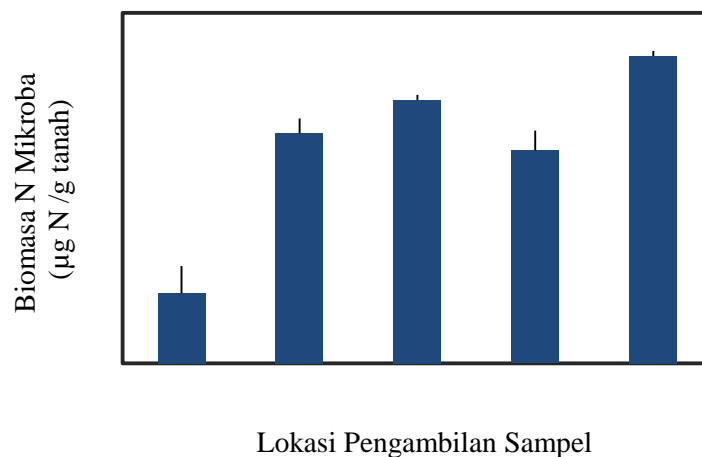
Gambar 3 menunjukkan hasil penghitungan biomasa karbon mikroba di tanah gambut Desa Rimbo Panjang bervariasi antara 102,75-621,97 µg C/g tanah. Pengukuran biomasa mikroba di suatu lahan dapat menggambarkan kualitas tanah melalui aktivitas mikroba tanah yang berlangsung baik. Keberadaan biomasa mikroba dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah bahan-bahan organik tanah yang merupakan sumber nutrisi bagi biomasa mikroba dalam aktivitas metabolisme.



Gambar 3. Hasil pengukuran Biomassa C mikroba pada 5 lokasi

Biomasa N Mikroba

Biomasa N mikroba di wilayah Desa Rimbo Panjang (Gambar 4) bervariasi dengan kisaran antara 2,802-12,280 µg N/g tanah. Biomasa N mikroba tertinggi terdapat pada lokasi 5 dengan nilai 12,280 µg N/g tanah diikuti oleh lokasi karet 3, 2, 4 dan 1 dengan nilai berurutan yakni: 10,528 µg N/g tanah, 9,196 µg N/g tanah, 8,505 µg N/g tanah dan 2,802 µg N/g tanah.



Gambar 4. Biomassa N mikroba pada 5 lokasi

KESIMPULAN

Kualitas tanah gambut pada perkebunan karet di Desa Rimbo Panjang masih cukup mampu mendukung keberlangsungan proses-proses biologi tanah. Analisis *scatter plot* menunjukkan bahwa kelembaban tanah memiliki kecenderungan mempengaruhi total populasi mikroba, dimana peningkatan kelembaban diikuti oleh peningkatan total populasi mikroba.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Winding A, Hund-Rinke K, and Rutgers M. 2005. The use of microorganisms in ecological soil
- [2] Agus F, Subiksa IGM. 2008. Lahan Gambut Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan. Bogor. Balai Penelitian Tanah dan *World Agroforestry Centre* (ICRAF).
- [3] Handayanto E, Hairiah K. 2009. *Biologi Tanah : Landasan Pengelolaan Tanah Sehat*. Pustaka Adipura. Yogyakarta.
- [4] Renella G, Landi L, Nannipieri P. 2008. Enzyme assay measure of soil microbial activity in relation to trace and nutrient availability. *Geophysical Research Abstracts*. Vol 10.
- [5] Guo-Chao C dan Zhen-Li H. 2003. Effect of land use on microbial biomass C, N and P in red soils. *J Zhejiang University Sci* 4 (4): 480-484
- [6] Kaur K, Rajesh KJ, David JM. 2006. Impact of temperature and defoliation (simulated grazing) on soil respiration of pasture grass (*Cenchrus ciliaris* L) in a controlled experiment. *Agricultural Journal* 1(4): 291-302.
- [7] Hu C, Z Cao. 2007. Size and activity of the soil microbial biomass and soil enzyme activity in long-term field experiments. *World Journal of Agricultural Sciences* 3(1): 63-70.
- [8] Sagiman, S. 2007. Pemanfaatan lahan gambut dengan perspektif pertanian berkelanjutan. [Orasi Ilmiah Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah]. Universitas Tanjungpura, Fakultas Pertanian
- [9] Nuruddin, A. A., Leng, H.M., Bassarudin, F. 2006. Peat moisture and water level relationship in a tropical peat swamp forest. *Journal of Applied Science*. 6 (11): 2517-2519.
- [10] Langer U, Livia B, Frank B. 2004. Classification of soil microorganisms based on growth properties: a critical view of some commonly used terms. *Journal Plant Nutr Soil Science* 167: 267-269
- [11] Yoshida N, Ohhata N, Yoshino Y, Katsuragi T. 2007. Screening of carbon dioxide-requiring extreme oligotrophs from soil. *Biotechnol* 71(11), 2830-2832.
- [12] Bintang, B Rusman, EM Harahap. 2005. Kajian subsidensi pada lahan gambut di Labuhan Batu Sumatera Utara. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Pertanian Agrisol* 4(1): 35-41.

BIOLOGI
PENDIDIKAN



2014
Semirata
Bidang MIPA

PENGARUH SELF-EFFICACY DAN MODEL PEMBELAJARAN TERHADAP HASIL BELAJAR KOGNITIF SISWA SMA DALAM BIDANG BIOLOGI

SELF-EFFICACY EFFECTS AND LEARNING MODEL ON HIGH SCHOOL STUDENT'S COGNITIVE LEARNING OUTCOMES IN THE BIOLOGY SUBJECT

Dian Lestari A. Situmorang dan Herbert Sipahutar

Program Studi Magister Pendidikan Biologi
Pascasarjana Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara, Indonesia

ABSTRACT

This quasi-experimental study aimed to determine the effect of learning models, self-efficacy and the effect of the interaction model of learning and self-efficacy toward biology student learning outcomes. The study was conducted at SMA Methodist 1 Medan using sampling method of two classes (which consisted of 68 students) of the four classes of X (total 136 students) in this school. Each class tested beforehand to determine the level of self-efficacy before learn with Jigsaw cooperative learning model or sinektik. Cognitive learning outcomes measured by tests and analyzed by analysis of variance of two lines at a significance level of $p = 0.05$. The results showed that both models of learning and self-efficacy character individually affect cognitive learning outcomes of students. Furthermore, it was found that the model of learning and self-efficacy interact affect cognitive learning outcomes of students of class X in the field of biology. However, in the interaction, self-efficacy affects learning outcomes more strongly than the learning model. If a student has a high self-efficacy, then any model of learning (whether sinektik or cooperative Jigsaw) used will improve student learning outcomes significantly. Thus it is suggested that teachers should recognize the first character of their students before determining and implementing the learning model.

Keyword: Sinektik learning model, Jigsaw, Self-efficacy

ABSTRAK

Penelitian kuasi eksperimen ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran, *self-efficacy* dan pengaruh interaksi model pembelajaran dan *self-efficacy* terhadap hasil belajar biologi siswa. Penelitian dilakukan di SMA Methodist 1 Medan dengan cara mencuplik secara kluster dua kelas (yang terdiri atas 68 siswa) dari empat kelas X (total 136 siswa) yang ada di sekolah penelitian. Masing-masing kelas diangket terlebih dahulu untuk mengetahui tingkat *self-efficacy* sebelum dibelajarkan dengan model pembelajaran kooperatif tipe Jigsaw atau sinektik. Hasil belajar kognitif diukur dengan tes dan dianalisis dengan analisis variansi dua jalur pada taraf signifikansi $p = 0,05$. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa baik model pembelajaran maupun karakter *self-efficacy* secara sendiri-sendiri mempengaruhi hasil belajar kognitif siswa. Selanjutnya ditemukan bahwa model pembelajaran dan *self-efficacy* berinteraksi mempengaruhi hasil belajar kognitif siswa kelas X dalam bidang biologi. Namun demikian, dalam interaksi tersebut, *self-efficacy* mempengaruhi hasil belajar lebih kuat dibanding dengan model pembelajaran. Jika seorang siswa memiliki *self-efficacy* yang tinggi, maka model pembelajaran yang mana pun (apakah sinektik atau kooperatif Jigsaw) digunakan akan meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan. Dengan demikian disarankan bahwa guru harus mengenali terlebih dahulu karakter siswanya sebelum menentukan dan mengimplementasikan model pembelajaran.

Kata Kunci: Model pembelajaran sinektik, Jigsaw, *self-efficacy*

PENDAHULUAN

Perubahan paradigma dalam pembelajaran, khususnya dalam pemilihan model pembelajaran, yang dibarengi dengan kemampuan guru untuk mengenali karakter siswanya sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas proses dan hasil pembelajaran. Model, metode dan pendekatan pembelajaran yang semula berpusat pada guru harus diubah menjadi berpusat pada siswa, dari ekspositori menjadi partisipatori, dan dari tekstual menjadi kontekstual. Undang-undang nomor 16 tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru, menuntut guru untuk mampu mengorganisasikan dan menyajikan materi pengajarannya dengan berbagai metode pembelajaran dan alat bantu yang efektif dan efisien untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Menurut pandangan konstruktivisme, pengetahuan tidak begitu saja bisa ditransfer oleh guru ke pikiran siswa, melainkan siswa yang mengkonstruksi sendiri pengetahuan itu di dalam pikirannya sendiri. Hal ini berarti bahwa siswa dituntut untuk mampu melakukan aktivitas belajar secara kontekstual, baik secara kelompok (kooperatif) maupun secara individual.

Kualitas pendidikan Indonesia berada pada peringkat ke 69 dari 127 negara di dunia. Salah satu penyebab rendahnya hasil belajar siswa adalah kekeliruan guru dalam memilih dan menggunakan model pembelajaran di dalam kelas [1]. Faktor penyebab lainnya adalah ketidak mampuan guru untuk mengidentifikasi karakteristik (seperti *self-efficacy*) yang dimiliki siswa. *Self-efficacy* merupakan salah satu karakteristik siswa yang berperan sebagai mediator dalam pencapaian tujuan pembelajaran sehingga sangat perlu diperhatikan dan diidentifikasi oleh guru sebelum melakukan pemilihan dan penerapan model pembelajaran [2], [3].

Menurut Bandura [4], *self-efficacy* adalah keyakinan seseorang bahwa ia dapat menguasai situasi dan menghasilkan hasil (*outcomes*) yang positif. Sedangkan menurut Wilhite [5] *self efficacy* adalah suatu keadaan dimana seseorang yakin dan percaya bahwa mereka dapat mengontrol hasil dari usaha yang telah dilakukan. Ini menunjukkan bahwa *self-efficacy* adalah keyakinan seseorang terhadap dirinya untuk mampu melakukan tugas tertentu, dalam situasi tertentu, atau keyakinan individu bahwa dirinya dapat mengatasi dan menyelesaikan suatu tugas dengan baik. Karena itu, *self efficacy* sangat mempengaruhi kepercayaan diri, sedangkan kepercayaan diri adalah satu aspek kepribadian terpenting dalam kehidupan manusia yang terbentuk melalui proses belajar dalam interaksinya dengan lingkungan. Kepercayaan diri berfungsi penting untuk mengaktualisasikan potensi yang dimiliki manusia.

Di samping itu, proses pembelajaran terjadi karena adanya proses komunikasi, baik antara guru dan siswa, antara siswa dan siswa, maupun antara siswa dan sumber belajar lainnya. Sehubungan dengan itu, Shagita dan Suprihatin [5] menemukan bahwa *self efficacy* berpengaruh negatif terhadap kecemasan berkomunikasi. Artinya, makin tinggi *self efficacy* makin rendah kecemasan berkomunikasi. Dalam pembelajaran kooperatif, kemampuan berkomunikasi sangat menentukan hasil kerja kelompok, sehingga *self-efficacy* diduga sangat menentukan dalam keberhasilan pembelajaran kooperatif. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variabel karakteristik peserta belajar yang dalam hal ini *self efficacy* berpengaruh positif terhadap hasil belajar. Akan tetapi, interaksi antara variabel ini dan model pembelajaran terhadap hasil belajar belum diketahui. Padahal dalam proses pembelajaran interaksi antara beberapa variabel karakteristik peserta belajar dan model pembelajaran yang

diterapkan terhadap hasil belajar sangat perlu diketahui, terutama untuk pemilihan metode pembelajaran yang efektif dan efisien.

Anderson dan Krathwohl [7] mengemukakan bahwa kreativitas merupakan hasil belajar level tertinggi dalam ranah kognitif. Untuk mengembangkan kreativitas, Gordon [8] menyarankan penggunaan model pembelajaran sinektik. Sinektik berarti strategi mempertemukan berbagai macam unsur, dengan menggunakan kiasan untuk memperoleh satu pandangan baru. Model sinektik berorientasi meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, ekspresi kreatif, empati, dan wawasan dalam hubungan sosial. Model ini telah teruji mampu mengembangkan aktivitas kelompok dalam organisasi industri sehingga individu mampu bekerja sama, mengatasi masalah (*problem-solvers*) dan mampu mengembangkan produksi (*products-developers*) [8].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun ajaran 2012/2013 di SMA Swasta Methodist 1 Medan. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas X yang berjumlah 136 orang yang terdistribusi ke dalam 4 kelas paralel (34 siswa per kelas). Dua kelas (terdiri atas 68 siswa, yaitu kelas X_1 dan X_2) diambil secara *cluster random sampling* sebagai sampel penelitian. Kelas X_1 dibelajarkan dengan model pembelajaran sinektik sedangkan kelas X_2 dibelajarkan dengan model pembelajaran kooperatif Jigsaw.

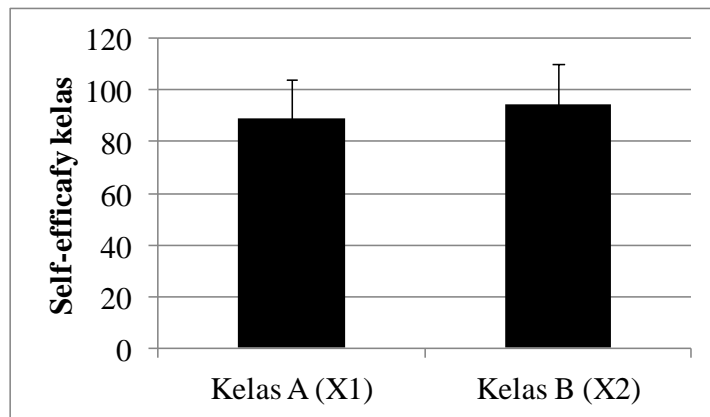
Data penelitian diperoleh menggunakan instrumen tes (untuk hasil belajar kognitif, baik pre tes maupun post tes) dan nontes (untuk data *self-efficacy*). Data pretes digunakan untuk menyelidiki kesamaan karakteristik dan kesamaan pengetahuan awal siswa sampel. Data post tes, data kemampuan kognitif siswa yang diperoleh pasca pembelajaran dengan model sinektik atau kooperatif tipe Jigsaw. Instrumen tes terdiri atas 30 butir pertanyaan berkaitan dengan materi ekosistem, Instrumen non tes terdiri atas 30 butir pernyataan terkait *self-efficacy* yang disusun dan diberi skor menurut skala Likert dengan lima kemungkinan jawaban dengan pembobotan 5 (tertinggi) sampai 1 (terendah). Kedua instrumen telah memenuhi tingkat validitas dan reliabilitas sebelum digunakan.

Data dianalisis dengan analisis varians dua jalur (*two-ways of anova*) dan uji lanjut Tukey jika diperlukan. Semua pengujian dilakukan pada taraf signifikansi $p < 0,05$, dengan menggunakan *SPSS 17.0 for Windows*.

HASIL PENELITIAN

Kemampuan awal dan skor *self-efficacy*

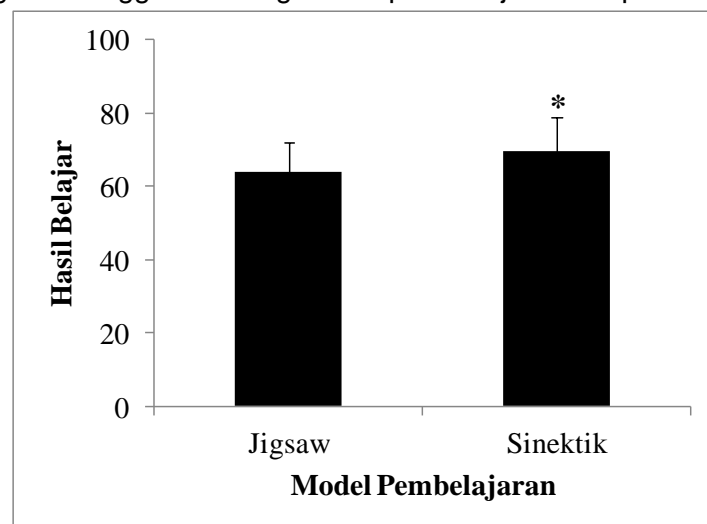
Berdasarkan hasil pre test, kedua kelas sampel ternyata memiliki kemampuan awal yang sama (data tidak ditampilkan) dan rata-rata skor *self-efficacy* untuk kedua kelas juga tidak berbeda secara signifikan (Gambar 1). Selanjutnya ditemukan bahwa distribusi siswa atas skor *self-efficacy* rendah (antara 18 – 20 orang) dan *self efficacy* tinggi (antara 14 – 16 orang) cukup berimbang. Berdasarkan hasil pengukuran awal ini ditetapkan bahwa kedua kelas sampel memenuhi syarat untuk digunakan sebagai kelas penelitian.



Gambar 1. Rata-rata (\pm SD) skor *self-efficacy* kelas sampel. Kedua kelas tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam skor sehingga dapat digunakan sebagai kelas penelitian.

Hasil belajar

Pengaruh model pembelajaran: Model pembelajaran sinektik memberi hasil belajar kognitif siswa yang lebih tinggi dibanding model pembelajaran kooperatif Jigsaw (Gambar 2).



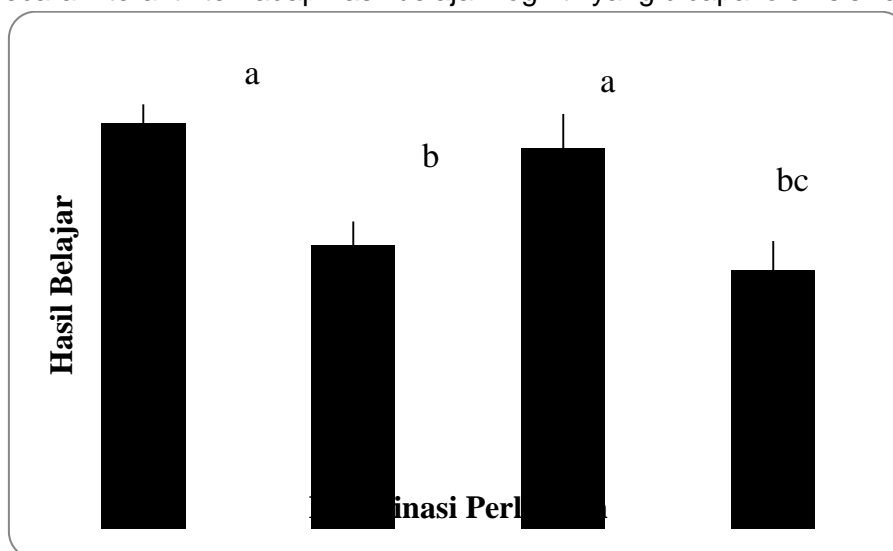
Gambar 2. Pengaruh model pembelajaran terhadap rata-rata (\pm SD) hasil belajar siswa kelas X SMAS Methodist 1 Medan. Model sinektik memberi hasil belajar yang lebih tinggi dibanding dengan Jigsaw, tanpa memperhatikan skor *self-efficacy*. Tanda * menunjukkan berbeda secara signifikan ($p = 0.009$).

Pengaruh self-efficacy: Tanpa memperhatikan model pembelajaran yang digunakan, ternyata karakter *self-efficacy* siswa sangat mempengaruhi hasil belajar kognitifnya. Siswa dengan skor *self-efficacy* tinggi mencapai hasil belajar kognitif yang secara signifikan jauh lebih tinggi dibanding dengan siswa dengan skor *self-efficacy* yang rendah (Gambar 3).



Gambar 3. Pengaruh self-efficacy terhadap rata-rata (\pm SD) hasil belajar kognitif siswa kelas X SMAS Methodist 1 Medan. Karakter *self-efficacy* yang dimiliki ternyata sangat mempengaruhi hasil belajar kognitif siswa. Tanda * menunjukkan berbeda secara signifikan ($p = 0.00$).

Pengaruh interaksi model dan self-efficacy: Model pembelajaran (kooperatif Jigsaw dan sinetik) dan karakter *self-efficacy* (skor rendah dan skor tinggi) ternyata memberi pengaruh secara interaktif terhadap hasil belajar kognitif yang dicapai oleh siswa (Gambar 4).



Gambar 4. Pengaruh interaksi model pembelajaran dan karakter *self-efficacy* terhadap hasil belajar kognitif siswa kelas X SMAS Methodist 1 Medan: A₁ = model pembelajaran kooperatif Jigsaw, A₂ = model pembelajaran sinetik, B₁ = *self-efficacy* tinggi, B₂ = *self-efficacy* rendah (uji F dilanjutkan dengan uji Tukey; $p = 0,05$).

Gambar 4 menunjukkan bahwa karakter *self-efficacy* mempengaruhi hasil belajar lebih kuat dibanding dengan model pembelajaran. Perubahan model pembelajaran, contohnya dari Jigsaw (A₁) menjadi sinetik (A₂), tidak memberi pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar kognitif (hasil belajar akan tetap lebih tinggi) jika siswa memiliki karakter *self-efficacy* yang tinggi. Sebaliknya pada siswa dengan karakter *self-efficacy* yang rendah, perubahan model

PEMBAHASAN

Pengaruh model pembelajaran. Penelitian ini menunjukkan keunggulan model pembelajaran sinektik dibanding model kooperatif Jigsaw terhadap hasil belajar siswa. Model pembelajaran sinektik didasarkan pada tiga asumsi. Pertama, dengan membawa proses kreatif menuju kesadaran dan dengan mengembangkan bantuan-bantuan eksplisit menuju kreativitas, siswa dapat secara langsung meningkatkan kapasitas kreatif secara individu maupun kelompok. Kedua, bahwa komponen emosional lebih penting dari pada intelektual, irasional lebih penting dari rasional. Hal ini berarti bahwa interaksi yang tidak masuk akal menyisakan ruang bagi pemikiran yang terus-menerus yang dapat menuntun pada kondisi mental dimana banyak gagasan-gagasan baru muncul. Ketiga, unsur-unsur emosional, irasional harus dipahami dalam rangka meningkatkan kemungkinan sukses dalam situasi pemecahan masalah. Hal ini berarti bahwa analisis terhadap proses irasional dan emosional tertentu dapat membantu individu dan kelompok untuk meningkatkan kreativitas mereka dengan menggunakan irasionalitas secara konstruktif. Baron dan Byrne [9] mengemukakan bahwa self-efficacy merupakan penilaian individu terhadap kemampuan atau kompetensinya untuk melakukan suatu tugas, mencapai suatu tujuan, dan menghasilkan sesuatu. Bandura [4] mendefinisikan self-efficacy sebagai persepsi tentang kemampuan individu untuk mengorganisasikan dan mengimplementasikan tindakan untuk menampilkan kecakapan tertentu. Model sinektik akan menimbulkan proses berpikir yang kreatif sehingga peserta belajar dengan sendirinya telah melalui proses kognitif, mulai dari mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi sesuai dengan teori Bloom yang telah direvisi sebagaimana telah dideskripsikan pada deskripsi teoretis tentang hasil belajar. Model sinektik menstimulasi siswa untuk melihat dan merasakan gagasan orisinal dengan cara-cara yang baru dan lebih segar. Siswa diharapkan dapat menghadapi masalah dengan lebih bijaksana dan mengembangkan solusi yang dapat mereka eksplorasi. Model pembelajaran sinektik menitik beratkan pada proses analogik. Proses analogik dapat terjadi jika informasi sebelumnya telah dikuasai secara tuntas sehingga dapat digunakan pada situasi-situasi lain sampai dilahirkan gagasan-gagasan baru. Jadi, dengan menggunakan model pembelajaran sinektik akan dapat meningkatkan kreativitas siswa. Kreativitas pada dasarnya merupakan proses emosional, yang mensyaratkan unsur-unsur irasionalitas dan emosi untuk meningkatkan proses intelektual serta hasil belajar siswa di dalam kelas.

Sementara itu, model pembelajaran kooperatif Jigsaw melatih siswa untuk mampu berpartisipasi aktif, berkomunikasi dan saling membantu dalam menguasai materi pelajaran untuk mencapai prestasi yang maksimal [10]. Model ini didasarkan pada empat prinsip utama, yaitu prinsip ketergantungan positif, prinsip tanggung jawab perseorangan, prinsip interaksi tatap muka. Pembelajaran kooperatif Jigsaw memberi ruang dan kesempatan yang luas kepada setiap anggota kelompok untuk bertatap muka saling memberikan informasi dan saling membelajarkan dan prinsip partisipasi dan komunikasi. Dengan teknik Jigsaw ini guru memperhatikan skemata atau latar belakang pengalaman siswa dan membantu siswa mengaktifkan skemata ini agar bahan pelajaran menjadi lebih bermakna. Selain itu, siswa bekerja dengan siswa dalam suasana gotong royong dan mempunyai banyak kesempatan untuk mengolah informasi dan meningkatkan keterampilan komunikasi. Jigsaw didesain untuk meningkatkan rasa tanggung jawab siswa secara mandiri juga dituntut saling ketergantungan yang positif (saling memberi tahu) terhadap teman sekelompoknya. Kunci Jigsaw ini adalah interdependensi setiap siswa terhadap anggota tim yang memberikan informasi yang diperlukan dengan tujuan agar dapat mengerjakan tugas dengan baik. Jigsaw

didesain untuk meningkatkan rasa tanggung jawab siswa terhadap pembelajarannya sendiri dan juga pembelajaran orang lain. Siswa tidak hanya mempelajari materi yang diberikan, tetapi mereka juga harus siap memberikan dan mengajarkan materi tersebut pada anggota kelompoknya yang lain. Dengan demikian, siswa saling tergantung satu dengan yang lain dan harus bekerja sama secara kooperatif untuk mempelajari materi yang ditugaskan [11]. Motivasi teman sebaya dapat digunakan secara efektif di kelas untuk meningkatkan, baik pembelajaran kognitif siswa maupun pertumbuhan efektif siswa. Salah satu tantangan terbesar yang dihadapi guru adalah memotivasi siswa. Guru cenderung menggunakan kompetensi untuk memotivasi siswa mereka dan sering mengabaikan strategi yang didalamnya terdapat kerja sama dan motivasi teman sebaya yang dapat digunakan untuk membantu siswa fokus terhadap prestasi akademis [12].

Pengaruh self-efficacy. Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan hasil belajar biologi siswa yang memiliki self-efficacy tinggi terhadap hasil belajar biologi siswa yang memiliki self-efficacy rendah. Self-efficacy merupakan keyakinan atau kepercayaan individu mengenai kemampuan dirinya untuk mengorganisasi, melakukan suatu tugas, mencapai suatu tujuan pembelajaran di dalam kelas. Bandura [4] menyatakan bahwa self-efficacy pada dasarnya terdiri dari tiga dimensi, yaitu: pertama, tingkat (level). Hal ini berarti bahwa self-efficacy individu dalam mengerjakan suatu tugas berbeda dalam tingkat kesulitan tugas. Individu memiliki self-efficacy yang tinggi pada tugas yang mudah dan sederhana, atau juga pada tugas-tugas yang rumit dan membutuhkan kompetensi yang tinggi. Individu yang memiliki self-efficacy yang tinggi cenderung memilih tugas yang tingkat kesukarannya sesuai dengan kemampuannya; kedua, keluasan (generality). Dimensi ini berkaitan dengan penguasaan individu terhadap bidang atau tugas pekerjaan. Individu dapat menyatakan dirinya memiliki self-efficacy pada aktivitas yang luas, atau terbatas pada fungsi domain tertentu saja. Individu dengan self-efficacy yang tinggi akan mampu menguasai beberapa bidang sekaligus untuk menyelesaikan suatu tugas. Individu yang memiliki self-efficacy yang rendah hanya menguasai sedikit bidang yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu tugas; ketiga, kekuatan (strength), dimensi yang ketiga ini lebih menekankan pada tingkat kekuatan atau kemantapan individu terhadap keyakinannya. Self-efficacy menunjukkan bahwa tindakan yang dilakukan individu akan memberikan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan individu. Self-efficacy menjadi dasar dirinya melakukan usaha yang keras, bahkan ketika menemui hambatan sekalipun.

Berdasarkan pernyataan tersebut siswa yang memiliki self-efficacy yang tinggi akan cenderung untuk menyelesaikan tugas yang memiliki standar yang tinggi baik dari segi kedalaman maupun keluasan dan memiliki harapan keberhasilan yang tinggi pula. Sebaliknya, siswa yang memiliki self-efficacy yang rendah akan cenderung menyelesaikan tugas yang memiliki standar yang rendah baik dari segi kedalaman maupun keluasan dan memiliki harapan keberhasilan yang rendah pula. Oleh karena itu, dapat diduga bahwa hasil belajar biologi siswa yang memiliki self-efficacy tinggi akan lebih tinggi daripada siswa yang self-efficacy rendah [13].

Pengaruh interaksi model pembelajaran dan self-efficacy. Pada hasil penelitian ini diperoleh bahwa terdapat pengaruh signifikan interaksi antara model pembelajaran (sinektik dan kooperatif Jigsaw) dan self-efficacy (tinggi dan rendah) terhadap hasil belajar biologi siswa. Sebagaimana dalam penerapan model pembelajaran Sinektik, siswa dituntut untuk melakukan berpikir analogik, yaitu menggunakan informasi-informasi (pengetahuan dan keterampilan) yang sudah dimilikinya untuk menghasilkan informasi-informasi yang baru yang setara. Untuk itu, dibutuhkan keyakinan akan kemampuan diri untuk dapat

melakukannya secara sukses. Hal ini berkaitan dengan penguasaan individu terhadap bidang atau tugas pekerjaan. Individu dengan *self-efficacy* yang tinggi akan mampu menguasai beberapa bidang sekaligus untuk menyelesaikan suatu tugas. Individu yang memiliki *self-efficacy* yang rendah hanya menguasai sedikit bidang yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu tugas; ketiga, kekuatan (*strength*), dimensi yang ketiga ini lebih menekankan pada tingkat kekuatan atau kemantapan individu terhadap keyakinannya. *Self-efficacy* menunjukkan bahwa tindakan yang dilakukan individu akan memberikan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan individu. *Self-efficacy* menjadi dasar dirinya melakukan usaha yang keras, bahkan ketika menemui hambatan sekalipun.

Dalam penerapan model pembelajaran kooperatif Jigsaw, siswa dituntut untuk berbagi informasi dan keterampilan dari masing-masing siswa dalam kelompoknya. Masing-masing anggota kelompok dituntut untuk saling membantu dan saling mendorong untuk mencapai hasil yang maksimal sebagai hasil diskusi kelompok. Bagi siswa yang memiliki *self-efficacy* yang rendah akan terdorong memiliki penguasaan yang lebih dari pada harapannya karena mendapat pencerahan dari teman lain yang memiliki kemampuan yang lebih tinggi sesuai dengan syarat penentuan anggota kelompok yang heterogen dalam penerapan model pembelajaran kooperatif Jigsaw.

Oleh karena itu menjadi jelas bahwa efektifitas model pembelajaran sangat dipengaruhi karakter peserta belajar, dalam hal ini *self-efficacy* siswa. Siswa yang memiliki *self-efficacy* tinggi cenderung untuk menyelesaikan tugas standar yang tinggi baik dari segi kedalaman maupun keluasan dan memiliki harapan keberhasilan yang tinggi pula. Apabila siswa yang memiliki *self-efficacy* tinggi dihadapkan pada tugas-tugas yang berstandar tinggi atau melakukan eksplorasi yang lebih luas dan baru, akan memiliki keyakinan untuk dapat melakukannya dengan sukses. Sebaliknya, siswa yang memiliki *self-efficacy* rendah akan menyesuaikan diri dengan keyakinannya bahwa dia dengan sendirinya akan menurunkan standar pencapaiannya. Kurniati [14], menyatakan bahwa kreativitas sebagai suatu potensi dimiliki oleh setiap orang. Tiap orang mempunyai imajinasi dan keinginan untuk menjadi sesuatu yang lain. Kreativitas adalah sesuatu yang dapat dikembangkan. Kreativitas adalah segala potensi yang terdapat dalam setiap diri individu yang meliputi ide-ide atau gagasan-gagasan yang dapat dipadukan dan dikembangkan sehingga dapat menciptakan suatu produk yang baru dan bermanfaat bagi diri dan lingkungannya. Oleh karena itu, dalam pendidikan ilmu pengetahuan, guru memiliki misi untuk memfasilitasi lingkungan belajar siswa yang diperlukan seperti siswa dapat berpartisipasi aktif dalam kegiatan belajar, proses pembelajaran yang berintegrasi ke dalam kehidupan para siswa dalam belajar bermakna.

PENUTUP

Dari data penelitian dapat disimpulkan sebagai bahwa baik model pembelajaran maupun karakter *self-efficacy* secara sendiri-sendiri maupun secara bersama-sama (berinteraksi) mempengaruhi hasil belajar kognitif. Ditemukan pula bahwa bahwa model pembelajaran dan *self-efficacy* berinteraksi mempengaruhi hasil belajar kognitif siswa kelas X dalam bidang biologi. Karena itu, untuk bisa memperoleh hasil belajar yang baik, seorang guru harus mengenali karakter siswa terlebih dahulu sebelum menetapkan dan mengimplementasikan model pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Oleyede, O.I. (2004) Effect of small group instructional techniques on chemistry achievement of SSS slow learners ABUJOUS. Nigeria: Scholl of Education, National Open University of Nigeria, Lagos.
- [2] Appelbaum, S.H. dan Hare, A. (1996) Self efficacy as a mediator of goal setting and performance. *Jurnal of Managerial Psychology*, 11:33-47.
- [3] Sternberger, C.S. dan Meyer, L.H. (2005) Self- efficacy, self-reliance, and motivation in an asynchonus learning environment. *Jurnal World Academic of Science, Engineering and Technology*, 8: 225-228.
- [4] Bandura, A. (1971) *Social learning theory*. New York: General Learning.
- [5] Wilhite, S.C. (1990) Self-efficacy, locus of control, self-assessment of memory ability, and study activities as predictors of college course achievement. *Journal of Educational Psychology*, 82: 696-700.
- [6] Sagita dan Suprihatin (2005) Self-efficacy dengan kecemasan komunikasi pada mahasiswa dalam mempresentasikan tugas di depan kelas. *Jurnal Psikologi*, 14: 92-109.
- [7] Anderson, O.W dan Krathwohl, D.R. (2001) *A taxonomy for learning, teaching, and assessing*. New York: Addison Wesley Longman Inc.
- [8] Gordon, W.J.J. (1961) *Synectic*. New York: Harper and Row.
- [9] Baron, R.A. dan Byrne, P. (1994) *Social phsycology: Understanding human interaction*. Boston: Allen and Bacon Inc.
- [10] Slavin, R.E., Stevens, R.J. dan Madden, N.A. (1988) Accomodating student diversity in reading and writing instruction: A cooperative learning approach. *Remedial and Special Education*, 9: 60-66.
- [11] Lie, A. (2002) *Cooperative learning*. Jakarta: Grasindo.
- [12] Isjoni (2010) *Cooperative learning: Efektivitas pembelajaran kelompok*. Bandung: Alfabeta.
- [13] Schultz, D.E. dan Schultz, E.S. (1994) *Theories of personalities (5th Edition)*. California: Brooks/Cole Publishing Company.
- [14] Kurniati (2005) *Pengaruh pelatihan keterampilan kreatif terhadap krearivitas*. Jakarta: Universitas Gunadarma.

PENGARUH IMUNOMODULATOR EKSTRAK ETANOL DAUN BANGUNBANGUN (*Plectranthus amboinicus* Lour) TERHADAP PROFIL HEMATOLOGI, RATIO DAN HISTOLOGI LIMPA TIKUS PUTIH

THE IMMUNOMODULATORY EFFECTS OF ETHANOLIC EXTRACT OF BANGUNBANGUN (*Plectranthus amboinicus* Lour) LEAVES ON HEMATOLOGY PROFILE, RATIO AND SPLEEN HISTOLOGY IN RATS

Melva Silitonga¹⁾, Syafruddin Ilyas²⁾, Salomo Hutahaean²⁾, Herbert Sipahutar³⁾

1) Mahasiswa Program S3 Biologi, Universitas Sumatera Utara
email: melvasilitonga2013@gmail.com

²⁾Dosen pada Departemen Biologi Universitas Sumatera Utara Medan

³⁾Dosen Biologi Universitas Negeri of Medan

ABSTRACT

Bangunbangun (*Plectranthus amboinicus* Lour) is widely used for medicinal purposes. The present study was aimed at evaluating the immunomodulatory effects of ethanolic extract of *Plectranthus amboinicus* Lour (EEP) leaves against hematologic values, ratio of spleen to body weight and histology of the spleen of rats with sheep red blood cells (SRBC) as antigen. Experimental studies with a completely randomized design (CRD), using 24 healthy adult albino wistar rats of male sex, aged three months, weighing 160-180 grams were divided into four groups. Each group consist of six rats. The first group was given of the CMC as control. The second group (EEP), was given 500 mg EEP/kg of body weight, the third group (EEP + SRBC) was given 500 mg EEP/kg + 0.1 ml SRBC, and the fourth group (SRBC) was given CMC 0.1 ml + 0.1 ml SRBC. EEP was administered orally every day for 30 days, and 0.1 ml SRBC intramuscularly on days 8 and 15 treatments. Blood samples were taken on 31d, by decapitation, and samples were analyzed for hematological parameters. The spleen weighed on the same day as the blood sampling. Ratio of spleen to body weight was obtained with spleen weight per body weight. The spleen tissue was collected, fix in 10% formalin and stained with hematoxylin and eosin for photomicroscopic observation. The data was represented as mean \pm SD. Results were analyzed by one-way Anova. Results showed no significant difference between treatments and control group regarding the amount RBC, RDW, MCH, MCHC, MPV, MCV and granulocyte. The amount of hematocrit, hemoglobin, WBC, lymphocyte and monocyte at 500 mg/kg and 500 mg/kg + SRBC was significantly increased in comparison with other group. Spleen weight ratio was also not significantly different between treatment and control. Spleen histology was normal in all treatments.

Keywords: *Plectranthus amboinicus* Lour., hematology, spleen

ABSTRAK

Bangunbangun (*Plectranthus amboinicus* Lour) telah digunakan secara luas untuk tujuan pengobatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek imunomodulator ekstrak etanol daun *Plectranthus* (EEP) terhadap nilai hematologi, rasio limpa terhadap berat badan dan histologi limpa tikus dengan sel darah merah domba (SRBC) sebagai antigen. Penelitian ini bersifat eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL), menggunakan 24 ekor tikus putih, sehat jenis kelamin jantan, berumur tiga bulan, berat 160-180 gram dan dibagi menjadi empat kelompok. Setiap kelompok terdiri dari enam ekor tikus. Kelompok pertama diberikan CMC sebagai kontrol. Kelompok kedua (EEP), diberikan 500 mg EEP/kg berat badan, kelompok ketiga (EEP + SRBC) diberikan 500 mg EEP/kg + 0,1 ml SRBC, dan kelompok keempat (SRBC) diberi 1 ml CMC + 0,1 ml SRBC. EEP diberikan secara oral setiap hari selama 30 hari, dan 0,1 ml SRBC diberikan secara intramuskuler pada hari 8 dan 15

perlakuan. Sampel darah diambil pada hari ke 31, dengan pemenggalan kepala, dan sampel dianalisis untuk parameter hematologi. Limpa ditimbang pada hari yang sama dengan pengambilan sampel darah. Rasio limpa dengan berat badan diperoleh dengan membagi berat limpa per berat badan tikus. Jaringan limpa diangkat, difiksasi dalam formalin 10% dan diwarnai dengan teknik hematoxylin dan eosin untuk pengamatan dengan fotomikroskopis.. Data yang diperoleh direpresentasikan sebagai mean \pm SD. Data dianalisis dengan ANOVA satu arah. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara perlakuan dan kelompok kontrol untuk jumlah RBC, RDW, MCH, MCHC, MPV, MCV dan granulosit. Jumlah hematokrit, hemoglobin, WBC, limfosit dan monosit pada 500 mg/kg dan 500 mg / kg + SRBC secara signifikan meningkat dibandingkan dengan kelompok lain. Rasio berat limpa juga tidak berbeda secara signifikan antara kelompok perlakuan dan kontrol. Pengamatan Histologi pada semua perlakuan. adalah normal

Kata kunci: *Plectranthus amboinicus* Lour, hematologi, limpa

PENDAHULUAN

Imunomodulator adalah senyawa tertentu yang dapat meningkatkan mekanisme pertahanan tubuh baik secara spesifik maupun non spesifik, dan terjadi induksi non spesifik baik mekanisme pertahanan seluler maupun humoral [1]. Suplementasi bahan makanan alam yang mengandung imunostimulan sangat berguna bagi tubuh, untuk memacu laju biosintesis imunoglobulin. Imunoglobulin adalah protein yang mempunyai aktivitas antibodi untuk sistem kekebalan tubuh.

Bangunbangun termasuk ke dalam ordo Solanases, famili Labiatea, dan genus Coleus. Tumbuhan ini dikenal memiliki banyak khasiat antara lain sebagai antipiretik, analgetik, obat luka, obat batuk, dan sariawan [2], antioksidan, antitumor, antikanker, dan hipotensif [3]. Biasanya obat yang memiliki multikhasiat mempunyai reseptor organ target pada sistem limforetikular yang melaksanakan fungsi imun. Sistem imun mempengaruhi etiologi dan patologi dari beberapa penyakit, dan modulasi respon imun meningkatkan pencegahan penyakit [4].

Daun bangunbangun atau torbangun (*Plectranthus amboinicus* Lour) yang memiliki nama lain seperti *Coleus amboinicus* Lour, *Coleus aromaticus* Benth, *Coleus aromaticus* Hassk, *Coleus suborbiculata* Zoll, *Coleus suganda* Blanco dan *Plectranthus amboinicus* Roxb, merupakan tanaman yang memiliki efek imunostimulan. Suplementasi daun bangun-bangun kombinasi Zinc- vitamin E meningkatkan produksi dan komponen air susu pada kambing[5]. Dengan suplementasi daun bangun-bangun dalam ransum menyebabkan peningkatan kadar Hb dan RBC (8.48- 12.00 g/dl dan 9.06 -11.87($\times 10^5$ /ml) darah kambing. Sebagai imunostimulan ekstrak air daun bangunbangun meningkatkan aktivitas fagositosis netrofil pada tikus putih[6], mampu menyembuhkan borok (Epizootic ulcerative syndrom = EUS) pada ikan yang disebabkan oleh jamur *Aphanomyces invades* [7]. Selain hal tersebut dilaporkan juga bahwa ekstrak daun bangunbangun potensial digunakan sebagai imunostimulan pada " murrel culture". Telah dilaporkan bahwa ekstrak etanol *Origanum vulgare* (termasuk daun bangunbangun) menghambat perkembangan virus *ECHO9 Hill* dan juga menunjukkan aktivitas stimulasi interferon secara invitro. Flavonoid, luteonin adalah komponen tanaman bangunbangun yang diduga bertanggung jawab untuk induksi substansi "interferon like" [8].

Aktivitas imunostimulator dapat diamati melalui tes serologis dan hematologi [9]. Selain untuk transportasi, termoregulasi dan homeostatis, darah juga berfungsi untuk pertahanan tubuh terhadap virus dan bakteri. Tes serologis misalnya pengamatan

imunoglobulin dan total protein. Sedangkan tes hematologis melalui pengamatan total leukosit, hitung jenis, sel darah merah dan Hb, trombosit dan komponen lainnya seperti MCH, MCHC, dan MCV. Berdasarkan penemuan ilmiah, dijelaskan bahwa satu cara untuk membedakan ketepatan atau ketidaktepatan resep atau penggunaan tanaman obat adalah menilai efeknya terhadap parameter hematologi dan biokimia pada hewan percobaan [10]. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh imunomodulator ekstrak etanol daun bangunbangun (*Plectranthus amboinicus* Lour) terhadap profil hematologi dan histologi limpa tikus putih

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan selama tiga bulan di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Medan sebagai tempat pemeliharaan dan perlakuan hewan coba, Laboratorium Farmasi dan Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara sebagai tempat pembuatan ekstrak etanol daun Bangunbangun dan analisis hematologi dan pembuatan preparat histologi. Hewan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) galur Wistar berumur tiga bulan dengan berat badan 140-180 g. Tikus diperoleh dari laboratorium fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara dan dikembang biakkan di kandang hewan laboratorium Biologi FMIPA Unimed. Pakan tikus berupa pelet komersial diperoleh dari toko pakan ternak. Daun Bangunbangun (*Plectranthus amboinicus* L) di tanam sendiri di lahan sekitar kandang hewan percobaan. Sel darah merah domba (SRBC) sebagai antigen diperoleh dari Laboratorium Veteriner Medan Sumatera Utara. etanol 96 %, K_2HPO_4 , KH_2PO_4 , NaCl, aquadest untuk membuat PBS.

2.1. Aklisasi Hewan Coba

Penelitian ini menggunakan 24 ekor tikus jantan (*Rattus norvegicus*) galur Wistar berumur tiga bulan dengan berat badan 140-180 g. Tikus ditempatkan dalam kandang bahan plastik berukuran 40 x 25 x 20 cm, di bagian atas kandang dilengkapi dengan kawat penutup. Setiap kandang diisi dengan sekam sebagai alas lalu ditempatkan tiga ekor tikus setiap kandang. Makanan dan minuman diberikan secara ad libitum, aklimasi dilakukan selama 7 hari.

2.2. Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Bangunbangun (EEP)

Sebanyak 8 kg daun segar dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 40°C sampai kering betul atau rapuh. 500 g daun kering dihaluskan dengan blender sampai berbentuk serbuk. Serbuk ditempatkan dalam 2 wadah masing-masing 250 gram dan ditambahkan etanol 95% yang sudah didestilasi sebanyak 2000 ml/wadah. Tepung daun direndam selama 5 hari dan diaduk sekali dalam sehari. Rendaman daun disaring menggunakan kertas saring dan ditambahkan etanol sampai mencapai 3 liter, didiamkan selama 2 hari dan kembali disaring. Sari yang diperoleh dipekatkan dengan menggunakan rotary evaporator dan dikeringkan menggunakan water bath untuk mendapatkan ekstrak etanol kering.

2.3. Pembuatan Antigen SRBC

Pembuatan antigen dilakukan di Dinas Peternakan Medan. Darah domba diambil sebanyak 5 ml lalu ditambah dengan alceper dengan perbandingan 1:1, fungsi alceper sebagai reseptor, supaya mengikat dengan sel-sel lain dan pengawet. Darah dicuci dengan larutan koliner diluent dengan pH 7.4 lalu disentrifus dengan kecepatan 2000 rpm selama 15 menit [11]. Hasil dari sentrifus di buang bagian atasnya lalu diisi lagi dengan koliner diluent

sampai 40 ml, setelah itu di sentrifus lagi dengan kecepatan 2000 rpm selama 15 menit. Proses pencucian dengan sentrifus ini dilakukan sebanyak 3 kali. Hasil dari sentrifus di simpan dalam kulkas -4°C.

2.4. Penentuan Dosis EEP pada Hewan Coba

Dosis ekstrak etanol bangun-bangun untuk tikus yaitu 500 mg/kg BB [12, 13]. Ekstrak etanol daun bangunbangun dilarutkan dalam CMC 1% [13]. Larutan yang dibuat adalah larutan 10%. Pemberian ekstrak bangunbangun diberikan peroral setiap hari, selama 30 hari dengan cara mencekok.

2.5. Rancangan Penelitian

Penelitian bersifat eksperimental, Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan empat perlakuan, masing-masing diberi enam ulangan. Hewan coba digunakan 24 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus*) umur 3 bulan dengan berat badan rata-rata 150-200 gram dan diadaptasi selama 7 hari. Setiap kelompok dipelihara dan diberi makan dan minum *ad libitum*. Masa pemeliharaan dan pemberian perlakuan dilaksanakan selama 30 hari. Kelompok (K) sebagai kontrol diberi CMC *per oral* tiap hari. Kelompok EEP diberikan 500 mg ekstrak etanol daun bangunbangun/kg BB tanpa SRBC, kelompok EEP + SRBC diberikan 500 mg EEP + 0,1 ml SRBC, kelompok (SRBC) diberikan CMC 1% dan 0,1 ml SRBC. SRBC diberikan pada hari ke-8 dan ke 15 perlakuan.

2.6. Pengamatan Hematologi

Untuk pengamatan nilai hematologi darah diperoleh dengan cara dekapitasi leher pada hari ke 31 penelitian. darah dikumpulkan dalam tabung yang telah dilapisi EDTA. Nilai-nilai hematologi meliputi jumlah sel darah putih (WBC), jumlah sel darah merah (RBC), kadar hemoglobin (Hb), hematokrit (Ht), rata-rata volume corpuscular (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), dan jumlah trombosit (Plt) ditentukan dengan menggunakan analisa darah otomatis (ABX micros 60). Dimana, MCV dan nilai MCHC dihitung dari jumlah RBCs Hb and PCV [14, 15]. Pengamatan dilakukan di laboratorium Poliklinik fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara.

2.7. Pengukuran berat dan pembuatan preparat histologi Limfa

Untuk memperoleh organ limfa, tikus dibedah, limpa diangkat, diletakkan di atas kertas saring lalu ditimbang.menggunakan timbangan elektronik. Indeks limfa dihitung dengan rumus berat limpa (g)/berat badan (g). Setelah Limpa diangkat dan ditimbang dibilas dengan larutan salin normal, lalu dipotong kecil, direndam dalam formalin 10%, setelah tiga hari irisan setebal 5 µm di preparasi selanjutnya dan dilakukan pewarnaan dengan metode hematoxylin-eosin [4].

2.8. Analisis Data

Data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis dengan Anava. Nilai p <0,05 dianggap signifikan secara statistik. Hasil disajikan sebagai rata-rata ± SD

HASIL

3.1. Hematologi

Pengaruh EEP terhadap nilai hematologi dapatbdilihat pada Tabel 1. Nilai hematologi yang diamati dalam penelitian ini meliputi sel darah merah (SDM), Hb, Hct, MCV, MCH, MCHC dan platelet. EEP berpengaruh sangat nyata terhadap nilai hematokrit dan

hemoglobin, terutama pada perlakuan EEP dan EEP + SDMD. Leukosit pada perlakuan EEP dan EEP + SDMD lebih tinggi dibandingkan dengan control meskipun secara statistik tidak berbeda nyata..

Tabel 1. Pengaruh Imunomodulator EEP terhadap parameter hematologi tikus

Parameter	Perlakuan			
	Kontrol	500 mg EEP	500 mg EEP ±SDMD	SDMD
RBC (cel. Mm ⁻³)	5,39 ± 1,19	7,00 ± 0,89	6,64 ± 1,01	5,51 ± 1,40
Hb/(g/100ml)	10,24 ± 1,53	14,90 ± 0,75**	13,60 ± 1,20**	11,50 ± 3,01
HCT (%)	27,68 ± 4,28	40,70 ± 4,00**	36,75 ± 5,20**	30,88 ± 8,12 [†]
RDW (Percent)	6,43 ± 4,26	9,63 ± 3,1	10,12 ± 3,86	8,70 ± 5,10
MCV(L um ³)	56,60 ± 1,82	54,00 ± 1,90	55,67 ± 1,75	55,60 ± 3,43
MCH(pg)	19,34 ± 1,04	21,57 ± 0,72	20,57 ± 1,71	20,82 ± 1,86
MCHC(Percent)	35,38 ± 0,67	38,60 ± 1,42	37,67 ± 2,34	36,32 ± 1,26
MPV(L um ³)	6,64 ± 0,93	7,17 ± 0,94	6,52 ± 0,35	6,58 ± 0,95
WBC(ribu/ mm ³)	5,30 ± 1,84	11,97 ± 2,43**	10,05 ± 1,83**	5,44 ± 1,75
Granulosit (%)	8,46 ± 1,90	11,58 ± 4,12	11,98 ± 2,53	11,82 ± 4,13
Lymphocytes	70,10 ± 2,26	76,70 ± 5,27*	74,80 ± 1,35*	71,06 ± 2,49
Monocytes	12,80 ± 3,02	15,50 ± 3,56*	15,15 ± 2,45*	15,12 ± 4,21*

Nilai = Rata ± SD (n=6); **p<0.001 dibandingkan dengan kontrol

3.2. Ratio Limpa Terhadap Berat-badan Tikus

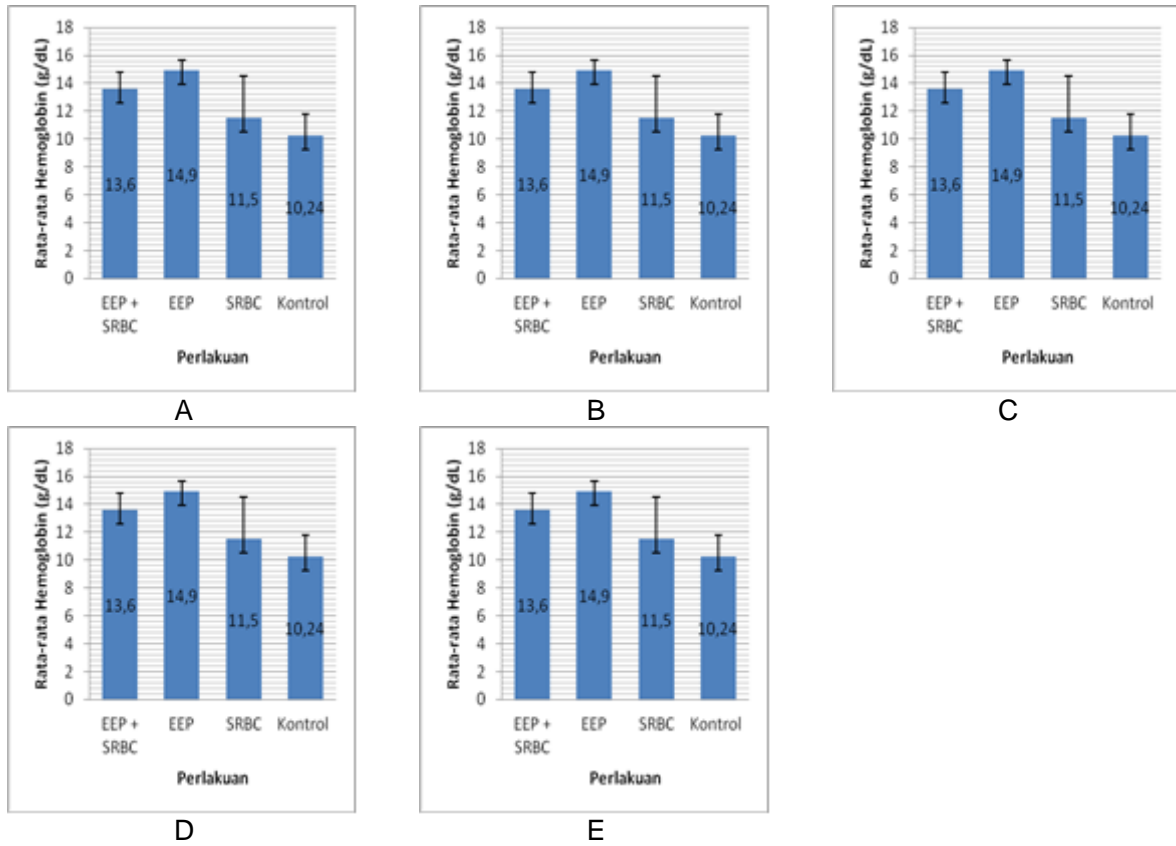
Pada Tabel 2 dapat dilihat ratio berat limpa tikus yang diberi 500 mg EEP dan 500 mg EEP ± SDMD lebih tinggi akan tetapi tidak berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 2. Pengaruh Imunomodulator EEP Terhadap Berat Limpa (g), Berat Badan (g) dan Ratio Berat Limpa Tikus

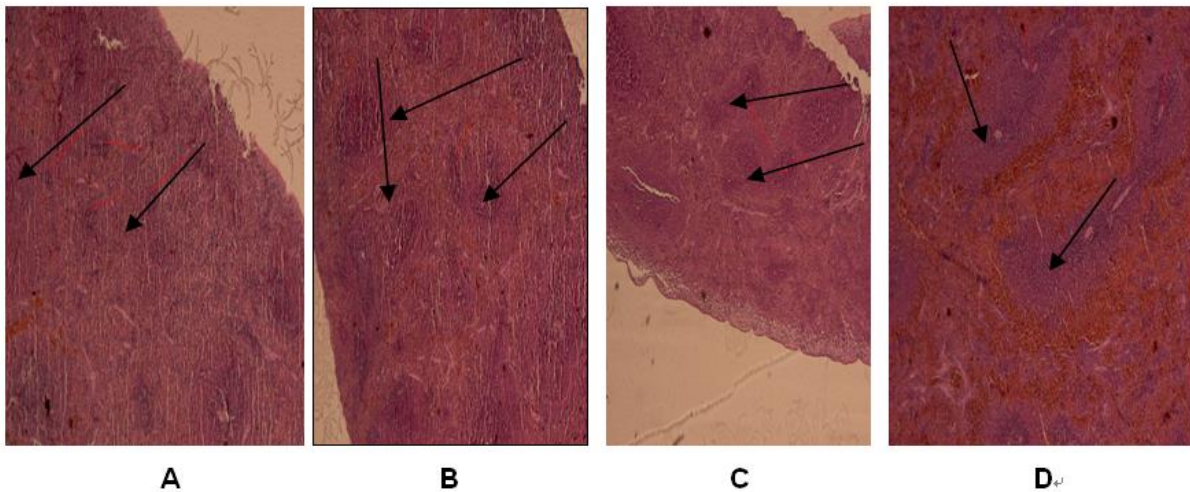
Perlakuan	Berat Limpa (g)	Berat Badan (g)	Ratio Limpa
Kontrol	0,28 ± 0,05	189,1667 ± 52,7652	0,001568 ± 0,00033
EEP	0,51 ± 0,04	165,8333 ± 23,32738	0,003058 ± 0,000512
EEP ± SDMD	0,68 ± 0,19	173,3333 ± 16,93123	0,003923 ± 0,001179
SDMD	0,46 ± 0,03	196,6667 ± 3,32738	0,002315 ± 0,000707

PEMBAHASAN

Tumbuhan telah menjadi sumber obat utama selama beribu-ribu tahun. Organisasi kesehatan dunia (WHO) melaporkan bahwa kira-kira tiga perempat penduduk dunia tergantung pada obat herbal untuk memelihara kesehatan mereka [16]. Banyak tanaman obat berfungsi untuk kekebalan tubuh bahkan mengarah ke efek imunomodulator . Dalam berbagai penelitian in vitro dan in vivo, obat-obatan herbal telah dilaporkan untuk memodulasi sekresi sitokin, pelepasan histamin, sekresi immunoglobulin, ekspresi co-reseptor seluler, aktivasi limfosit, dan fagositosis [17, 18]



Gambar 1. Rata-rata Hb (A), Rata-rata HCT (B), Jumlah Total Leukosit (C), Rata-rata Jumlah Eritrosit (D) dan Ratio Berat Limpa (E)



Gambar 2. Gambaran histologi limpa tikus kontrol (a) perlakuan EEP (B), perlakuan EEP+SDMD (C) dan perlakuan SDMD (D)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bangunbangun (EEP) memiliki efek immunomodulator yang ditunjukkan oleh beberapa nilai hematologi tikus (Tabel 1). Hal ini terutama terlihat pada nilai Hb, HCT, WBC, Limfosit dan monosit. Beberapa parameter imunostimulan adalah nilai hematologi dan parameter biokimia darah [9]. Hb berfungsi sebagai sistem imun. Dengan meningkatnya Hb sistem imun tubuh akan lebih terpelihara. Dengan demikian EEP menunjukkan sifat immunomodulator yang baik dengan meningkatnya

nilai hematologi tersebut. Beberapa kandungan kimia daun bangunbangun yang dapat meningkatkan system imun tubuh adalah flavonoid, alkaloid dan saponin. Saponin dapat meningkatkan respon imun dan bersifat sebagai adjuvan [19]. Dalam penelitian ini hemolisis tidak diamati dan tidak ada perubahan signifikan dalam jumlah sel darah (RBC), tetapi peningkatan yang sangat signifikan terjadi pada hemoglobin (HGB), hematokrit (HCT), dan rata-rata corpuscular volume (MCV) yang diamati.

RDW adalah singkatan dari Red Cell Distribution Width (RDW) dan RDW merupakan koefisien variasi dari volume eritrosit. RDW yang tinggi dapat mengindikasikan ukuran eritrosit yang heterogen, dan biasanya ditemukan pada anemia defisiensi besi, defisiensi asam folat dan defisiensi vitamin B12, sedangkan jika didapat hasil RDW yang rendah dapat menunjukkan eritrosit yang mempunyai ukuran variasi yang kecil. Pada penelitian ini RDW berada pada kisaran normal namun terjadi peningkatan pada tikus yang diberi EEP dan EEP + SDMD dengan signifikan dibandingkan dengan kontrol.

Pada penelitian ini jumlah total leukosit lebih tinggi pada tikus perlakuan EEP dan EEP + SDMD. Peningkatan jumlah total leukosit diduga menjadi penyebab dirangsangnya lymphopoiesis dan / atau meningkatkan pelepasan limfosit dari jaringan mieloid kelenjar limpa [20].

Gambaran histologi dan ratio limpa terhadap berat badan pada semua perlakuan berada pada kisaran normal (Gambar 2), bentuk spenosit tidak ada perbedaan antara perlakuan dan kontrol. Berat normal limpa adalah 1.95-5.11 g [21, 22] . Limpa adalah salah satu organ limforetikuler Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun bangunbangun tidak menyebabkan perubahan dam histologi limpa.

KESIMPULAN

- 1) Ekstrak Etanol daun bangunbangun (EEP) bersifat imunomodulator dengan meningkatkan jumlah total leukosit, Hb dan Hematokrit pada tikus
- 2) Ekstrak Etanol daun bangunbangun (EEP), tidak mempengaruhi ratio limpa terhadapberat badan tikus dan gambaran histologisnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bellanti dan Kadlec 1993. *Immunologi III*, Terjemahan dari Immunology III oleh A. Samik Wahab. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [2] Depkes RI. 2005. *Botani, Sinonim, Nama Umum, dan nama dagang daunBangun-bangun*. Jakarta, Depkes (terhubung berkala). <http://www.iptek.apjii.or.id>
- [3] Duke 2000. Constituens and Ethnobotanical Databases. Phytochemical database, USDA - ARS – NGRL. <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/duke/farmacy-scroll3.pl>.
- [4] Babaei, A., Arshami, J., Haghparast, A and Mesgaran, D.M., 2014. Effects of saffron (*Crocus sativus*) petal ethanolic extract on hematology, antibody response, and spleen histology in rats. *AJP*, Vol. 4, No. 2, Mar-Apr 2014
- [5] Rumetor, 2008. Suplementasi Daun Bangunbangun (*Coleus amboinicus*,L) dan Zink-Vit E dalam Ransum untuk Memperbaiki Metabolisme dan produksi susu Kambing Peranakan Etawah. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- [6] Santosa dan Hertiani 2005. Kandungan senyawa kimia dan efek ekstrak air Daun Bangunbangun (*Coleus amboinicus*,L.) pada aktivitas fagositosis netrofil Tikus putih (*Rattus norvegicus*). *Majalah Farmasi Indonesia*, 16 (3), 141 – 148.
- [7] Sunita et al. 2010. *Coleus aromaticus* Benth act as an immunostimulant in *Channa marulius* Hamilton. *International Journal of Biological Technology* 1(2):55-59. ISSN: 0976 – 4313 © Gayathri Teknological Publication

- [8] Lee, T., et. all., 2010. Flavonoid, Phenol and Polysaccharide Contents of *Echinacea purpurea* L. and Its Immunostimulant Capacity In Vitro. *International Journ. of Environmental Science and Development*. Vol. 1 No.1
- [9] Kumar, Gupta, Sharma and Kumar, 2011. A riview on immunostimulatory plants. *Journal of Chinese Integrative medicine*. Vol. 9, No. 2 ; 117- 128
- [10] Kolawole, S.O., Kolawole, O.T. and Akanji, M.A. 2011. Effects of aqueous extract of *Khaya senegalensis* stem bark on biochemical and hematological parameters in rats. *J. Pharmacol. Toxicol.* 6(6), 602-607.
- [11] Farhath, S. and Vimal. 2012. Immunomodullatory activity of granial, geranial acetate, gingerol, and eugenol essensial oils: evidence for humoral and cell-mediated responses. *Avicenna Journal of Phytomedicine*.
- [12] Jose, M. A., Ibrahim, S. and Janardhanan. 2005. *Modulatory effect of Plectranthus amboinicus* Lour. on ethylene glycolinduced nephrolithiasis in rats. *Indian J Pharmacol.* Vol . 37. : 37 – 45
- [13] Patel, R ; Mahobia, Naveen; Gendle, Ravindra. 2011. *Diuretic Activity Of Leaves Of Plectranthus Amboinicus (Lour) Spreng In Male Albino Rats. Pharmacognosy Res.* 2(2): 86–88
- [14] Androw BL.1972. *Experimental Physiology*. 9thed., pp.128.
- [15] Merghani TH. 2010. *The Core of Medical Physiology*. 3rd ed.pp.157 – 158.
- [16] Farnsworth, N.R., O. Akelere, A.S. Bingel, D.D. Soejarto and Z. Guo, 1985. Medicinal Plants in therapy. *Bull World Health Org.*, 63: 965-981
- [17] Patwardhan B, Gautam M. 2005. Botanical immunodrugs:scope and opportanities. *Drug Discovery Today*, 10: 495-502.
- [18] Plaeger SF. 2003. Clinical immunology and traditional herbal medicines. *Clin Diagn Lab Immunol*,10: 337-338.
- [19] Rajput ZI, Hu S, Xiao C, Arijio AG. 2007. Adjuvant Effect of Saponin on Animal Immune Responses. *J Zhejiang University.* 8(3): 153-161.
- [20] Das, B.K and S.C. Mukherjee (2003).Toxicity of cypermethrin in *Labeo rohita* fingerlings: biochemical, enzymatic and hematological consequences. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*,134:109-121.
- [21] Ibe, C.S ; Onyeanusu, S.O ; Ajayi, L.E. 2010. *On The Structure Of The Spleen In The African Giant Pouched Rat*. *Veterinary research* 3 (4) 70-7r, 2010
- [22] Ying Piao, Yunen Liu, and Xiaodong Xie. 2013. *Change Trends of Organ Weight Background Data in Sprague Dawley Rats at Different Ages. J Toxicol Pathol.* 26(1): 29–34.

HUBUNGAN ANTARA LATERALITAS DENGAN MOTIVASI BELAJAR MAHASISWA PADA MATA KULIAH PERKEMBANGAN TUMBUHAN DI JURUSAN BIOLOGI FMIPA UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

THE RELATIONSHIP BETWEEN LATERALITY AND MOTIVATION OF STUDENT TO LEARN THE PLANT'S DEVELOPMENTAL SUBJECTS IN DEPARTEMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES, THE STATE UNIVERSITY OF JAKARTA

Ratna Dewi Wulaningsih¹

¹Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta
ratnadewiwulaningsih@yahoo.com

ABSTRACT

The study of the relationship between laterality and motivation of student to learn the plant's developmental subjects in Department of Biological Science The State University of Jakarta has been done by causal survey methods. The results showed a correlation of $r = -0.1839$, which means there is a very small negative correlation between laterality and motivation of student to learn. Regression equation obtained for the motivation to learn in plant's developmental subject = $82.5961 - 0.3409$ laterality ($Y = 82.5961 - 0.3409 X$), means that every 1 point increase in laterality will lower students' learning motivation as big as 0.3409 become 82.2552. Motivation to learn in plant's developmental subjects that including natural sciences, showed that higher at students with dominance of the left hemisphere who have any thoughts logically and in order. Human with right brain activity (lateral), tend to learn in the unconscious, creative and emotional. Hemisphere of right brain works at random. Therefore, human with hemisphere of right brain that dominant has a tendency to move from one task to another, before the first task completed. They need to discipline themselves in completing tasks or work in a way making a list and schedule of activities, in order to more efficiently, without skipping from one task to another task.

Key words: Laterality, motivation of student to learn the plant's developmental subjects

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang hubungan antara lateralitas dengan motivasi belajar mahasiswa pada mata kuliah perkembangan tumbuhan di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta dengan menggunakan metode survei kausal. Hasil penelitian menunjukkan korelasi sebesar $r = -0,1839$, yang berarti terdapat hubungan negatif yang sangat kecil antara lateralitas dengan motivasi belajar mahasiswa. Persamaan regresi yang diperoleh untuk motivasi belajar pada mata kuliah perkembangan tumbuhan = $82,5961 - 0,3409$ lateralitas ($Y = 82,5961 - 0,3409X$), berarti setiap kenaikan 1 angka lateralitas akan menurunkan motivasi belajar mahasiswa sebesar 0,3409 menjadi 82,2552. Motivasi belajar pada mata kuliah perkembangan tumbuhan yang termasuk ilmu pengetahuan alam, lebih tinggi pada mahasiswa dengan dominasi otak belahan kiri yang memiliki pemikiran ke arah vertikal. Manusia dengan keaktifan otak sebelah kanan (lateral), cenderung belajar di bawah sadar, kreatif dan membawa reaksi emosional. Otak belahan kanan bekerja secara acak, karena itu manusia dengan keaktifan otak belahan kanan memiliki kecenderungan bergerak dari satu tugas ke tugas lain, sebelum tugas pertama diselesaikan. Mereka perlu mendisiplinkan diri dalam menyelesaikan tugas-tugas atau pekerjaan dengan cara antara lain membuat daftar dan jadwal kegiatan, agar lebih efisien tanpa melompat-lompat dari satu tugas ke tugas lainnya.

Kata kunci: Lateralitas, Motivasi belajar pada mata kuliah Perkembangan Tumbuhan

PENDAHULUAN

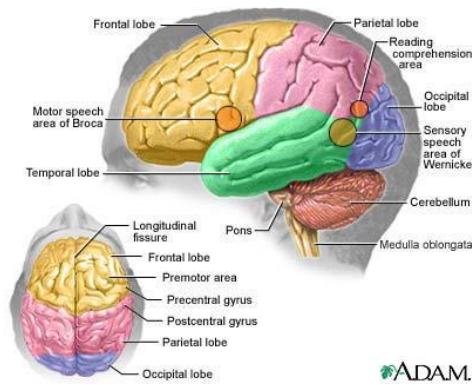
Perkuliahan Perkembangan Tumbuhan yang telah dilakukan di Jurusan Biologi memerlukan perhatian dengan seksama, mengingat mata kuliah ini memberikan bekal pengetahuan yang memadai kepada calon sarjana Biologi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta (FMIPA UNJ). Perkuliahan Perkembangan Tumbuhan membahas proses-proses dasar dalam perkembangan, seperti pertumbuhan, diferensiasi, interaksi seluler, pergerakan dan metabolisme [1]. Perkembangan adalah istilah yang mencakup semua perubahan yang dilalui organisme selama siklus hidupnya, dimulai dari perkecambahan bibit tanaman sampai penuaan [2].

Kecerdasan sangat ditentukan oleh otak, dengan memberikan stimulasi-stimulasi pendidikan yang tepat maka akan mencerdaskan otak. Kecerdasan yang dikembangkan tidak hanya kecerdasan intelektual, tetapi juga emosional, sosial, dan kecerdasan lainnya. Melalui pendidikan yang baik, potensi-potensi anak dapat dikembangkan secara optimal dan seimbang untuk membangun manusia Indonesia seutuhnya yang religius, berpengetahuan luas, terampil, dan memiliki sikap yang baik [3].

Otak manusia terdiri atas belahan kiri dan kanan. DePorter & Hernacki [4] mengemukakan bahwa, proses berpikir otak belahan kiri (pemikiran vertikal) bersifat logis, berurutan, linier dan rasional. Otak kiri juga mampu melakukan penafsiran abstrak dan simbolis. Cara berpikirnya sesuai untuk tugas-tugas teratur, ekspresi verbal, menulis, membaca, asosiasi auditorial, menempatkan detail dan fakta, fenometik dan simbolisme. Cara berpikir otak kanan (pemikiran lateral) bersifat acak, tidak teratur, intuitif, dan holistik. Cara berpikir manusia dengan keaktifan otak belahan kanan sesuai dengan cara-cara untuk mengetahui yang bersifat non verbal, seperti perasaan dan emosi, kesadaran yang berkenaan dengan perasaan (merasa kehadiran suatu benda atau orang), kesadaran *spatial*, pengenalan bentuk dan pola, musik, seni, kepekaan warna, kreatifitas dan visualisasi [4]. Lateralitas (*laterality*) adalah lokalisasi pusat pengendalian fungsi khusus pada sisi kanan atau kiri dari otak [5].

Dalam aktivitas hidupnya, kedua belahan otak kiri dan kanan saling kerjasama. Pada saat belajar contohnya, kemampuan matematika tidak hanya melibatkan area-area lobus frontal kiri, namun juga area lobus parietal kiri dan kanan. Lobus parietal kiri diperlukan untuk menghitung jumlah yang pasti dengan menggunakan bahasa ("2 kali 5 sama dengan 10"). Lobus parietal kanan diperlukan untuk melakukan pembayangan secara visual atau *spatial*, seperti "garis angka" jarak mental, yang menghitung kuantitas atau besarnya jarak "6 lebih dekat ke 9 dari pada ke 2", hal ini dikemukakan oleh Dehaene dkk tahun 1999 [6]. Di bawah ini ditunjukkan gambar 1 Otak manusia.

Motivasi adalah kekuatan, baik dari dalam maupun dari luar yang mendorong seseorang untuk mencapai tujuan tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya. Motivasi belajar dapat timbul karena faktor intrinsik, berupa hasrat dan keinginan berhasil, dorongan akan kebutuhan untuk belajar, serta harapan dan cita-cita di masa mendatang. Sedangkan faktor ekstrinsiknya adalah adanya penghargaan, lingkungan belajar yang kondusif, dan kegiatan belajar yang menarik [7]. Motivasi merupakan daya psikis di dalam diri mahasiswa yang menimbulkan arah pada kegiatan belajar sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai. Mahasiswa yang termotivasi untuk belajar dapat dilihat dari sikap mereka, karena motivasi akan menyebabkan terjadinya suatu perubahan energi yang ada pada diri individu untuk kemudian bertindak atau berperilaku, sehingga menimbulkan hasil belajar yang diharapkan.



Keterangan:

1. Left Hemisphere (Otak Kiri).
2. Right Hemisphere (Otak Kanan).
3. Cerebral Cortex.
4. Skull (Tengkorak).
5. Midbrain (Limbic System).
6. Pons (Batas Otak).
7. Cerebellum (Hind Brain).
8. Medulla (Batang Otak).

Gambar 1. Otak Manusia [7]

1.1 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara lateralitas dengan motivasi belajar mahasiswa pada mata kuliah perkembangan tumbuhan di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta pada semester genap tahun 2011/2012.

1.2 Kerangka berpikir

Otak manusia terdiri atas belahan kiri dan kanan yang tidak sama fungsinya. Pemikiran vertikal dilakukan oleh otak kiri, yang menjalankan fungsi menguraikan, logik, pemikiran sadar, kesadaran lahiriah, metodik, mengikuti aturan, mengenal bahasa tertulis, keterampilan angka, melakukan pertimbangan, keterampilan saintik, agresif, berurutan, kecerdasan verbal, intelektual, analitik. Sebaliknya pemikiran lateral berhubungan erat dengan fungsi otak kanan, yang meliputi kemampuan holistik, intuisi, pemikiran bawah sadar, kesadaran batiniah, kreatifitas, wawasan, bentuk tiga dimensi, imajinasi, musik, seni, bersifat pasif, sekaligus tidak berurutan, kecerdasan praktis, panca indra, sintetik.

Mata kuliah perkembangan tumbuhan memerlukan kemampuan otak yang rasional. Dalam mempelajari mata kuliah ini, mahasiswa perlu memiliki motivasi belajar yang tinggi. Motivasi merupakan dorongan yang timbul pada diri seseorang secara sadar atau tidak sadar untuk melakukan suatu tindakan dengan tujuan tertentu. Motivasi belajar diperlukan untuk mencapai hasil belajar yang diharapkan.

Mahasiswa sebagai manusia yang belajar, memiliki kemampuan berpikir. Dominasi pemikiran umumnya tidak sama pada manusia, hal ini dapat dilihat dari skor lateralitas yang diperoleh setiap orang. Skor lateralitas dapat menunjukkan seseorang memiliki pemikiran yang didominasi otak belahan kanan, ataukah keseimbangan belahan otak kanan dan kiri, ataukah dominasi belahan otak kiri, diperkirakan berhubungan dengan skor motivasi belajar mahasiswa pada mata kuliah Perkembangan Tumbuhan di Jurusan Biologi FMIPA UNJ.

1.3 Hipotesis

Berdasarkan hal tersebut, maka dapat dirumuskan hipotesis: "Terdapat hubungan antara lateralitas dengan motivasi belajar mahasiswa pada mata kuliah perkembangan tumbuhan di Jurusan Biologi FMIPA UNJ".

Hipotesis statistiknya adalah:

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada semester genap tahun 2011/2012 pada mata kuliah perkembangan tumbuhan di Jurusan Biologi FMIPA UNJ. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survey kausal dengan teknik korelasi yang dilanjutkan dengan regresi [9]. Adapun konstelasi masalahnya adalah sebagai berikut:



Keterangan:

X : Pemikiran lateralitas

Y : Motivasi belajar pada mata kuliah perkembangan tumbuhan

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa yang mengikuti perkuliahan Perkembangan Tumbuhan di Jurusan Biologi Universitas Negeri Jakarta. Teknik pengambilan sampel untuk penelitian secara *purposive sampling*, yaitu mahasiswa Program Studi Biologi Angkatan 2010 sebanyak 23 orang.

Instrumen lateralitas menggunakan instrumen tes Psikometrik yang dibuat oleh Carter & Russell [10], yang menyediakan tiga alternatif jawaban. Alternatif jawaban tersebut diberi skor nol (0) untuk pilihan jawaban a, satu (1) untuk pilihan jawaban b dan dua (2) untuk pilihan jawaban c. Jika seseorang menjawab 25 soal yang disediakan dan mendapat skor 35-50, maka berarti otak belahan kanan lebih mendominasi pemikiran orang tersebut. Jika seseorang mendapat skor 16-34, maka berarti terdapat keseimbangan yang baik antara otak kanan dan kiri, tanpa dipengaruhi oleh salah satu sisi pada pemikiran orang tersebut. Jika seseorang mendapat skor dibawah 16, maka berarti otak belahan kiri lebih mendominasi pemikiran orang tersebut.

Contoh instrumen lateralitas: Yang mana kata berikut yang anda rasa menggambarkan diri anda?

- a. rajin belajar
- b. seksama, teliti
- c. intuitif

Instrumen motivasi belajar mahasiswa meliputi 40 butir soal pilihan ganda dengan 5 alternatif pilihan jawaban yang disediakan. Setelah dilakukan uji validitas dan reliabilitas instrumen didapatkan, 18 butir soal yang dapat digunakan dan 22 butir soal yang tidak digunakan.

Validitas dan reliabilitas item tes motivasi belajar menggunakan SPSS 13.0 [11]. Contoh instrumen tes motivasi belajar adalah: Materi perkuliahan perkembangan tumbuhan tidak dapat dikembangkan menjadi penelitian di bidang ilmu tumbuhan. Selanjutnya pilih satu alternatif jawaban berikut:

- | | | |
|------------------|-----------------|------------------------|
| a. Sangat setuju | c. Ragu-ragu | e. Sangat tidak setuju |
| b. Setuju | d. Tidak setuju | |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis data untuk lateralitas maupun motivasi belajar mahasiswa, diperoleh data berdistribusi normal, dengan nilai signifikansi $>0,05$. Hal ini berdasarkan hasil pengujian Kolmogorov-Smirnov, dengan menggunakan SPSS 13.0 [11].

Hasil uji homogenitas untuk lateralitas sebagai variabel bebas dan motivasi belajar mahasiswa sebagai variabel terikat, melalui *Test of Homogeneity of Variances* dengan

menggunakan SPSS 13.0 [[11], diperoleh data berasal dari populasi yang homogen, dengan nilai signifikansi >0,05.

Pengujian hipotesis

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis, dengan menggunakan SPSS 13.0 untuk korelasi linier diperoleh data koefisien korelasi $(r) = -0,1839$, berarti terdapat hubungan terbalik yang sangat kecil antara lateralitas dengan motivasi belajar, hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hubungan antara lateralitas dengan motivasi belajar

		Lateralitas	Motivasi
Lateralitas	<i>Pearson Correlation</i>	1	-0,1839
	<i>Sig. (2-tailed)</i>		0,40101
	N	23	23
Motivasi	<i>Pearson Correlation</i>	-0,183869	1
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0,4010074	
	N	23	23

Hasil pengujian hipotesis untuk uji Anova, F hitung adalah 0,7348 > F tabel (4,3248) dengan tingkat signifikansi 0,401. Jadi Ho diterima, berarti angka lateralitas seseorang tidak berpengaruh atau hanya sebesar 3,38% variasi variable Y dapat diterangkan oleh variasi variable X, sedangkan sisanya, yaitu 96,62% dipengaruhi oleh variabel yang tidak diketahui atau inheren, seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Anova uji pengaruh lateralitas terhadap motivasi belajar

Model		Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	<i>Regression</i>	30,32407	1	30,3241	0,7348	0,401
	<i>Residual</i>	866,6325	21	41,2682		
	<i>Total</i>	896,9565	22			

a Predictors: (Constant), Lateralitas
b Dependent Variable: Motivasi

Hasil pengujian hipotesis dapat dilihat pada tabel 3 *Coefficients* persamaan regresi, sehingga diperoleh persamaan regresi menjadi: Motivasi belajar mata kuliah perkembangan tumbuhan = 82,5961-0,3409 lateralitas.

Tabel 3. *Coefficients* persamaan regresi

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	82.5961	12.38317		6.67003	1.33E-06
	Lateralitas	-0.3409	0.397671	-0.183868791	-0.8572	0.401007

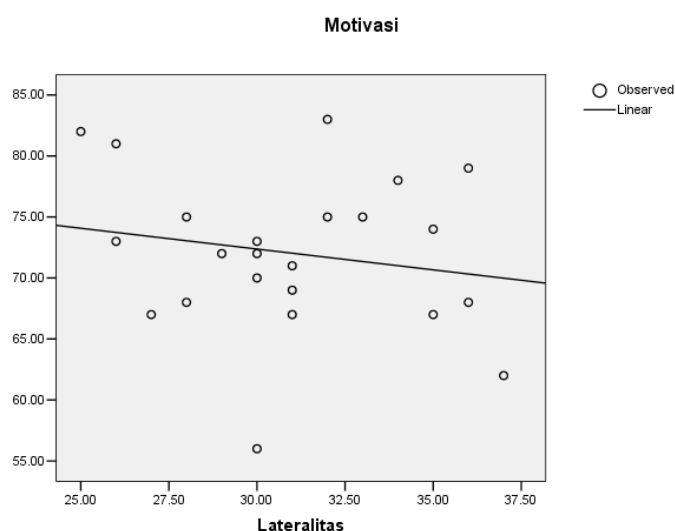
a Dependent Variable: Motivasi

Dilihat dari Tabel 4 Anova untuk uji linieritas persamaan regresi, diperoleh nilai signifikansi 0,3813 > 0,05 maka persamaan regresi adalah linier.

Tabel 4. Anova uji linieritas persamaan regresi

			Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Motivasi *							
Lateralitas	Between Groups	(Combined) Linearity Deviation from Linearity	526,7065	12	43,8922	1,1855	0,3993
			30,32407	1	30,3241	0,819	0,3868
			496,3825	11	45,1257	1,2188	0,3813
	Within groups		370,25	10	37,025		
	Total		896,9565	22			

Di bawah ini ditunjukkan gambar 2 mengenai hubungan linier antara lateralitas dengan motivasi belajar mahasiswa di Jurusan Biologi FMIPA UNJ. Berdasarkan persamaan di atas, berarti setiap kenaikan 1 angka lateralitas akan menurunkan motivasi belajar mahasiswa sebesar $82,5961 - 0,3409(1) = 82,2552$ dengan persamaan $Y = 82,5961 - 0,3409X$.



Gambar 2. Hubungan linier antara lateralitas dengan motivasi belajar mahasiswa pada mata kuliah perkembangan tumbuhan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh di atas, berarti motivasi belajar seseorang semakin tinggi, jika nilai lateralitasnya lebih rendah. Lebih tepatnya, jika terdapat pengurangan satu angka lateralitas, maka motivasi belajarnya akan naik, yaitu nilai motivasi belajar $82,5961 - 0,3409(-1) = 82,937$. Hal ini sesuai dengan pendapat Sidharta [12], bahwa otak kiri (pemikiran vertikal) lebih mendominasi dalam proses berpikir menggunakan logika, kemampuan berbahasa, kemampuan menulis, serta ilmu pengetahuan alam dan matematika. Daya ingat otak kiri biasanya bersifat jangka pendek. Akibat dari kerusakannya akan terjadi gangguan dalam hal fungsi berbicara, berbahasa dan matematika.

Bagi sebagian besar manusia yang menggunakan otak belahan kiri, memiliki pemikiran vertikal. Artinya, manusia tersebut cenderung memproses informasi secara *linear*, bersifat rasionalitas, memiliki kemampuan analitikal, bekerja dalam bentuk yang berurutan, dan memiliki kemampuan mengontrol bahasa serta memiliki kemampuan akademik dengan baik [10].

Sebagai manusia dengan keaktifan otak sebelah kanan, memiliki apresiasi seni dan musik, serta memiliki minat dalam mengeksplorasi ritual dan mistisisme. Cenderung belajar di

bawah sadar, kreatif dan membawa reaksi emosional. Otak sebelah kanan bekerja secara acak, karena itu manusia dengan keaktifan otak sebelah kanan memiliki kecenderungan bergerak dari satu tugas ke tugas lain, sebelum tugas pertama diselesaikan. Hal ini terkadang tidak bermanfaat, karena akan mendapatkan diri dengan sebagian tugas yang semuanya tidak selesai. Untuk mengatasinya, dapat dibuat daftar dan jadwal untuk mendisiplinkan diri dalam menyelesaikan tugas-tugas, agar lebih efisien tanpa melompat-lompat dari satu tugas ke tugas lainnya [10].

Demikian pula Suyanto [3] mengemukakan, bahwa otak kanan memiliki fungsi dimensi, intuitif, imajinasi, divergen, ritme, gestalt, holistik, *spatial*, antara otak kiri dan kanan dihubungkan oleh korpus kolosum. Korpus kolosum kadang membuka hubungan antara belahan kanan dan kiri (reaksi fusi) dan kadang memisah (reaksi fisi) sehingga menjadikan otak sebagai reaktor (*Cerebreactor*), dalam waktu yang sangat singkat trilyunan informasi dapat diproses melalui kerja fusi dan fisi kedua belahan tersebut. Oleh karena itu fungsi guru (dosen) dan orangtua ialah membuka gembok kedua belahan otak tersebut agar dapat bekerjasama secara maksimal.

Manusia yang memiliki keseimbangan antara *hemisphere* otak kiri dan kanan, memiliki kemampuan rasa dan pikir, dan hal ini juga akan melibatkan bagaimana mengatasi masalah-masalah dan menafsirkan informasi. Dalam hal yang positif, memiliki otak yang seimbang adalah mampu memecahkan masalah, dapat merasakan gambaran besar dan detil-detil esensial secara bersamaan. Memiliki kemampuan verbal yang memadai untuk menterjemahkan intuisi ke dalam satu bentuk yang dapat dipahami oleh orang lain, sementara gagasan-gagasan dengan ciri *spatial* masih bisa masuk. Inilah keuntungan bagi individu dengan otak yang seimbang, mereka memiliki kemampuan alami yang berhasil dalam bidang beragam dikarenakan fleksibilitas pikiran yang dimiliki [10].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Hubungan antara lateralitas dengan motivasi belajar mahasiswa pada mata kuliah perkembangan tumbuhan di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta menunjukkan korelasi sebesar $r = -0,1839$, berarti terdapat hubungan terbalik yang sangat kecil antara lateralitas dengan motivasi belajar.
2. Persamaan regresi untuk motivasi belajar mata kuliah perkembangan tumbuhan adalah $82,5961-0,3409$ lateralitas ($Y = 82,5961-0,3409X$).

PROSPEK

Sebagai manusia dengan keaktifan otak sebelah kanan (lateral), cenderung belajar di bawah sadar, kreatif dan membawa reaksi emosional. Otak sebelah kanan bekerja secara acak, karena itu manusia dengan keaktifan otak sebelah kanan memiliki kecenderungan bergerak dari satu tugas ke tugas lain, sebelum tugas pertama diselesaikan, maka perlu dibuat daftar dan jadwal untuk mendisiplinkan diri dalam menyelesaikan tugas, agar lebih efisien tanpa melompat-lompat dari tugas satu ke tugas lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Spratt, N. T. 1971. *Developmental Biology*. Wadsworth Publishing Company, Inc. Belmont, California.

- [2] Anand, S. 2010. *Plant growth and development*. <http://textbook.s-anand.net/ncert/class-11/biology/15-plant-growth-and-development>
- [3] Suyanto, S. 2011. *Hasil Kajian Neuroscience dan Implikasinya dalam Pendidikan*. Makalah disampaikan pada seminar nasional Pendidikan Biologi di FMIPA UNY.
- [4] DePorter, B. & M. Hernacki. 1999. *Quantum Learning*. Penerbit Kaifa, Bandung.
- [5] Pinel, J. P. J. 2012. *Biopsikologi* (Terjemahan). Penerbit Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- [6] Riskiyana, dkk. 2011. *Perbedaan Fungsi Hemisfer Kiri dan Kanan*. <http://scientificpsychopad08.files.wordpress.com/2011/12/1-leftright-hemisphere1.pdf>.
- [7] Uno, H. 2007, *Teori Motivasi & Pengukurannya*. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
- [8] Jasmin, L. 2013. *Brain*. Department of Neurosurgery at Cedars-Sinai Medical Center, Los Angeles CA (<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/imagepages/1074.htm>)
- [9] Murwani, S. 2005. *Metodologi Penelitian Ilmiah*. Jakarta: Universitas Muhammadiyah.
- [10] Carter, P & K. Russell. 2005. *Tes Psikometrik*. Penerbit Gaya Media Pratama, Jakarta.
- [11] Santoso, S. 2000. *Buku Latihan SPSS Statistik Parametrik*. Penerbit PT. Elex Media Komputindo, Gramedia, Jakarta.
- [12] Sidharta, 2011. *Optimalisasi Fungsi Otak*. <http://kapita-fikom-915080035.blogspot.com/2011/02/optimalisasi-fungsi-otak-oleh-bapak-dr.html>

PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN BERDASARKAN MASALAH DALAM PENGAJARAN DAN PEMBELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH ATAS (PBM-BSM)

PROBLEM-BASED LEARNING MODULE DEVELOPMENT FOR TEACHING AND LEARNING BIOLOGY IN HIGH SCHOOL

Wan Syafii

FKIP Universitas Riau, Pekanbaru
E-mail : wansya_ws@yahoo.com, 0811765022

ABSTRACT

This study was carried out aiming to design modules Problem Based Learning in Teaching High School Biology (PBM-BSM) in order to assist teachers in creating a learning process that is innovative and creative. Modules are designed with the topic Motion System and Circulatory System. The design of the module using the ADDIE model as a guide. The design of PBM-BSM module with a five-step implementation of PBL. The module consists of a material book, Learning Implementation Plan (RPP), and the Student Worksheet (LKS) and manuscript evaluation. The draft has been prepared modules assessed by expert lecturers and teachers who are experienced, then performed a limited test. The results showed that the modules developed if the terms of the indicators of material well categorized (score 3:28). RPP indicators are categorized either (a score of 3:03). LKS indicators are categorized either (a score of 3:09). and evaluation indicators are categorized either (a score of 3:08). Overall conclusion that the teachers agree that PBM-BSM modules generated in this study is good if judged from the indicator module.

Keywords: Biology High School; Problem Based Learning Module; Module Development

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk merancang modul Pembelajaran Berdasarkan Masalah dalam Pengajaran Biologi Sekolah Menengah (PBM-BSM) agar dapat membantu guru dalam menciptakan proses pembelajaran yang inovatif dan kreatif. Modul yang dirancang dengan topik Sistem Gerak dan Sistem Peredaran darah. Pengembangan modul menggunakan Model ADDIE sebagai panduan. Pengembangan modul PBM-BSM dengan penerapan lima langkah PBM. Modul terdiri dari Buku materi, Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), dan Lembaran Kerja Siswa (LKS) serta naskah Evaluasi. Draf modul yang telah siap dinilai oleh pakar dosen dan guru yang berpengalaman, selanjutnya dilakukan uji terbatas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan jika ditinjau dari segi indikator Buku Materi dikategorikan baik (skor 3.28). Indikator RPP dikategorikan baik (skor 3.03). Indikator LKS dikategorikan baik (skor 3.09). dan indikator Evaluasi dikategorikan baik (skor 3.08). Kesimpulannya secara keseluruhan bahwa guru-guru setuju bahwa modul PBM-BSM yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah baik jika dinilai dari indikator modul.

Kata Kunci: Biologi SMA; Modul Pembelajaran Berdasarkan Masalah; Pengembangan Modul

PENDAHULUAN

Metode pengajaran dan pembelajaran semestinya beralih dari pembelajaran berbentuk hafalan (*rote learning*) kepada pembelajaran yang merangsang pikiran (*mind stimulating learning*) untuk menggalakkan peserta didik berfikir secara kreatif dan inovatif. Ini bermakna pengajaran dan pembelajaran adalah berfokus pada peserta didik dan pembelajaran diarahkan dari proses pasif ke aktif dan bermakna [1].

Dalam kenyataan di lapangan, menunjukkan bahwa selama ini kebanyakan guru menggunakan model pembelajaran yang bersifat konvensional dan banyak di dominasi guru. Guru-guru yang mengajar dalam bidang sains, termasuk biologi belum secara optimum menggunakan pendekatan pembelajaran yang bersifat kontekstual. Kenyataan pola pembelajaran seperti itu perlu diubah dengan cara mengiringi peserta didik mencari ilmunya sendiri. Guru hanya sebagai fasilitator, sedangkan peserta didik harus mencari konsep-konsep secara mandiri. Untuk mengatasi masalah di atas, guru dituntut mencari dan mencari suatu cara yang dapat menumbuhkan motivasi belajar peserta didik. Keadaan ini mengakibatkan rendahnya hasil pencapaian belajar peserta didik.

Hasil pencapaian biologi berdasarkan hasil ujian nasional tahun pelajaran 2008/2009 untuk Kota Pekanbaru di dapati bahwa nilai rata-rata pencapaian biologi adalah 6.39 dengan kategori cukup dan persentase nilai peserta didik yang memperoleh nilai di bawah 7.00 yaitu 75.24%. Seterusnya penguasaan bahan biologi di bawah 50% di antaranya mengenal pasti mekanisme gerak otot berdasarkan gambar yang disajikan (47.85%); dan mengenal pasti jenis gangguan penyakit pada sistem peredaran darah (48.89%) [2].

Keterampilan berfikir dan menyelesaikan masalah peserta didik di Indonesia belum begitu membudaya. Kebanyakan peserta didik terbiasa melakukan kegiatan belajar berupa menghafal tanpa diikuti dengan proses keterampilan berfikir dan menyelesaikan masalah. Untuk menyikapi permasalahan ini maka perlu dilakukan upaya pembelajaran berdasarkan teori kognitif yang di dalamnya termasuk teori belajar konstruktivisme. Menurut teori konstruktivisme keterampilan berfikir dan menyelesaikan masalah dapat ditumbuhkan jika peserta didik melakukan sendiri, mencari, dan memindahkan pengetahuan yang ada. Oleh karena itu guru harus mampu menciptakan suasana belajar yang dapat membantu para peserta didik berlatih menyelesaikan masalah.

Salah satu model pembelajaran yang dapat membantu peserta didik berlatih menyelesaikan masalah adalah model Pembelajaran Berdasarkan Masalah (PBM). Model ini merupakan pendekatan pembelajaran peserta didik pada masalah autentik (nyata) sehingga peserta didik dapat menyusun pengetahuannya sendiri, mengembangkan keterampilan yang tinggi dan penelitian, memandirikan peserta didik, dan meningkatkan kepercayaan dirinya [3]. Pada model ini, peranan guru adalah mengemukakan masalah, mengajukan pertanyaan, memberikan kemudahan suasana berdiskusi, memberikan kemudahan penelitian, dan melakukan penelitian.

Berdasarkan uraian di atas perlu difikirkan usaha-usaha yang dapat membantu guru untuk melaksanakan Model PBM, salah satunya ialah dengan pengembangan modul dalam pengajaran biologi. Hasil penelitian [4] mendapati bahwa dengan pengajaran bermodul dapat meningkatkan pencapaian sains. Penggunaan modul meningkatkan motivasi peserta didik dan membolehkan peserta didik belajar secara lebih bermakna dan produktif dan umpan balik yang diterima oleh peserta didik adalah segera, cepat dan tepat.

Oleh yang demikian, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan modul PBM agar dapat membantu guru dalam menciptakan proses pembelajaran yang inovatif dan kreatif. Modul yang dikembangkan dengan standard kompetensi *Menjelaskan struktur dan fungsi organ manusia dan haiwan tertentu, kelainan/ penyakit yang mungkin terjadi serta implikasinya pada Salingtemas (Sains, lingkungan, teknologi dan masyarakat)*, topik Sistem Gerak dan Sistem Peredaran darah. seterusnya modul yang sudah dikembangkan dapat digunakan dalam pengajaran dan pembelajaran biologi agar dapat melaksanakan langkah-langkah PBM secara lebih bermakna, sehingga pencapaian hasil belajar bagi peserta didik dapat ditingkatkan.

METODOLOGI

2.1 Pengembangan Modul

Dalam penelitian ini pengembangan modul menggunakan Model ADDIE [5], dan dimodifikasi [6], dan [7]. Hasil modifikasi sebagai pedoman karena merupakan model integrasi yang komprehensif.

Pengembangan modul diawali dengan tahap 1: *Menyediakan draf modul* (yaitu Pengembangan objektif pendidikan; Mengenal pasti teori, rasional, falsafah, konsep, sasaran dan tempoh masa; Kajian keperluan; Menetapkan objektif; Pemilihan isi kandungan; Pemilihan strategi; Pemilihan materi; Pemilihan media; dan Menyatukan draf modul). tahap 2: *Menguji dan menilai modul* (meliputi uji terbatas; Menentukan kesahan).

2.2 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan ialah: (1) Instrumen menilai persepsi guru terhadap modul PBM-BSM yang terdiri atas Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Siswa (LKS), Lembar Evaluasi dan Buku Materi Pembelajaran. Instrumen diadaptasi dari [8] dan [9].

Penilaian oleh guru ini merupakan penilaian yang dilakukan oleh teman sejawat, penilaian RPP, LKS dengan menggunakan lembar penilaian [8] dan [9]. Lembaran penilaian modul pembelajaran pada penelitian ini merupakan modifikasi [10] dan [8] serta acuan penilaian RPP dan LKS yang dimodifikasi [9].

Indikator yang digunakan untuk penilaian modul PBM-BSM yaitu 1 set Unit Modul yang dinyatakan dalam 27 pertanyaan terbuka dan 59 pertanyaan tertutup yang terdiri atas Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) 16 item pertanyaan; Lembar Kerja Siswa (LKS) 20 item pertanyaan; Lembar Evaluasi 8 item pertanyaan; dan Buku Materi Pembelajaran 15 item pertanyaan.

2.3 Analisis Data

Untuk mengetahui penilaian modul oleh guru, tanggapan guru dan peserta didik terhadap pelaksanaan pembelajaran berasaskan masalah, maka ditetapkan rentang nilai seperti yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1 Skala dan penunjuk penilaian angket dengan rentang 1-4

Skala	Indikator
3.7 – 4.0	Sangat Baik
2.7 – 3.69	Baik
1.7 – 2.69	Kurang
≤ 1.67	Sangat Kurang

Sumber: [11]

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penilaian Modul Oleh Pakar

Penilaian pakar telah dibuat selepas draf pertama siap. Dalam penelitian ini, peneliti telah mendapat masukan dari enam orang sebagai penilai bagi modul ini. Draf modul yang disediakan diberikan kepada panel penilai yang terdiri dari dosen dan guru biologi Sekolah Menengah Atas. Profil panel adalah seperti dalam tabel 2.

Tabel 2. Panel penilai modul PBM-BSM

No	Profil Ringkas	Institusi	Bidang Keahlian
1	Prof.Dr	UNP	Strategi Pembelajaran & Pedagogi
2	Dra. MSi	UNRI	Sains
3	Dra. MPd	UNRI	Penilaian dan kurikulum
4	Dra. MPd	UNRI	Kurikulum
5	Dra. M.Pd	SMA	Guru Biologi
6	SPd. MSi	SMA	Guru Biologi

Secara ringkasnya, umpan balik dari penilaian panel sebagai berikut :

- 1) Situasi fakta yang terkandung dalam masalah pada LKS telah mencerminkan konsep biologi yang diinginkan namun perlu perbaikan pada pernyataan.
- 2) Langkah-langkah perpaduan keterampilan proses dan penyelesaian masalah dengan model Pembelajaran Berdasarkan Masalah (PBM) telah sesuai dengan standard kompetensi, kompetensi dasar dan indikator pencapaian. Sehingga dapat digunakan sebagai aktivitas pengajaran dan pembelajaran di kelas, namun perlu mempertimbangkan tingkat kemampuan peserta didik dan dalam waktu yang sama mematuhi prinsip-prinsip model PBM.
- 3) Keterampilan proses dan penyelesaian masalah dapat dilaksanakan oleh peserta didik.
- 4) Aktivitas pembelajaran membantu peserta didik untuk memahami konsep, keterampilan proses, penyelesaian masalah dan sikap saintifik.
- 5) Bahan-bahan sumber pengajaran yang disediakan dapat membantu guru biologi untuk melaksanakan pembelajaran dengan Model PBM, namun perlu perbaikan pada penyajian media dan sumber belajar pada silabus.
- 6) Aktivitas keterampilan proses dan penyelesaian masalah yang dirancang membawa kepada penemuan konsep biologi yang diinginkan.
- 7) Soal evaluasi telah sesuai dengan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai, namun perlu perbaikan pada pilihan alternatif jawaban pada pertanyaan objektif.

Untuk menentukan kesahan modul PBM-BSM, metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah membandingkan ciri-ciri modul ini dengan syarat-syarat kesahan isi modul sebagai berikut:

1. Sesuai sasaran populasi yaitu modul yang dirancang memperhatikan aspek latar belakang tingkah laku peserta didik.
2. Situasi pengajaran dan pelaksanaan modul adalah baik dan memuaskan.
3. Waktu yang diberikan kepada peserta didik untuk menyelesaikan sesuatu modul adalah cukup dan memadai.
4. Menunjukkan peningkatan hasil belajar pada diri peserta didik setelah mengikuti modul.
5. Menunjukkan perubahan sikap ke arah lebih cemerlang setelah mengikuti modul [12].

3.2 Pengujian Modul Dalam Pengajaran

Sungguhpun modul PBM-BSM sudah menjalani penilaian pakar, namun uji terbatas harus dilaksanakan terhadap kelompok peserta didik untuk mendapatkan apakah masih ada masukan sebagai penyempurnaan supaya modul PBM-BSM yang dihasilkan lebih berkualitas dan mantap. Uji terbatas untuk mendapatkan kelemahan pada instrumen yang digunakan dan menyediakan data awal untuk tujuan pensampelan [13]. Kesahan isi alat ukur dapat diperoleh dengan bantuan panel penilai [14].

Berdasarkan saran peserta didik dan guru, maka peneliti melakukan perbaikan yaitu modul pembelajaran peserta didik ditambah dengan gambar-gambar yang relevan dengan masalah, seperti gambar-gambar sistem gerak dan sistem sirkulasi yang lebih menarik.

Pernyataan yang terlalu panjang diringkas supaya peserta didik dapat menangkap pesan yang ingin disampaikan.

3.2.1 Penilaian Modul PBM-BSM Oleh Guru

Modul yang dinilai terdiri dari dua unit, penialain modul dilakukan oleh 20 orang guru, dimana penilaian setiap modul dilakukan oleh 10 orang guru, yang terdiri atas Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Siswa (LKS), Lembar Evaluasi dan Buku Materi Pembelajaran. Rerata skor untuk masing-masing item penilaian dari setiap Unit Modul (UM), ditinjau dari RPP, LKS, Evaluasi dan Buku seperti yang dipaparkan pada tabel 3.

Tabel 3. Rerata skor indikator RPP, LKS, Evaluasi dan Modul materi modul PBM-BSM

Indikator	Modul-1 Min Skor (Kategori)	Modul-2 Min Skor (Kategori)	Rata-rata Min skor (Kategori)
RPP	3.04 (Baik)	3,02 (Baik)	3.03 (Baik)
LKS	3.09 (Baik)	3.09 (Baik)	3.09 (Baik)
Evaluasi	3.10 (Baik)	3.05 (Baik)	3.08 (Baik)
Buku Materi	3.52 (Baik)	3.03 (Baik)	3.28 (Baik)

Berdasarkan tabel 3, penilaian modul PBM-BSM untuk indikator RPP adalah skor 3.03 (baik). Komponen yang dibahas dalam rancangan pelaksanaan pembelajaran yaitu kelengkapan komponen, identitas RPP, standar kompetensi, Tujuan pembelajaran, Materi pelajaran, Media dan sumber belajar, kegiatan selama proses pembelajaran serta evaluasi pembelajaran telah dirancang sesuai dengan model PBM. Hasil penilaian modul yang dikembangkan dikategorikan baik. Dengan demikian maka RPP yang dirancang selaras dengan tujuan pembelajaran, dengan indikator pembelajaran, adanya keselarasan penilaian dengan LKP (Lembaran Kerja Peserta didik), serta dengan bahan pelajaran. Sebagaimana dinyatakan oleh [8] bahwa komponen yang harus ada pada RPP di antaranya adalah Standar kompetensi, bahan pembelajaran, sumber belajar, penilaian, indikator dan tujuan pembelajaran. Modul PBM-BSM memberi gambaran jelas bagaimana modul tersebut dapat memberikan manfaat kepada penggunanya, karena mengandung komponen berikut: rasional, objektif, ujian awal, bahan-bahan pelbagai media, kegiatan pembelajaran, ujian mandiri dan ujian pasca.

Selanjutnya dari segi indikator LKS, maka hasil modul yang dikembangkan dikategorikan baik, dengan skor 3.09 untuk kedua-dua modul. Hal ini disebabkan oleh: i) Penyusunan bahan pelajaran telah bersesuaian dengan indikator dan tujuan pembelajaran; ii) Rangkuman bahan telah sesuai dengan huraian bahan pada RPP dan sukatan pelajaran; iii) Huraian pertanyaan tersebut telah sesuai dengan indikator pembelajaran; iv) Sistematis, huraian pertanyaan sesuai dengan langkah-langkah kegiatan inti/isi, dan langkah-langkah pembelajaran, serta tujuan pembelajaran [8], dan [15].

indikator Evaluasi, maka hasil modul yang dikembangkan dikategorikan baik, dengan skor 3.08 untuk kedua-dua modul. Pada komponen kesesuaian prosedur evaluasi, jenis evaluasi dan instrumen evaluasi pada ujian pasca modul yang dikembangkan dikategorikan baik. Dengan demikian maka penilaian selaras dengan tujuan pembelajaran,

dengan indikator pembelajaran, adanya keselarasan penilaian dengan LKP, serta dengan bahan pelajaran.

Indikator Buku Materi Pelajaran, maka hasil modul yang dikembangkan dikategorikan baik, dengan skor 3.28 untuk kedua-dua modul. Hal ini menandakan bahwa modul yang dikembangkan dapat digunakan dan menuntun dalam proses pembelajaran secara aktif, dengan demikian maka pembelajaran yang berlangsung diharapkan dapat berjalan dua hala antara peserta didik dengan guru, sehingga proses pembelajaran dapat berlangsung secara lebih efisien dan efektif. Kandungan materi modul amat penting karena ia menjadi penentu kepada pencapaian objektif modul dan dapat memberi gambaran jelas bagaimana modul tersebut dapat memberikan manfaat kepada penggunanya [6].

3.2.2 Kebolehpercayaan Modul

Modul yang dinilai beserta lembar penilaian diberikan langsung kepada guru-guru yang berkenaan di sekolah. Setiap Unit Modul (UM) dinilai oleh sekumpulan guru-guru yang terdiri dari 10 orang. Hasil penilaian guru, dikumpulkan setelah 2 minggu. Selanjutnya, data responden dideskripsikan. Hasil analisis uji kebolehpercayaan instrumen penilaian modul oleh guru-guru, dipaparkan perincian penilaian menurut indikator modul pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil analisis uji kebolehpercayaan indikator modul PBM-BSM

Indikator Modul	Bill item	Uji Kebolehpercayaan		
		Alpha Cronbach Modul 1	Alpha Cronbach Modul 2	Kebolehpercayaan
Buku Materi	15	0.90	0.92	Boleh dipercayai
RPP	16	0.93	0.90	Boleh dipercayai
LKP	20	0.92	0.93	Boleh dipercayai
Evaluasi	8	0.79	0.84	Boleh dipercayai
Total item	59	0.95	0.95	Boleh dipercayai

Penilaian Unit Modul satu menunjukkan bahwa dengan *Alpha Cronbach* 0.95. Dengan perincian (1) RPP dengan *Alpha Cronbach* 0.93; (2) LKP dengan *Alpha Cronbach* 0.92; (3) Buku Materi dengan *Alpha Cronbach* 0.90; dan (4) Evaluasi dengan *Alpha Cronbach* 0.79. Penilaian Unit Modul Dua dengan *Alpha Cronbach* 0.95. Dengan perincian (1) RPP dengan *Alpha Cronbach* 0.90; (2) LKP dengan *Alpha Cronbach* 0.93; (3) Buku Materi dengan *Alpha Cronbach* 0.92; dan (4) Evaluasi dengan *Alpha Cronbach* 0.84.

Berdasarkan hasil ini, maka nilai *Alpha Cronbach* dari penilaian modul sudah terpenuhi yaitu sudah melebihi 0.70 [16] dan [17]. Kriteria lainnya juga menyatakan sekurang-kurangnya 0.80 [18] dan [19].

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan Modul pembelajaran Berdasarkan Masalah dalam Pengajaran Biologi Sekolah Menengah (PBM-BSM). Modul terdiri dari Buku materi, Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), dan Lembaran Kerja Siswa (LKS) serta naskah Evaluasi. Draf modul yang telah siap dinilai oleh pakar dosen dan guru yang berpengalaman, selanjutnya dilakukan uji terbatas. Secara keseluruhan bahwa guru-guru setuju bahwa modul PBM-BSM yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah baik jika dinilai dari indikator-indikator modul dan Modul PBM-BSM dapat digunakan Guru dalam menerapkan Pembelajaran Berdasarkan Masalah di kelasnya masing-masing.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Natrah Binti Mohamad. 2012. Kesan Pembelajaran Berasaskan Masalah Terhadap Pencapaian dan Pemikiran Kritis dalam Topik Nutrisi. Tesis Sarjana Pendidikan, Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia
- [2] Depdiknas, 2009. *Laporan Hasil dan Statistik Nilai Ujian Nasional Tahun Pelaporan 2008/2009*. Jakarta: Pusat Penilaian Pendidikan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Pendidikan Nasional.
- [3] Arends, R. I. 2004. *Learning to Teach*. Edisi ke-7. New York: McGraw Hill Companies Inc.
- [4] Nik Zaharah bt. Nik Yaacob. 2007. Kajian penerapan nilai murni menerusi pengajaran bermodul. Tesis Dr. Falsafah, Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- [5] Gagne. R.M, Wager.W.W, Golas K.C. Keller. J.M. 2005. *Principles of Instructional Design*, Fifth Edition, Singapore: Wadsworth Thomson Learning Inc.
- [6] Sidek Mohd. Noah & Jamaludin Ahmad. 2008. *Pembinaan Modul: Bagaimana Membina Modul Latihan Dan Modul Akademik*. Serdang: Universiti Putra Malaysia.
- [7] Yustina, 2010. Pembinaan dan keberkesanan modul pembelajaran alam sekitar melalui pendekatan konstruktivisme. Thesis Dr. Falsafah, Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- [8] Kunandar. 2007. *Guru Profesional dalam Implementasi KTSP dan Sukses Sertifikasi*. Jakarta: Rajawali Press.
- [9]
- [10] Usman, M.U., 2006. *Menjadi Guru Profesional*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- [11] Depdiknas. 2006. *Model Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah*. Jakarta: Pusat Kurikulum, Balitbang Depdiknas.
- [12] Arikunto, S. 2007. *Kaedah Penelitian dan Penilaian*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [13] Rusell, J.D. 1974. *Modular Instruction; A Guide to the Design, Selection, Utilization and Evaluation of Modular Materials*. New York: Publishing Company.
- [14] Merriam, S.B. 1998. *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- [15] Mohd. Majid Konting. 2005. *Kaedah Penyelidikan Pendidikan*. Edisi ke-7. Kuala Lumpur. Dewan Bahasa dan Pustaka.
- [16] Susanto. 2008. *Penyusunan Silabus dan RPP Berbasis Visi KTSP*. Surabaya: Mata Pena.
- [17] Fraenkel, J. R. & Wallen, N. E. 2006. *How to Design And Evaluate Research In Education. Sixth Edition*. Boston: McGraw-Hill Publishing Company.
- [18] Arikunto, S. 2005. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [19] Edwar, G.C. & Richard, A.Z. 1979. *Reliability and Validity Assessment*. American: SAGE
- [20] Sukandarrumidi. 2004. *Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

**UPAYA MEMPERBAIKI PROSES PEMBELAJARAN MELALUI ASESMEN
AUTENTIK PADA MATA KULIAH TEKNIK DAN MANAJEMEN LABORATORIUM
UNTUK MENINGKATKAN AKTIVITAS DAN HASIL BELAJAR MAHASISWA**

**EFFORTS TO CORRECT THE LEARNING PROCESS THROUGH THE COURSE
AUTHENTIC ASSESSMENT ENGINEERING AND MANAGEMENT ACTIVITIES AND
LABORATORY TO IMPROVE STUDENT LEARNING OUTCOMES**

Arnentis^{1*} dan Yuslim Fauziah² Nur Chalida Sari³

Biology Faculty of Teacher Education Studies Program University of Riau^{1,2}

Email : arnentistis@yahoo.com¹

ABSTRACT

This study aims to improve the quality of learning through authentic assessment in the course of Engineering and Management Laboratory in Biology Education Program , Department of Mathematics Faculty of Teacher Education University of Riau . This study is an action research conducted in September and December 2013. Subjects were students of Biology Education Program S1 which took engineering courses and laboratory management totaling 34 people . The parameters in this study were student activity with indicators of preparation , implementation and final activities in the lab and learning outcomes collected post-test value and test blocks at the end of each cycle . Average student learning activities in the first cycle 89.55 % with very active category and increased in the second cycle is 92.33 % with a very active category. Average student mastery of the material in the first cycle with both categories 79.73 and 72.61 in both categories in the second cycle . From the results of this study concluded that learning through authentic assessment can improve the activity and student learning outcomes at the course and management techniques in laboratory studies Biology Education Program.

Keywords: authentic assessment, Engineering and Management Laboratory, activity, learning outcomes

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki mutu pembelajaran melalui asesmen autentik pada mata kuliah Teknik dan Manajemen Laboratorium di Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Riau. Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas yang dilakukan pada bulan September hingga Desember 2013. Subjek penelitian adalah mahasiswa Program S1 Pendidikan Biologi yang mengambil mata kuliah teknik dan manajemen laboratorium yang berjumlah 34 orang. Parameter dalam penelitian ini adalah aktivitas mahasiswa dengan indikator persiapan, pelaksanaan dan kegiatan akhir dalam praktikum serta hasil belajar yang dikumpulkan dari nilai postes dan ujian blok pada akhir setiap siklus. Rata-rata aktivitas belajar mahasiswa pada siklus I 89,55 % dengan kategori sangat aktif dan meningkat pada siklus II yaitu 92,33 % dengan kategori sangat aktif. Rata-rata penguasaan materi mahasiswa pada siklus I 79,73 dengan kategori baik dan 72,61 dengan kategori baik pada siklus II. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran melalui asesmen autentik dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar mahasiswa pada matakuliah teknik dan manajemen laboratorium di Program studi Pendidikan Biologi.

Kata kunci: asesmen autentik, teknik dan manajemen laboratorium, aktivitas, hasil belajar

PENDAHULUAN

Pembelajaran merupakan proses pengembangan kreatifitas berfikir yang dapat meningkatkan kemampuan berfikir mahasiswa serta dapat meningkatkan dan mengkonstruksi pengetahuan baru, sebagai upaya meningkatkan penguasaan dan pengembangan yang baik terhadap materi perkuliahan.

Peningkatan daya saing bangsa adalah salah satu amanah yang terkandung dalam HELTS yang dikeluarkan Ditjen Dikti 2003. Dalam rangka memningkatkan daya saing tersebut, diperlukan pembelajaran yang efektif dan terpadu antara dimensi pengetahuan dan proses kognitif pembelajaran yang terdapat dalam domain empat pilar pendidikan. Pencapaian tujuan kompetensi diperoleh melalui penerapan Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK) yang pada pelaksanaannya mencakup beberapa perubahan, diantaranya perubahan dari sistem penilaian (evaluasi) hasil belajar mahasiswa dari evaluasi yang hanya bersifat tradisional ke sistem evaluasi yang menggabungkan evaluasi tradisional dengan penilaian kinerja mahasiswa

Hasil belajar adalah kemampuan yang dimiliki mahasiswa setelah ia menerima pengalaman belajarnya. Hasil belajar mempunyai peranan penting dalam proses pembelajaran. Proses penilaian terhadap hasil belajar dapat memberikan informasi kepada dosen tentang kemajuan mahasiswa dalam upaya mencapai tujuan-tujuan belajarnya melalui kegiatan belajar. Selanjutnya dari informasi tersebut dosen dapat menyusun dan membina kegiatan-kegiatan mahasiswa lebih lanjut, baik untuk keseluruhan kelas maupun individu [1].

Dalam sistem pendidikan nasional rumusan tujuan pendidikan, baik tujuan kurikuler maupun tujuan instruksional, menggunakan klasifikasi hasil belajar dari Benyamin Bloom yang secara garis besar membaginya menjadi tiga ranah, yakni ranah kognitif yang berkenaan dengan hasil belajar intelektual yang terdiri dari 6 aspek, yakni pengetahuan atau ingatan, pemahaman, aplikasi, analisis, sintesis, dan evaluasi. Yang kedua ranah afektif yang berkenaan dengan sikap yang terdiri dari lima aspek, yakni penerimaan, jawaban atau reaksi, penilaian, organisasi, dan internalisasi. Untuk ranah afektif ini, lembar observasi dapat digunakan sebagai alat ukur penilaian. Ketiga adalah ranah psikomotor yang berkenaan dengan hasil belajar keterampilan dan kemampuan bertindak. Ketiga ranah tersebut menjadi objek penilaian hasil belajar. Diantara ketiga ranah itu, ranah kognitiflah yang paling banyak dinilai oleh para dosen karena berkaitan dengan kemampuan para mahasiswa dalam menguasai isi bahan pengajaran [2].

Penilaian (*assesment*) dalam pembelajaran adalah suatu proses atau upaya formal pengumpulan informasi yang berkaitan dengan variabel-variabel penting pembelajaran sebagai bahan dalam pengambilan keputusan oleh dosen untuk memperbaiki proses dan hasil belajar mahasiswa [3]. Variabel-variabel penting yang dimaksud sekurang-kurangnya meliputi pengetahuan, pemahaman, keterampilan dan sikap mahasiswa dalam pembelajaran yang diperoleh dosen dengan berbagai metode dan prosedur baik formal maupun informal [4]. Tujuan utama penggunaan asesmen dalam pembelajaran (*classroom assesment*) adalah membantu dosen dan mahasiswa dalam mengambil keputusan profesional untuk memperbaiki pembelajaran.

Mata kuliah teknik dan manajemen laboratorium merupakan Matakuliah Pengembangan Kepribadian pada Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UNRI dengan jumlah 3/2 SKS(1 SKS teori dan 2 SKS praktikum). Sesuai dengan Kurikulum Berbasis Kompetensi yang diterapkan di Program Studi Biologi, penyajian matakuliah ini terintegrasi antara teori dan praktek. Dalam hal ini kemampuan dan hasil belajar mahasiswa ditentukan

secara utuh meliputi kognitif, afektif dan psikomotor dengan menggunakan Penilaian Kriteria (Penilaian Acuan Patokan). Dari deskripsinya, diketahui bahwa materi yang dipelajari mahasiswa akan dapat mengembangkan pemahaman, keterampilan dan kemampuan bernalar melalui demonstrasi, diskusi, observasi eksperimen dan pemberian tugas.

Tim dosen pada mata kuliah teknik dan manajemen laboratorium beberapa tahun terakhir telah melaksanakan upaya perbaikan pembelajaran, upaya ini telah menunjukkan peningkatan yang cukup baik. Namun hasil belajar mahasiswa pada tahun akademis 2011/2012 40% mendapat nilai C dan D. Dalam proses pelaksanaan pembelajaran masih banyak mengalami kendala seperti kurangnya peralatan sehingga dalam prakteknya sering dilakukan bergantian antar kelompok dan pelaksanaan penilaian terhadap psikomotor seperti latihan atau praktikum penggunaan alat-alat laboratorium kurang optimal. Hal ini juga terlihat pada matakuliah lain yang menggunakan alat seperti penggunaan mikroskop masih banyak mahasiswa yang salah langkah dan takut-takut menggunakannya.

Hal tersebut di atas disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah sistem evaluasi yang diterapkan dosen. Selama ini dosen masih dominan melakukan evaluasi tradisional yang lebih banyak mengevaluasi dari produk atau hasil saja dan belum mengintegrasikan hasil belajar dengan keseluruhan proses pembelajaran pada mata kuliah teknik dan manajemen laboratorium. Mencermati permasalahan tersebut dan dikaitkan dengan deskripsi mata kuliah, diperlukan berbagai asesmen yang dapat mengakses semua kemampuan yang dideskripsikan pada mata kuliah ini. Beberapa bentuk dari asesmen autentik dapat diterapkan dalam upaya mengakses kemampuan mahasiswa dalam latihan atau praktikum pada matakuliah teknik dan manajemen laboratorium ini, diantaranya langkah-penggunaan alat, ketelitian penggunaan alat dengan menggunakan lembar observasi dan penilaian yang tepat.

Secara sederhana asesmen autentik/kinerja merupakan pendekatan non tradisional untuk memberi penilaian kinerja atau hasil belajar mahasiswa [5]. Asesmen kinerja dinyatakan sebagai upaya untuk mengintegrasikan kegiatan pengukuran hasil belajar dengan keseluruhan proses pembelajaran, dengan kata lain asesmen alternatif merupakan proses penilaian yang menyertai seluruh kegiatan belajar dan pembelajaran. Asesmen kinerja adalah suatu prosedur yang menggunakan berbagai bentuk tugas-tugas untuk memperoleh informasi tentang apa dan sejauh mana yang telah dilakukan dalam suatu program pemantauan didasarkan pada kinerja (*performance*) yang ditunjukkan dalam menyelesaikan suatu tugas atau permasalahan yang diberikan. Asesmen ini merupakan penelusuran produk dalam proses. Artinya, hasil-hasil kerja yang ditunjukkan dalam proses pelaksanaan program itu digunakan sebagai basis untuk melakukan pemantauan mengenai perkembangan dari satu pencapaian program tersebut [6].

Menurut hasil penelitian sebelumnya pada mata kuliah *Botani Phanerogamae* menemukan bahwa dari hasil jawaban angket yang disebarkan pada mahasiswa ternyata asesmen alternatif atau asesmen kinerja dirasakan sangat bermanfaat dan berpengaruh terhadap prestasi belajar yang diperoleh mahasiswa. Melalui tugas-tugas yang diberikan pada mata kuliah ini, 98 % mahasiswa menyatakan dapat meningkatkan pengetahuan mereka terhadap keanekaragaman tumbuhan dan semua tugas tersebut dapat membuat mereka lebih kreatif dalam belajar, sehingga meningkatkan hasil belajar mereka [6]. Hal ini sejalan dengan penelitian lainnya yang juga menyatakan bahwa penerapan asesmen kinerja dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar mahasiswa pada matakuliah Struktur Hewan di Semester Ganjil 2012/2013 [7].

Rumusan masalah dalam kajian tindakan perbaikan aktivitas dan hasil belajar ini adalah “Bagaimanakah cara memperbaiki proses pembelajaran melalui asesmen autentik pada mata kuliah teknik dan manajemen laboratorium dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar mahasiswa?”

Secara umum penelitian tindakan kelas ini bertujuan untuk memperbaiki mutu pembelajaran teknik dan manajemen laboratorium pada Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Riau. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar mahasiswa dalam pembelajaran teknik dan manajemen laboratorium Semester Ganjil 2013/2014.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas (PTK) yang dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Riau pada Semester Ganjil Tahun Ajaran 2013/2014. Subjek penelitian adalah mahasiswa Program S1 Pendidikan Biologi angkatan 2013 kelas reguler yang berjumlah 34 orang yang mengambil mata kuliah teknik dan manajemen laboratorium. Adapun parameter penelitian yang diamati merupakan prestasi belajar sebagai dampak dari penerapan asesmen kinerja pada matakuliah teknik dan manajemen laboratorium ini adalah: Aktivitas mahasiswa selama proses pembelajaran dan hasil belajar mahasiswa.

Tindakan yang direncanakan terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan yaitu direncanakan 2 siklus, masing-masing siklus, terdiri dari 3 kali pertemuan dan siklus kedua 3 kali pertemuan. Setiap akhir pertemuan diadakan postes dan setiap akhir siklus diadakan ujian blok. Sebelum pelaksanaan tindakan, team-teaching secara kolaboratif menyiapkan Perangkat Pembelajaran dan bahan lainnya yang terdiri dari, Rencana Pembelajaran (RP), Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) atau petunjuk tugas-tugas yang akan dijadikan bahan untuk asesmen kinerja, rubrik penilaian tugas, yang dilengkapi dengan Lembar observasi, Penuntun kegiatan praktikum dan instrumen penilaian pencapaian hasil belajar.
2. Tahap Pelaksanaan terdiri atas, Pendahuluan meliputi dosen melakukan apersepsi dengan menggali dasar pengetahuan mahasiswa yang berkaitan dengan materi yang akan dibahas, memotivasi dengan menyampaikan manfaat dan aplikasi pengetahuan dan menyampaikan tujuan pembelajaran. Kegiatan inti meliputi penyampaian materi secara ringkas, mengorganisasikan mahasiswa dalam kelompok belajar, menjelaskan cara menggunakan alat dan cara mengerjakan tugas asesmen kinerja, membimbing mahasiswa dalam melakukan praktikum dan diskusi mengerjakan tugas dan pengisian LKM, mendiskusikan hasil kerja kelompok dalam mengerjakan tugas asesmen kinerja dan hasil LKM. Kegiatan penutup yang meliputi, dosen dan mahasiswa bersama-sama menyimpulkan materi mengevaluasi hasil belajar mahasiswa melalui postes sesuai dengan materi pada pertemuan yang bersangkutan dan berdasarkan pada tujuan pembelajaran dan memberikan arahan tugas asesmen kinerja untuk pertemuan siklus kedua.
3. Tahap observasi yang dilaksanakan oleh observer yang dilaksanakan selama proses tindakan berupa aktivitas mahasiswa dalam pembelajaran dan interaksi sosial selama kegiatan tatap muka dan mengevaluasi / menilai tugas asesmen kinerja berupa deskripsi perihal pengenalan dan penggunaan alat dan bahan praktikum dan melakukan test untuk mengetahui tingkat pencapaian hasil belajar.

4. Tahap refleksi dilakukan setelah, menganalisis data hasil observasi dan evaluasi hasil pelaksanaan tindakan dan membuat rekomendasi untuk tindakan pada siklus berikutnya.

Keberhasilan pelaksanaan tindakan diukur melalui :

1. Keberhasilan mahasiswa mengerjakan praktikum dan LKM dengan benar
2. Keberhasilan mahasiswa mengerjakan tugas asesmen kinerja dengan benar
3. Nilai/tingkat Aktivitas mahasiswa selama pembelajaran diamati melalui Lembar Observasi yang mencakup indikator: Aktifitas mahasiswa pada tiga tahapan perkuliahan/praktikum TML yaitu tahap persiapan (membawa/menyiapkan perlengkapan alat atau bahan yang ditugaskan serta memakai jas lab diawal praktikum), kegiatan pelaksanaan praktikum praktikum (mengemukakan ide-ide, memperhatikan pemodelan/demonstrasi dosen, memperhatikan pemodelan/ demonstrasi dosen, mengerjakan lkm, berdiskusi dengan pasangan dalam mengerjakan lkm, menanggapi pertanyaan yang diberikan kelompok lain/dosen, Berdiskusi antara mahasiswa dan dosen, menyimpulkan hasil kerja atau materi pembelajaran dan perilaku yang tidak relevan) dan kegiatan akhir(membersihkan alat dan bahan yang telah digunakan, membersihkan meja praktikum dan mengembalikan alat dan bahan ketempat semula).
4. Prestasi/hasil belajar mahasiswa diukur melalui tes diakhir pertemuan dan akhir siklus satu dan dua, nilai LKM dan nilai tugas-tugas asesmen kinerja. Penafsiran prestasi/hasil belajar mahasiswa dilakukan atas dasar kriteria dari Penjaminan mutu (Monev), dan kontrak kuliah yang telah disepakati diawal perkuliahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktifitas Belajar

Berdasarkan hasil analisis terhadap data aktifitas belajar mahasiswa pada matakuliah teknik dan manajemen laboratorium (TML) melalui asesmen autentik pada Siklus I dan II disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Aktifitas belajar mahasiswa pada Mata Kuliah TML pada Siklus I dan II melalui asesmen autentik.

Indikator	Siklus I			Rata-Rata	Kategori	Siklus II			Rata-Rata	Kategori
	Pertemuan					Pertemuan				
	1	2	3			4	5	6		
	%	%	%			%	%	%		
	Kategori	Kategori	Kategori			Kategori	Kategori	Kategori		
I	100 (SA)	100 (SA)	100 (SA)	100	(SA)	100 (SA)	100 (SA)	100 (SA)	100	(SA)
II	61.74 (CA)	72.5 (A)	71.67 (A)	68.64	(A)	76.5 (SA)	77.08 (SA)	77.41 (SA)	77	(SA)
III	100 (SA)	100 (SA)	100 (SA)	100	(SA)	100 (SA)	100 (SA)	100 (SA)	100	(SA)
Rerata										
%	87.25	90.83	90.56	89.55	(SA)	92.17	92.36	92.47	92.33	(SA)
Kategori	(SA)	(SA)	(SA)	(SA)		(SA)	(SA)	(SA)	(SA)	

Keterangan :
 I = Persiapan Praktikum
 II = Pelaksanaan Praktikum
 III = Kegiatan Akhir Praktikum
 SA = Sangat Aktif
 A = Aktif
 CA = Cukup Aktif

Penerapan asesmen autentik pada penelitian ini dimaksudkan untuk menilai hasil belajar dan kinerja mahasiswa yang tergambar pada aktivitasnya selama kegiatan perkuliahan berlangsung. Adapun bentuk aktivitas yang dinilai adalah mulai dari persiapan (membawa/menyiapkan perlengkapan alat atau bahan yang ditugaskan serta memakai jas lab diawal praktikum), Pelaksanaan praktikum (mengemukakan ide-ide, memperhatikan pemodelan/demonstrasi dosen, memperhatikan pemodelan/ demonstrasi dosen, mengerjakan LKM, berdiskusi dengan pasangan dalam mengerjakan LKM, menanggapi pertanyaan yang diberikan kelompok lain/dosen, Berdiskusi antara mahasiswa dan dosen, menyimpulkan hasil kerja atau materi pembelajaran dan perilaku yang tidak relevan) dan kegiatan akhir praktikum (membersihkan alat dan bahan yang telah digunakan, membersihkan meja praktikum dan mengembalikan alat dan bahan ketempat semula).

Dari tabel 1, rata-rata aktivitas mahasiswa pada indikator persiapan praktikum pada siklus I dan II 100% dengan kategori sangat aktif. Hal ini berarti semua mahasiswa sangat aktif dalam persiapan praktikum disetiap pertemuan baik pada siklus I maupun pada siklus II Pada indikator dalam pelaksanaan praktikum siklus I pertemuan pertama 61,74% dengan kategori cukup aktif, pada pertemuan kedua dan tiga meningkat menjadi kategori aktif (72,5% dan 71,67%) dan selanjutnya meningkat pada pertemuan keempat, lima dan enam pada siklus II menjadi kategori sangat aktif (76,5%, 77,08% dan 77,41 %). Adapun aktivitas mahasiswa dalam mengemukakan ide-ide pada pertemuan 1 dan 2 menyimpulkan hasil kerja masih rendah hal ini disebabkan mahasiswa masih kurang percaya diri dengan tugas-tugas yang dibuatnya. Pada Indikator kegiatan akhir setiap pertemuan baik pada siklus I maupun siklus II sudah termasuk kategori sangat aktif (100%).

Dilihat dari rata-rata persiklus aktivitas mahasiswa pada siklus I 89,55% dengan kategori sangat aktif dan meningkat pada siklus II yaitu 92,33% dengan kategori sangat aktif. Dalam hal ini penerapan asesmen autentik, dapat berperan dalam memotivasi mahasiswa untuk lebih aktif mengikuti proses perkuliahan teknik dan manajemen laboratorium (TML). Melalui asesmen kinerja ini mahasiswa akan lebih mudah memahami materi yang disampaikan dan dalam proses belajar mereka diamati dan dinilai hasil kerjanya sehingga mereka termotivasi. Asismen kinerja atau autentik adalah suatu prosedur yang menggunakan berbagai bentuk tugas-tugas untuk memperoleh informasi tentang apa dan sejauh mana mahasiswa sudah melakukan suatu program. Karakteristik utama asesmen kinerja tidak hanya mengukur hasil belajar peserta didik saja, tetapi secara lengkap memberi informasi yang lebih jelas tentang proses pembelajaran. Dengan perkataan lain asesmen kinerja merupakan proses yang menyertai seluruh kegiatan belajar dan pembelajaran dengan cara mahasiswa mempertunjukkan kinerjanya. Seperti yang dikemukakan Frederick Drake bahwa asesmen kinerja adalah alat untuk memperbaiki cara mengajar guru dan cara belajar peserta didik. Sering sekali asesmen kinerja juga dikaitkan dengan suatu kriteria yang diinginkan dalam kehidupan sehari-hari yang dikenal dengan asesmen otentik (*authentic assessment*) [8].

Hasil Belajar

Nilai Tugas Assesmen Kinerja.

Salah satu parameter yang dievaluasi adalah berupa tugas-tugas yang diberikan diantaranya adalah: mengerjakan lembar kegiatan mahasiswa (LKM) dan laporan, menggunakan alat-alat laboratorium, menggambar hasil pengamatan dan membuat awetan hewan dan tumbuhan. Hasil evaluasinya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil evaluasi tugas-tugas dalam assessment autentik pada mata kuliah teknik dan manajemen laboratorium

No	% Interval	Kategori	Tugas			
			1 N (%)	2 N (%)	3 N (%)	4 N (%)
1	80-100	Amat Baik	29 (85.29)	23 (67.64)	11 (32.35)	34 (100.23)
2	65-79	Baik	5 (14.70)	11 (32.35)	23 (67.64)	-
3	55-64	Cukup	-	-	-	-
4	40-54	Kurang	-	-	-	-
5	<40	Kurang Sekali	-	-	-	-
Jumlah			34 (100)	34 (100)	34 (100)	34 (100)
Rata-rata			81.17	79.7	81.02	80
Kategori			Amat Baik	Baik	Amat Baik	Amat Baik

Keterangan : 1 = Mengerjakan LKM dan Laporan
 2 = Menggunakan Alat-alat Laboratorium
 3 = Menggambar Hasil Pengamatan
 4 = Membuat Awetan

Dari tabel 2 di atas terlihat bahwa tugas yang diberikan kepada mahasiswa sudah dikerjakan dengan baik, hal ini ditunjukkan dari 34 orang mahasiswa, 29 orang (85,29%) mengerjakan LKM dan laporan dengan kategori amat baik dan hanya 5 orang (14,17 %) dengan kategori baik. Dalam menggunakan alat-alat laboratorium 23 orang (67,64 %) dengan kategori amat baik tetapi pada menggambar hasil pengamatan hanya 11 orang (32,35%) yang tergolong kategori amat baik dan dalam membuat awetan 100 % dengan kategori amat baik. Dilihat dari rata-rata nilai tugas hanya menggunakan alat-alat laboratorium dengan kategori baik (79,1) dan selebihnya sudah tergolong kategori amat baik.

Hasil Belajar

Data hasil belajar mahasiswa dilihat dari nilai postes dan ujian blok melalui asisemen kinerja pada mata kuliah teknik dan manajemen laboratorium dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 berikut :

Tabel 3. Hasil Belajar Mahasiswa pada siklus I melalui asesmen autentik pada mata kuliah teknik dan manajemen laboratorium

No	% Interval	Kategori	Post Tes Pertemuan			Blok 1 N (%)	UTS N (%)
			1 N (%)	2 N (%)	3 N (%)		
1	80-100	Amat Baik	22 (64.70)	23 (64.70)	31 (91.17)	23 (67.64)	6 (17.64)
2	65-79	Baik	11 (32.35)	12 (35.94)	3 (8.82)	11 (2.94)	17 (50.00)
3	55-64	Cukup	1 (2.94)				8 (23.52)
4	40-54	Kurang					3 (8.82)
5	<40	Kurang Sekali					
Jumlah			34 (100)	34 (100)	34 (100)	34 (100)	34 (100)
Rata-rata			78.79	79.8	82.94	79.73	69.02
Kategori			Baik	Baik	Amat Baik	Baik	Baik

Dari tabel 3. Dapat dilihat rata-rata hasil belajar mahasiswa pada siklus I adalah 79,73 (baik). Dilihat dari pertemuan ke 1 rata-rata 78,79 mengalami peningkatan pada pertemuan ke 2 dan ke3 yaitu 79,8 (baik) dan 82,94 (amat baik). Pada pertemuan pertama ada 1 orang mahasiswa (2,94%) yang termasuk kategori cukup. Dalam hal ini kondisi mahasiswa tersebut agak kurang sehat. Dilihat dari ujian blok 23 orang mahasiswa (67,64%) tergolong kategori amat baik dan selebihnya (2,94%) tergolong baik. Nilai ujian tengah semester (UTS) masih tergolong baik dengan rata-rata 69,02.

Tabel 4. Hasil Belajar Mahasiswa pada siklus II melalui asesmen autentik pada mata kuliah teknik dan manajemen laboratorium

No	% Interval	Kategori	Post Tes Pertemuan			Blok 2	UAS
			4	5	6		
			N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
1	80-100	Amat Baik	34 (100)	29 (85.29)	30 (88.23)	11 (32.35)	15 (44.11)
2	65-79	Baik		5 (14.70)	4 (11.76)	16 (47.05)	9 (26.47)
3	55-64	Cukup				2 (5.89)	9 (26.47)
4	40-54	Kurang				3 (8.82)	1 (2.94)
5	<40	Kurang Sekali				2 (5.89)	
Jumlah			34 (100)	34 (100)	34 (100)	34 (100)	34 (100)
Rata-rata			82.35	87.5	87.2	72.61	75.53
Kategori			Amat Baik	Amat Baik	Amat Baik	Baik	Baik

Dari tabel 4. dapat dilihat rata-rata hasil belajar siswa pada siklus II pertemuan 1 adalah 82,35 dengan kategori amat baik, mengalami peningkatan pada pertemuan ke 2 dan 3 dengan rata-rata 87.5 dan 87,2 dengan kategori baik. Hal ini dikarenakan dalam proses pembelajaran autentik mahasiswa diobservasi yang dilakukan oleh observer sehingga mahasiswa termotivasi dalam melaksanakan tugas-tugas yang diberikan, selain dari itu tugas-tugas yang dikerjakan juga dinilai dan dengan demikian akan dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajarnya. Rata-rata hasil belajar mahasiswa pada siklus II atau ujian blok kedua adalah 72,61 dengan kategori baik.

Apabila dilihat dari nilai ujian tengah semester (UTS) dan ujian akhir semester UAS, terjadi peningkatan hasil belajar dari 69,02 dengan kategori baik menjadi 75,53 dengan kategori baik (tabel 3 dan 4). Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa penerapan asesmen autentik pada mata kuliah teknik dan manajemen laboratorium (TML) dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

Asesmen kinerja harus mencakup hasil akhir dan proses untuk mencapai hasil belajar, dengan adanya penilaian aktivitas dan tugas-tugas selama proses pembelajaran maka mahasiswa akan termotivasi untuk lebih aktif dalam kegiatan perkuliahan. Aktifnya mahasiswa dalam belajar tentunya akan berpengaruh pada hasil belajar. Hasil belajar yang diperoleh mahasiswa adalah sebagai akibat dari proses belajar yang dilakukan oleh mahasiswa, sehingga proses itu merupakan penunjang hasil belajar yang dicapainya. Mahasiswa yang memiliki motivasi dan aktivitas yang tinggi akan memperoleh hasil belajar yang baik. Asesmen kinerja menilai aktivitas siswa dalam proses pembelajaran, apabila aktivitas siswa dalam kegiatan pembelajaran dinilai, maka siswa akan merasa kinerjanya dihargai sehingga siswa akan termotivasi untuk lebih giat belajar, apabila siswa giat dalam belajar maka hasil belajar siswa juga akan mengalami peningkatan [10].

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan asesmen kinerja pada mata kuliah TML dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar mahasiswa. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menerapkan asesmen kinerja di SMA Bahrul Ullum Sekapuk Ujung Pangkah Gresik pada kegiatan praktikum biologi untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa [9]. Begitu juga hasil penelitian Yuslim dan Syafei [10] bahwa penerapan asesmen kinerja dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Morfologi Tumbuhan. Selanjutnya dinyatakan bahwa penerapan asesmen kinerja dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar mahasiswa pada matakuliah Struktur Hewan [7].

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran melalui asesmen autentik dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar mahasiswa pada matakuliah teknik dan manajemen laboratorium di Program studi Pendidikan Biologi

Dari proses pembelajaran melalui asesmen autentik pada matakuliah teknik manajemen laboratorium perlu diperhatikan efektifitas waktu baik dalam mengerjakan tugas maupun dalam melaksanakan evaluasi disesuaikan dengan soal-soal yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA.

- [1] Soekisno, RBA. 2010. *Asesmen Kinerja (Performance Assessment)*. Online. <http://rbaryans.wordpress.com/200/10/25/asesmen-kinerja-performance/>.
- [2] Sudjana. 2006. *Penilaian Hasil Belajar*. Rosda Karya. Bandung.
- [3] Gunawan, MA. *Performance Assessment*. Online. <http://www.Assessment.com/Gunawan/10/4/2006>
- [4] Gunawan, MA. *Tugas dan Penyusunan Kriteria Penilaian (Rubrik) Performance Assessment*. Online. <http://www.Assessment.com/Gunawan/10/4/2006>
- [5] Sriyati, S.2008. *Alternative Assessment Its Benefits On Botanic Phanerogamae*. Lecture Departement of Biology Education FMIPA UPI. Online. <http://www.scribd.com/doc/8514199/Biologi-Biology-Education-Papers-UPI-Bandung-2008>.
- [6] Marhaeni, AAIN. 2007. *Asesmen Otentik dalam rangka KTSP*. Online. <http://www.undiksha.ac.id/e.learning/staff/image/img-info/4/2-282.pdf>.
- [7] Arnentis dan Febrita, 2012 Perbaikan Hasil Belajar Mahasiswa Melalui Penerapan Asesmen Kinerja Pada Mata Kuliah Struktur Hewan
- [8] Eva. 2008. *Performance Assessment*. Online. <http://www.slideshare.net/herdisaksul/10-aa-2007-alternative-asesment>. 17 Januari 2010
- [9] Shobihah (2007) Shobihah, U. 2007. *Penerapan Asesmen kinerja pada kegiatan praktikum Pembelajaran biologi untuk meningkatkan aktifitas dan hasil belajar Siswa kelas II SMA Bahrul ulum sekapuk ujung pangkah gresik*.Online. <http://digilib.umm.ac.id/files/disk1/239/jiptummpp-jgdl-sl-2008-Ummusbih-1924-PENDAHULAN.pdf>. 13 Maret 2011
- [10] Yuslim dan Syafei (2011). *Penerapan Asesmen Kinerja untuk perbaikan Hasil Belajar Mahasiswa Pada Mata Kuliah Morfologi Tumbuhan*. Lapoan Penelitian PTK. FKIP Universitas Riau.

PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA BIOLOGI BERBASIS PROBLEM SOLVING BERDASARKAN GAMBAR UNTUK MATERI POKOK JAMUR DI SMA *

Anizam Zein,** Erni Novriyanti **, Shinta Pspita***

**Staf pengajar Biologi FMIPA UNP

***Alumni Bilogi FMIPA UNP

anizamz@ymail.com

ABSTRACT

One of the tools that can help the student activity is the Student Activity Sheet (Worksheet) , is a worksheet that contains instructions , a list of tasks , guidance for students to conduct record observations and provides guidance to draw conclusions. Worksheet ideally made by teachers because most teachers understand the state of the student. So far, in the field there are no worksheets for problem solving based on images for fungus as a subject that can develop students' thinking skills. This research aimed to develop a worksheet based problem solving by drawing along with the key to see the validity, enforceability worksheets and student responses to the worksheets developed. This research is the development of a model that uses 4 - D modified from Thiagarajan comprising the step of defining (define) , design (design) and development (develop). Worksheet test subjects were students of SMAN 2 Tarab River class X1. The data of this study is primary data consisting of worksheet validity , enforceability and student response. Data were analyzed with descriptive analysis in the form of a percentage. A product resulting from the research worksheets high school biology based on image -based problem solving to the subject matter of the fungus. The validity of the resulting categorized worksheet. Validation results obtained by both the average value (3.16). Observation of the feasibility worksheet categorized very well (3.57). The response of the students after the activity test was generally positive, in the sense worksheet exciting , new , clear , and raises students' interest in learning . This shows that the worksheet has developed its validity tested with either category .

Keyword: Problem solving, lembar kerja, SMA

ABSTRAK

Salah satu alat yang yang dapat membantu keaktifan siswa adalah Lembar Kegiatan Siswa (LKS), merupakan lembar kerja yang berisikan petunjuk, daftar tugas, bimbingan bagi siswa untuk melakukan kegiatan, mencatat hasil pengamatan serta berisi pengarahan untuk mengambil kesimpulan. LKS idealnya dibuat oleh guru karena guru yang paling memahami keadaan siswa. Selama ini di lapangan belum ada LKS untuk materi pokok jamur terutama yang berbasis *problem solving* berdasarkan gambar yang dapat mengembangkan kemampuan berpikir siswa. Penelitian ini bertujuan mengembangkan LKS berbasis *problem solving* berdasarkan gambar beserta kuncinya dengan melihat validitas, keterlaksanaan LKS dan respons siswa terhadap LKS yang dikembangkan. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menggunakan model 4-D dimodifikasi dari Thiagarajan yang terdiri dari tahap pendefinisian (*define*), perancangan (*design*) dan pengembangan (*develop*). Subjek uji coba LKS adalah siswa SMA Negeri 2 Sungai Tarab kelas X₁. Data penelitian ini adalah data primer yang terdiri dari validitas LKS, keterlaksanaan dan respons siswa. Data dianalisis dengan analisis deskriptif berupa persentase. Dari penelitian dihasilkan produk berupa LKS Biologi SMA berbasis *problem solving* berdasarkan gambar untuk materi pokok jamur. Validitas LKS yang dihasilkan berkategori baik. Hasil validasi diperoleh nilai rata-rata baik (3,16). Pengamatan terhadap keterlaksanaan LKS berkategori sangat baik (3,57). Respons siswa setelah kegiatan uji coba secara umum positif, dalam arti LKS menarik, baru, jelas, dan menimbulkan minat siswa dalam pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa LKS yang dikembangkan telah teruji validitasnya dengan kategori baik.

Keyword: Problem solving, lembar kerja, SMA

PENDAHULUAN

Pendidikan tidak terlepas dari suatu proses pembelajaran yang melibatkan guru dan siswa. Masalah mutu pembelajaran selalu menjadi sorotan dalam dunia pendidikan, Salah satunya adalah kurangnya minat siswa terhadap membaca [1]. Untuk meningkatkan mutu pembelajaran, maka penguasaan ilmu pengetahuan harus ditingkatkan baik lembaga formal maupun non formal. Untuk meningkatkan penguasaan siswa terhadap ilmu pengetahuan di sekolah, maka harus didukung oleh beberapa hal seperti alat pembelajaran yang mendukung, penggunaan media pembelajaran yang bervariasi, dan guru yang professional di bidangnya". Kemamuan professional yang dimaksud adalah seorang guru harus ahli dalam bidangnya, hal ini mencakup bagaimana seorang guru dapat menerapkan strategi, pendekatan dan metode serta penggunaan media yang bervariasi dalam pembelajaran sehingga terciptanya proses pembelajaran yang efektif. Dalam proses pembelajaran, guru perlu memberikan dorongan pada siswa untuk menggunakan haknya dalam membangun gagasan, dimana tanggung jawab belajar berada pada diri siswa sedangkan guru berperan meningkatkan dan mendorong tanggung jawab siswa untuk belajar.

Proses pembelajaran dapat berjalan efektif apabila seluruh komponen yang berpengaruh dalam proses tersebut saling mendukung. Salah satu komponen yang sangat berpengaruh adalah pemilihan media pembelajaran yang tepat agar dapat meningkatkan kemampuan siswa. Hal ini dilandasi dengan keyakinan bahwa proses pembelajaran dengan bantuan media mempertinggi kegiatan belajar anak didik dan menghasilkan proses serta hasil belajar yang lebih baik dibandingkan tanpa media.

Variasi dalam pembelajaran seperti penggunaan media dapat membantu guru dalam mencapai tujuannya yaitu meningkatkan dan memelihara perhatian anak didik terhadap relevansi proses pembelajaran. Pada kegiatan pembelajaran diperlukan perangkat pembelajaran. Perangkat Pembelajaran terdiri atas Rencana Pembelajaran, Buku Siswa, Lembar Kerja siswa (LKS) dan Kunci LKS, Lembar Penilaian, Kunci serta Media [2]. RPP merupakan pedoman bagi guru dalam melaksanakan aktivitas pembelajaran di kelas. Buku siswa merupakan buku panduan bagi siswa dalam kegiatan pembelajaran yang memuat materi pelajaran, kegiatan penyelidikan berdasarkan konsep, kegiatan sains, informasi, dan contoh-contoh penerapan sains dalam kehidupan sehari-hari. Media adalah sesuatu yang dapat membantu menyampaikan pesan dan informasi dari sumber pesan (komunikator) kepada penerima pesan (komunikan) sedangkan lembar kegiatan siswa (LKS) merupakan lembar kerja untuk individu, yang berisi petunjuk untuk melakukan suatu kegiatan. LKS juga berisi daftar tugas dan bimbingan untuk melakukan kegiatan, untuk mencatat hasil pengamatan serta berisi pengarahannya untuk mengambil kesimpulan. LKS biasa berupa lembar kegiatan yang mencerminkan proses.

Lembar Kerja Siswa biologi yang ada dipasaran, biasanya berisi tentang pertanyaan-pertanyaan pilihan berganda dan pertanyaan uraian yang mencakup semua materi pelajaran. Hal ini mengakibatkan kurang berkembangnya kemampuan berpikir siswa. Maka untuk mengembangkan kemampuan berpikir siswa, siswa dituntut untuk dapat memecahkan masalah. Kemampuan memecahkan masalah merupakan cikal bakal dari sikap mandiri dan keterampilan memecahkan masalah merupakan keterampilan dasar yang harus dikembangkan dalam diri siswa [3]. Keterampilan ini dapat dikembangkan melalui latihan. Oleh karena itu, perlu LKS yang dapat digunakan sebagai latihan mengembangkan kemampuan memecahkan masalah.

Helgelson (1989) dalam [4] mengemukakan, bahwa strategi pembelajaran dengan pola pemecahan masalah sangat baik untuk meningkatkan kemampuan berpikir. Aktivitas pembelajaran tidak hanya menekankan pada perolehan pengetahuan, tetapi juga kemampuan dalam *problem solving* dan pengambilan keputusan.

Pembelajaran biologi sangat berkaitan dengan adanya gambar. Gambar dalam pembelajaran biologi merupakan salah satu media yang dapat menjelaskan konsep yang abstrak menjadi konkrit. Gambar yang terdapat baik pada buku siswa maupun pada LKS, akan memudahkan siswa untuk memahami materi pelajaran. Selain itu, gambar pada LKS sekaligus dapat merangsang minat siswa, sehingga timbul berbagai pertanyaan yang menekankan pada *problem solving*.

Bertitik tolak dari hal di atas, penulis membuat perangkat pembelajaran berbasis gambar dan *problem solving* dalam bentuk LKS yang berisi materi pokok jamur dan menjadikannya sebagai objek penelitian tentang pengembangan LKS biologi SMA berbasis *problem solving* berdasarkan gambar untuk materi pokok jamur di SMA Negeri 2 Sungai Tarab kelas X kurikulum 2006. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui validitas LKS, keterlaksanaan LKS, respons siswa terhadap LKS berbasis *problem solving* berdasarkan gambar yang dikembangkan, dan dihasilkan LKS berbasis *problem solving* berdasarkan gambar yang valid.

METODE PENELITIAN

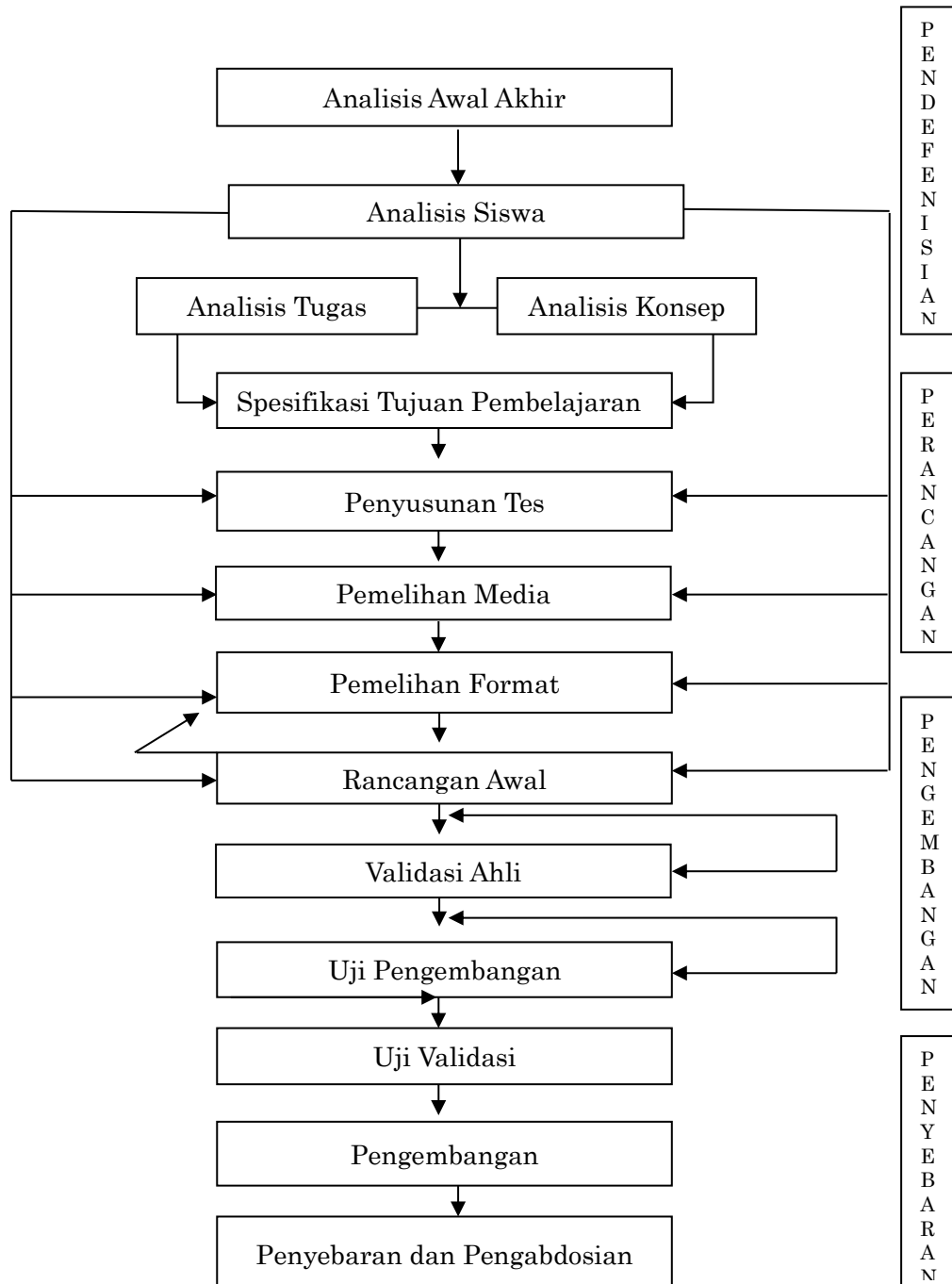
Penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*). Produk yang dikembangkan adalah LKS. Sejalan dengan masalah dan tujuan pengembangan yang dikemukakan pada bagian pendahuluan, maka model pengembangan ini adalah model prosedural. Model prosedural adalah model yang bersifat deskriptif, yaitu menggariskan langkah-langkah yang harus diikuti untuk menghasilkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada dan dapat dipertanggung jawabkan [5]. Sedangkan parameter yang dilakukan adalah : menghasilkan LKS berbasis *problem solving* berdasarkan gambar pada materi jamur untuk siswa kelas X Semester I di SMA Negeri 2 Sungai Tarab kurikulum 2006. Mengetahui validasi dan respon siswa (praktikalitas) LKS berbasis *problem solving* berdasarkan gambar, dan mengetahui praktikalitas siswa terhadap LKS berbasis *problem solving* berdasarkan gambar yang dihasilkan. Langkah-langkah 3-D dari model 4-D (*four D models*) dalam penelitian ini diringkas seperti pada gambar berikut :

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil validasi LKS dan kunci LKS disajikan pada Tabel 1 Hasil validasi LKS seperti yang ditampilkan pada Tabel 1 terlihat bahwa LKS yang dihasilkan berkategori baik yang ditunjukkan oleh rata-rata nilai oleh ketiga validator untuk masing-masing LKS bernilai 3,16. Hal ini berarti LKS yang dihasilkan sudah baik kualitasnya dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran.

Tabel 1. Hasil validasi LKS dan kunci LKS

No	Kriteria LKS	Validator			Jumlah	Skor dlm persen (%)	Nilai
		1	2	3			
1	Syarat Didaktik	11	14	15	40	3,33	Baik
2	Syarat Konstruksi	19	18	19	56	3,11	Baik
3	Syarat Teknis	9	10	10	29	3,22	Baik
4	Kunci LKS	5	6	7	18	3	Baik
	Rata-rata					3,16	Baik



Gambar . Pengembangan Perangkat Pembelajaran 4-D Models Dimodifikasi dari Thiagarajan (1974) dalam Trianto [6]

Validasi LKS merupakan bagian dari tahap pengembangan (*develop*). LKS yang telah divalidasi direvisi sesuai dengan saran dari validator. LKS yang divalidasi oleh validator sebelumnya telah diperiksa kebenarannya oleh pembimbing. Saran dari pembimbing yaitu buatlah sumber gambar yang digunakan, perbaiki kesalahan-kesalahan penulisan serta perbaiki gambar yang kurang jelas. ke tiga. Berikut ini akan diuraikan saran-saran dari validator.

Lembar kegiatan siswa (LKS) yang dikembangkan adalah LKS berbasis gambar dan *problem solving*. LKS ini dibuat untuk satu materi pelajaran yaitu materi pokok jamur. LKS berbasis gambar dan *problem solving* yang dikembangkan berisi standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator, alokasi waktu, tujuan pembelajaran, petunjuk mengerjakan kegiatan, uraian materi dan lembar masalah yang terdiri dari gambar, masalah, rumusan masalah, alternatif pemecahan masalah, pemecahan masalah yang tepat, dan argumentasi.

Tabel 2. Saran dari Validator Pertama terhadap LKS yang Dikembangkan.

No	Saran	Keterangan
1.	Huruf dan jenis tulisan dipilih agar halaman lebih efektif.	Sudah diperbaiki
2.	Gunakan huruf kapital pada awal nama divisi.	Sudah diperbaiki
3.	Buang gambar/ ilustrasi yang tidak berhubungan dengan rincian materi.	Sudah diperbaiki
4.	Tulis sumber gambar dan nomor urut gambar.	Sudah diperbaiki
5.	Perbaiki margin agar halaman efektif.	Sudah diperbaiki
6.	Lembaran masalah dibuat pada halaman terpisah.	Sudah diperbaiki
7.	Ganti pertanyaan-pertanyaan sederhana menjadi pertanyaan yang mengarah pada <i>problem solving</i> .	Sudah diperbaiki
8.	Tata dan hirarki materi beserta identasion dirapikan.	Sudah diperbaiki
9.	Gunakan gambar-gambar yang jelas representatif.	Sudah diperbaiki
10.	Setiap contoh jamur memiliki gambar.	Sudah diperbaiki
11.	LKS ditulis kapital.	Sudah diperbaiki
12.	Lihat panduan untuk penulisan kutipan.	Sudah diperbaiki
13.	Pada lembar masalah Deuteromycota, sisipkan gambar yang berbeda dengan yang ada dikajian teori.	Sudah diperbaiki
14.	Tambahkan gambar untuk kajian tentang peranan jamur yang merugikan.	Sudah diperbaiki

Tabel 3. Saran dari Validator Kedua terhadap LKS yang Dikembangkan.

No	Saran	Keterangan
1.	Perjelas huruf pada cover	Sudah diperbaiki
2.	Tuliskan sumber gambar dan nomor urut gambar	Sudah diperbaiki

Tabel 4 Saran dari Validator Ketiga terhadap LKS yang Dikembangkan.

No	Saran	Keterangan
1.	Perhatikan penggunaan tanda baca	Sudah diperbaiki
2.	Perjelas gambar	Sudah diperbaiki
3.	Buat LKS lebih menarik dengan tampilan gambar dan warna yang sesuai dengan karakteristik.	Sudah diperbaiki

Setelah mendapat masukan dari 3 validator, dilakukan revisi kembali terhadap LKS. Pembuatan LKS ini diawali dengan proses perancangan (*design*) bentuk LKS. Setelah pembuatan LKS selesai, penulis meminta saran dari pembimbing, ternyata masih banyak kesalahan yang ditemui dalam LKS tersebut. LKS diperbaiki sesuai dengan saran pembimbing, sebelum divalidasi oleh validator. Validasi dilakukan oleh 3 orang dosen Jurusan Biologi Universitas Negeri Padang.

Hasil validasi di atas menunjukkan bahwa LKS yang dihasilkan telah teruji kualitasnya dan telah dinyatakan valid oleh validator. Validator yang menilai validitas LKS biologi dengan pendekatan *problem solving* berdasarkan gambar dilengkapi urain materi jamur dalam bentuk LKS adalah orang-orang yang telah lama bertugas di bidang pendidikan dan telah ahli dalam

mengembangkan LKS. Oleh sebab itu, hasil validasi ini telah dapat dipertanggungjawabkan dengan semestinya.

Validitas LKS penting dilakukan untuk melihat apakah LKS yang dibuat sudah sesuai dengan kriteria LKS. Hasil analisis data menunjukkan bahwa LKS pada materi pokok jamur dinilai baik dengan nilai rata-rata 3,16. Hal ini berarti LKS yang dihasilkan dinyatakan valid oleh validator sehingga sudah bisa digunakan dalam proses pembelajaran. Nilai validitas LKS menunjukkan bahwa LKS baik untuk digunakan dalam pembelajaran dan diharapkan dapat mengaktifkan pembelajaran. Bagi guru LKS berfungsi untuk menuntun siswa dalam berbagai kegiatan pembelajaran sedangkan bagi siswa LKS berguna untuk mempermudah pemahaman terhadap materi pelajaran. Hal ini sesuai dengan pernyataan (2) yang menyatakan bahwa LKS berguna untuk membantu kegiatan pembelajaran dan mempermudah memahami materi pelajaran.

LKS yang telah direvisi di ujicobakan pada siswa kelas X₁ SMA Negeri 2 Sungai Tarab yang berjumlah 23 orang. Uji coba LKS dalam pembelajaran diamati oleh 2 orang pengamat dan didapatkan nilai rata-rata 3,57 dengan kategori sangat baik. Hal ini berarti bahwa pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan berjalan lancar dan baik. Proses pembelajaran dengan pendekatan *problem solving* dapat membuat siswa lebih efisien karena dengan menganalisis dan menemukan solusi bagi permasalahan yang diberikan siswa sekaligus membangun sendiri konsep materi pelajaran. Pemberian masalah dapat merangsang rasa ingin tahu, keinginan untuk mengamati, motivasi serta keterlibatan seseorang dalam suatu hal. Selain itu penggunaan bahan ajar yang berwarna dapat membuat siswa senang dan tertarik untuk membaca bahan ajar tersebut. Hal ini mendukung penilaian pakar pendidikan yang telah memvalidasi LKS yang dikembangkan dan memberikan nilai rata-rata baik. Dengan demikian, LKS yang telah dikembangkan dapat

Pengamatan keterlaksanaan LKS

Uji coba LKS dilakukan pada SMAN I Sungai Tarab. Keterlaksanaan LKS dalam pembelajaran diamati oleh dua orang pengamat. Hasil keterlaksanaan LKS dalam pembelajaran ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Penilaian Keterlaksanaan LKS

No	Aspek yang diamati	Rata-rata	Kategori
1	Motivasi	3,5	Sangat baik
2	Menyampaikan tujuan pembelajaran	4	Sangat baik
3	Mengaitkan pembelajaran dengan pengetahuan awal	3	Baik
4	Membaca materi pokok dalam LKS	4	Sangat baik
5	Materi pelajaran yang disajikan dalam LKS sesuai dengan tujuan pembelajaran	4	Sangat baik
6	LKS memuat penjelasan yang sangat penting tentang konsep materi pelajaran yang disajikan	4	Sangat baik
7	LKS memuat pertanyaan yang berhubungan dengan konsep materi pelajaran yang disajikan	4	Sangat baik
8	Pertanyaan LKS dimulai dari yang sederhana ke yang rumit	3,5	Sangat baik
9	LKS mudah dipahami, disajikan dengan jelas dan rapi	3	Sangat baik
10	Mengerjakan latihan	4	Sangat baik
11	Pengelolaan waktu proses belajar mengajar	3	Baik
12	Siswa antusias	3,5	Sangat baik
13	Guru antusias	3	Sangat baik
	Rata-rata	3,57	Sangat baik

Rata-rata keterlaksanaan LKS dalam pembelajaran berkategori sangat baik. Hal ini berarti bahwa LKS (Tabel 7) yang dikembangkan dapat digunakan dalam pembelajaran biologi.

Respons siswa terhadap LKS

Angket respons siswa terhadap LKS diisi siswa setelah seluruh kegiatan pembelajaran selesai. Berikut adalah data respons siswa terhadap LKS.

Tabel 8. Data Respons (Praktikaltas) Siswa terhadap LKS (%)

No	Uraian	Penilaian	
		Tertarik	Kategori
I	Pendapat siswa mengenai komponen berikut ini:	91,3	Sangat baik
	1. Materi Pelajaran	95,6	Sangat baik
	2. LKS	82,6	Baik
	3. Suasana Belajar	82,6	Baik
	4. Cara Mengajar Guru		
II	Pendapat siswa mengenai komponen berikut ini:	Baru	Kategori
	1. LKS	91,3	Sangat baik
	2. Cara mengajar guru	86,9	Baik
III	Pendapat siswa mengenai komponen berikut ini:	Jelas	Kategori
	1. Membaca materi dalam LKS	91,3	Sangat baik
	2. Memahami materi dalam LKS	86,9	Baik
	3. Memahami gambar dalam LKS	78,2	Cukup Baik
	4. Menemukan masalah	86,9	Sangat baik
	5. Merumuskan masalah	82,6	Baik
	6. Memilih alternatif pemecahan masalah	86,9	Baik
	7. Memanfaatkan sumber data untuk pemecahan masalah	82,6	Baik
	8. Menentukan alternatif pemecahan masalah yang tepat	91,3	Sangat baik
	9. Menyimpulkan pemecahan masalah	91,3	Sangat baik
IV	Minat siswa untuk hal berikut	Berminat	Kategori
	Mengikuti pembelajaran seperti ini untuk materi selanjutnya	100	Sangat baik
	Mengerjakan LKS pada kegiatan pembelajaran berikutnya?	95,6	Sangat baik
V	Pendapat siswa mengenai komponen berikut ini:	Jelas	Kategori
	Bimbingan guru pada saat mengerjakan LKS selama kegiatan pembelajaran	86,9	Baik
	Bahasa yang digunakan dalam LKS	100	Sangat baik
	Instruksi dalam LKS	95,6	Sangat baik
VI	Pendapat siswa tentang penampilan LKS	Menarik	Kategori
		95,6	Sangat baik
VII	Dengan mengerjakan LKS untuk materi pembelajaran biologi, maka lebih banyak materi yang tersimpan dalam ingatan siswa	Setuju	Kategori
		100	Sangat baik
	Rata-rata	90,1	Sangat baik

Respon siswa terhadap LKS diperoleh dengan menggunakan angket.

Lembar kegiatan siswa (LKS) yang dikembangkan adalah LKS berbasis gambar dan *problem solving*. LKS ini dibuat untuk satu materi pelajaran yaitu materi pokok jamur. LKS berbasis gambar dan *problem solving* yang dikembangkan berisi standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator, alokasi waktu, tujuan pembelajaran, petunjuk mengerjakan

kegiatan, uraian materi dan lembar masalah yang terdiri dari gambar, masalah, rumusan masalah, alternatif pemecahan masalah, pemecahan masalah yang tepat, dan argumentasi.

Pembuatan LKS ini diawali dengan proses perancangan (*design*) bentuk LKS. Setelah pembuatan LKS selesai, penulis meminta saran dari pembimbing, ternyata masih banyak kesalahan yang ditemui dalam LKS tersebut. LKS diperbaiki sesuai dengan saran pembimbing, sebelum divalidasi oleh validator. Validasi dilakukan oleh 3 orang dosen Jurusan Biologi Universitas Negeri Padang. Hasil validasi di atas menunjukkan bahwa LKS yang dihasilkan telah teruji kualitasnya dan telah dinyatakan valid oleh validator. Validator yang menilai validitas LKS biologi dengan pendekatan *problem solving* berdasarkan gambar dilengkapi uraian materi jamur dalam bentuk LKS adalah orang-orang yang telah lama bertugas di bidang pendidikan dan telah ahli dalam mengembangkan LKS. Oleh sebab itu, hasil validasi ini telah dapat dipertanggungjawabkan dengan semestinya.

Validitas LKS penting dilakukan untuk melihat apakah LKS yang dibuat sudah sesuai dengan kriteria LKS. Hasil analisis data menunjukkan bahwa LKS pada materi pokok jamur dinilai baik dengan nilai rata-rata 3,16. Hal ini berarti LKS yang dihasilkan dinyatakan valid oleh validator sehingga sudah bisa digunakan dalam proses pembelajaran. Nilai validitas LKS menunjukkan bahwa LKS baik untuk digunakan dalam pembelajaran dan diharapkan dapat mengaktifkan pembelajaran. Bagi guru LKS berfungsi untuk menuntun siswa dalam berbagai kegiatan pembelajaran sedangkan bagi siswa LKS berguna untuk mempermudah pemahaman terhadap materi pelajaran. Hal ini sesuai dengan pernyataan (2) yang menyatakan bahwa LKS berguna untuk membantu kegiatan pembelajaran dan mempermudah memahami materi pelajaran.

LKS yang telah direvisi di ujicobakan pada siswa kelas X₁ SMA Negeri 2 Sungai Tarab yang berjumlah 23 orang. Uji coba LKS dalam pembelajaran diamati oleh 2 orang pengamat dan didapatkan nilai rata-rata 3,57 dengan kategori sangat baik. Hal ini berarti bahwa pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan berjalan lancar dan baik. Proses pembelajaran dengan pendekatan *problem solving* dapat membuat siswa lebih efisien karena dengan menganalisis dan menemukan solusi bagi permasalahan yang diberikan siswa sekaligus membangun sendiri konsep materi pelajaran. Pemberian masalah dapat merangsang rasa ingin tahu, keinginan untuk mengamati, motivasi serta keterlibatan seseorang dalam suatu hal. Selain itu penggunaan bahan ajar yang berwarna dapat membuat siswa senang dan tertarik untuk membaca bahan ajar tersebut. Hal ini mendukung penilaian pakar pendidikan yang telah memvalidasi LKS yang dikembangkan dan memberikan nilai rata-rata baik. Dengan demikian, LKS yang telah dikembangkan dapat mengaktifkan pembelajaran siswa. Hasil analisis angket respons siswa terhadap LKS untuk materi pokok jamur memiliki rata-rata 90,1 dengan kategori sangat baik. Hal ini berarti bahwa secara umum LKS dimengerti dan diminati oleh siswa sehingga dapat digunakan dalam pembelajaran. Siswa merasa tertarik belajar menggunakan LKS karena merasa baru dengan LKS yang dikembangkan, baik dalam cara mengerjakan maupun dalam tampilannya.

Dari angket respons siswa diketahui bahwa siswa berminat untuk mengikuti pembelajaran dengan menggunakan LKS tidak hanya untuk materi pokok jamur tetapi juga untuk materi lainnya. Pada dasarnya orang akan senang mengerjakan apa yang menjadi minatnya. Selama peneliti melakukan uji coba secara garis besar berjalan lancar meskipun ada sedikit kendala namun masih bisa diatasi. Selama pembelajaran ditampilkan gambar-gambar mengenai jamur yang membuat siswa menjadi tertarik untuk mengikuti pelajaran. Selain itu, siswa dalam kelas uji coba hanya berjumlah 23 orang sehingga lebih mudah untuk dikontrol dan diamati aktivitasnya. Saat peneliti melakukan uji coba, terdapat

sedikit kendala yaitu keterbatasan waktu yang dimiliki siswa untuk mengerjakan LKS sehingga siswa kurang tenang dalam mengerjakan LKS. Hal ini menyebabkan diberikannya tambahan waktu bagi siswa untuk mengerjakan LKS

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :
Dihasilkan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis`Problem Solving berdasarkan gambar pada materi jamur di SMAN Sungai Tarab memenuhi kriteria validitas baik (3,16), dan keterlaksanaan dengan kategori sangat baik (3,57).

Disarankan waktu pelaksanaan agar ditambah sehingga siswa dapat mengerjakan LKS dengan baik. Pelaksanaan uji keterlaksanaan untuk dilakukan tidak hanya pada satu sekolah, sehingga data hasil uji keterlaksanaan yang didapatkan lebih banyak lagi. Bagi peneliti lainnya agar mengembangkan pada materi yang lainnya sehingga dapat meningkatkan keaktifan siswa dalam pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyasa. E.2007. *Menjadi Guru Profesional, Menciptakan Pembelajaran Kreatif dan Menyenangkan*,. Bandung. PT. Remaja Rosdakarya..
- [2] Nur Mohammad. 2004. *Strategi –Strategi Belajar*. Surabaya. Pusat Sains dan Matematika Sekolah Unesa
- [3] Dahar.Willis Ratna. 1989.*Teori Teori Belajar*. Jakarta. Erlangga.
- [4] Lufri, Arlis, Yuslidar Yunus, Sudirman. 2007. *Strategi Pembelajaran Biologi Padang*. Universitas Negeri Padang.
- [5] Sukmadinata. 2006. *Metode Penelitian pengembangan*. Bandung. PT Remaja Rosdakarya.
- [6] Trianto. 2010. *Mendesain Mode Pembelajaran Inovatif Progresif*. Jakarta. Penerbit Media Grup

**PERSEPSI MAHASISWA TERHADAP PENGELOLAAN LABORATORIUM PADA
MATA KULIAH BIOLOGI DASAR UNTUK PENGEMBANGAN LABORATORIUM
PENDIDIKAN BIOLOGI FKIP UNIVERSITAS RIAU**

**STUDENTS PERCEPTION OF LABORATORY MANAGEMENT IN BIOLOGICAL BASIS
COURSE FOR BIOLOGY LABORATORY DEVELOPMENT FKIP UNIVERSITY RIAU**

Darmawati

Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UR
Email: darmawati_msi@yahoo.com
Jl. Taman Karya XII No. 23 Panam-Pekanbaru, HP. 081371095867

ABSTRACT

This study aims to determine students perception about laboratory management in biological basis course for biology laboratory development FKIP UR. The experiment is held at Laboratory of Biology Education FKIP UR Program, in January until November 2012. The population in this study is a student who has taken a basic biology course that PMIPA FKIP UR students Academic Year 2011/2012, in the Biology Education FKIP UR Program, while sampling technique was purposive sampling, is the student of physics and chemistry that around 54 people. Type a descriptive study. Data collection instrument used was a questionnaire, which contains 6 indicators are indicators for planning, structuring, administration, security, maintenance, and supervision. The results showed that the perception of students who taking a basic biology course on the management of biological laboratories in Biology Education FKIP UR Program, for planning: 4:33 (good), Structuring: 3.88 (good), administrative: 3.99 (good), security: 3.60 (enough), treatment: 4:22 (good) and supervision: 3.51 (enough), and the average of all indicators: 3.92 (good).

Keywords: basic biology, laboratory, perception, management

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persepsi mahasiswa terhadap pengelolaan laboratorium pada mata kuliah biologi dasar untuk pengembangan laboratorium Pendidikan Biologi FKIP UR. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UR, pada bulan Januari sampai November 2012. Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa yang sudah mengambil mata kuliah biologi dasar yaitu mahasiswa PMIPA FKIP UR Tahun Akademis 2011/2012, di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UR, sedangkan teknik pengambilan sampel adalah purposive sampling, yaitu mahasiswa fisika dan kimia yang berjumlah 54 orang. Jenis penelitian deskriptif. Instrumen pengumpul data yang digunakan adalah angket, yang berisi 6 indikator yaitu indikator perencanaan, penataan, administrasi, pengamanan, perawatan, dan pengawasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap pengelolaan laboratorium biologi di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UR, untuk perencanaan : 4.33 (baik), penataan : 3.88 (baik), administrasi : 3.99 (baik), pengamanan : 3.60 (cukup), perawatan : 4.22 (baik) dan pengawasan : 3.51 (cukup), dan rata-rata dari semua indikator : 3.92 (baik)

Kata Kunci : Biologi dasar, laboratorium, persepsi, pengelolaan

PENDAHULUAN

Laboratorium biologi mempunyai tujuan dan fungsi sebagai laboratorium pendidikan dan laboratorium penelitian yang akan menerapkan serta mengembangkan teori-teori dan konsep-konsep dalam bidang biologi dan bidang yang terkait. Laboratorium biologi merupakan salah satu fasilitas penting untuk menunjang keberhasilan dalam pencapaian tujuan pembelajaran biologi atau kegiatan ilmiah lainnya. Oleh karena itu mengharuskan pengelolaan laboratorium biologi dilaksanakan secara professional untuk dapat mengembangkan kompetensi manajerial dan organisasi laboratorium biologi.

Biologi dasar adalah salah satu mata kuliah yang termasuk dalam Mata kuliah Keilmuan dan Keterampilan (MKK) yang disajikan pada semester 1 (ganjil). Mata kuliah ini adalah mata kuliah bersama dan wajib diambil oleh mahasiswa baru yang diterima jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Oleh karena itu setiap tahunnya (semester ganjil) laboratorium biologi selalu melayani kebutuhan mahasiswa dari program studi lain seperti pendidikan fisika dan pendidikan kimia. Dengan keterbatasan sarana dan prasarana yang ada, kadang kurang maksimal dalam melayani kebutuhan mahasiswa walaupun sebagai dosen selalu berusaha untuk dapat melayani kebutuhan kegiatan praktikum mahasiswa dengan baik. Oleh karena itu untuk mengembangkan laboratorium biologi perlu juga diketahui bagaimana persepsi mahasiswa dari program studi lain tentang tingkat optimalisasi penggunaan fasilitas laboratorium dan arah pengembangan yang mereka butuhkan, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas proses pembelajaran. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Bagaimanakah persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap pengelolaan laboratorium untuk arah pengembangan laboratorium biologi di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau? Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai acuan untuk arah pengembangan laboratorium pendidikan biologi di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau, pada bulan Januari sampai November 2012. Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa yang sudah mengambil mata kuliah biologi dasar yaitu mahasiswa PMIPA FKIP UR Tahun Akademis 2011/2012, di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau., sedangkan teknik pengambilan sampel adalah purposive sampling, yaitu mahasiswa fisika dan kimia yang berjumlah 54 orang. Parameter yang diukur adalah : Perencanaan, Penataan, Administrasi, Pengamanan, Perawatan dan Pengawasan. Instrumen pengumpul data yang digunakan adalah angket. Pernyataan dalam angket dinilai dengan skor penilaian skala bertingkat (rating skala) yang dimodifikasi dari Arikunto [1], sebagai berikut : Sangat setuju (SS) = Skor 5, Setuju (S) = Skor 4, Kurang Setuju (KS) = Skor 3 Tidak setuju (TS) = Skor 2, Sangat tidak setuju (STS) = Skor 1. Setelah diketahui skor masing – masing item , maka selanjutnya digunakan rumus sebagai berikut :

$$M = \frac{\sum Fx}{N}$$

Keterangan :

M = Rata-rata yang ingin dicari

$\sum Fx$ = Jumlah dari hasil perkalian antara masing – masing dengan skor dengan frekuensinya.

N = Banyak individu

Selanjutnya dimasukkan kedalam interval nilai seperti tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Interval nilai dan kategori persepsi mahasiswa

Interval	Kategori
4,7 - 5,0	Baik sekali
3,7 - 4,69	Baik
2,7 - 3,69	Cukup
2,0 - 2,69	Kurang
< 1,99	Sangat kurang

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Persepsi Mahasiswa Dari Setiap Indikator

a. Perencanaan.

Persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap perencanaan pada pengelolaan laboratorium pendidikan biologi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap perencanaan pada pengelolaan laboratorium biologi

1. Perencanaan	Skor dan Sebaran Jawaban					Rata-rata
	STS	TS	KS	S	SS	
	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	
1. Persiapan bahan kimia	0	2 (4)	5 (15)	36 (144)	11 (55)	4.04
2. Persiapan tenaga asisten	0	0	0	27 (108)	27 (135)	4.50
3. Persiapan buku penuntun	0	0	1 (3)	19 (76)	34 (170)	4.56
4. Persiapan baju praktikum	0	0	0	33 (132)	21 (105)	4.39
5. Persiapan jadwal praktikum	0	0	1	41 (164)	12 (60)	4.15
Rata-rata						4,3 (Baik)

Keterangan : STS = sangat tidak setuju, TS = tidak setuju, KS = kurang setuju, S = setuju, SS = sangat setuju dan N = jumlah responden

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui bahwa persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap perencanaan dalam pengelolaan laboratorium tergolong baik dengan skor rata-rata 4,33. Ini menandakan bahwa laboratorium pendidikan biologi telah mempersiapkan bahan kimia, tenaga asisten, buku penuntun, baju praktikum dan jadwal praktikum, sebelum praktikum dimulai pada setiap awal semester. Ini terlihat dari analisis kimia mendata bahan kimia apa yang dipakai dan sekaligus mempersiapkan bahan-bahan tersebut sesuai dengan kebutuhan praktikum Biologi Dasar. Untuk tenaga asisten yang membantu dosen membimbing mahasiswa selama berjalannya praktikum Biologi Dasar biasanya diambil dari mahasiswa senior dengan mempertimbangkan nilai IPK dan SKS mahasiswa yang diambil pada semester tersebut. Untuk buku penuntun biasanya sudah dipersiapkan dan sudah diperbanyak sesuai dengan kebutuhan mahasiswa sebelum praktikum Biologi Dasar dimulai. Persiapan ini dibantu oleh laboran dengan persetujuan kepala laboratorium. Menurut Fauziah dan Armentis [2], agar laboratorium dapat berfungsi dengan sebaik-baiknya dosen perlu dibantu oleh teknisi laboratorium atau asisten lab/laboran. Laboran bertugas memfasilitasi setiap kegiatan laboratorium yang dilaksanakan sesuai dengan program dan tujuan penyelenggaraan laboratorium [3]. Laboratorium pendidikan biologi memiliki 2 tenaga bantuan lab yaitu analis kimia dan laboran. Sedangkan persiapan baju praktikum dan jadwal praktikum Biologi Dasar diurus oleh kepala laboratorium dengan menyesuaikan jadwal-jadwal lain yang menggunakan laboratorium. Hal ini sesuai

dengan pendapat Belitong [4], dalam pengelolaan laboratorium, merencanakan kegiatan meliputi pelayanan praktikum, pengadaan peralatan dan kebutuhan bahan, optimalisasi sumber daya, mencari sumber-sumber dana untuk kemandirian dan *maintenance*.

b. Penataan

Persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap penataan pada pengelolaan laboratorium pendidikan biologi dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap penataan pada pengelolaan laboratorium biologi.

2. Penataan	Skor dan Sebaran Jawaban					Rata-rata
	STS	TS	KS	S	SS	
	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	
6. Letak laboratorium	0	1 (2)	5 (15)	42 (168)	6 (30)	3.98
7. Ukuran ruangan	2 (2)	5 (10)	18(54)	28 (112)	1 (5)	3.39
8. Tata letak sarana	0	1 (2)	13(39)	32 (128)	8 (40)	3.87
9. Penyimpanan alat , bahan terpisah	0	0	5 (15)	39 (156)	10 (50)	4.09
10. Penyimpanan alat,bahan rapi	0	1 (2)	5 (15)	37 (148)	11 (55)	4.07
Rata-rata						3.88 Baik

Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa rata-rata skor untuk penataan dalam pengelolaan laboratorium pendidikan biologi adalah 3.88 tergolong baik. Hal ini dapat dijelaskan bahwa letak/lokasi laboratorium pendidikan Biologi sudah strategis karena mudah dijangkau oleh mahasiswa dari program studi yang lain seperti pendidikan Kimia dan pendidikan Fisika. Ukuran ruangan tempat melaksanakan praktikum Biologi Dasar kurang dapat menampung secara efektif dan efisien untuk 50 orang mahasiswa diperoleh nilai 3.39 (cukup), karena luas ruang praktikum yang ada adalah 90 m² sehingga kurang memberikan keleluasaan bergerak kepada mahasiswa dan dosen selama melakukan proses pembelajaran. Menurut Kadarohan [3], luas ruang praktikum persiswa rata-rata 2,5 m² (termasuk meja kerja). Jadi bila kita ingin laboratorium memuat 40 siswa, maka luas laboratorium tersebut hendaknya sekitar 100 m². Penyimpanan alat dan bahan yang digunakan untuk praktikum Biologi Dasar sudah dipisahkan letaknya dari alat dan bahan praktikum mata kuliah yang lain, sehingga mudah mencarinya ketika akan dipergunakan dan sudah diletakkan dengan rapi terpisah dari bahan-bahan yang mudah terbakar, menguap atau meledak. Penyimpanan alat dan bahan berdasarkan keadaan :alat : dikelompokkanatas jenis alat, jenis bahan pembuat alat, seberapa sering alat tersebut digunakan, atau jenis percobaan sedangkan bahan/zat : maka bahan dapat dikelompokkan pada jenis bahan (fasa/wujud zat, sifat asam basa dari zat), seberapa bahaya bahan tersebut, dan seberapa sering bahan tersebut digunakan [5].

c. Administrasi

Persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap administrasi pada pengelolaan laboratorium pendidikan biologi dapat dilihat pada tabel 4. Rata-rata skor untuk administrasi dalam pengelolaan laboratorium pendidikan biologi adalah 3.99 tergolong baik. Untuk jadwal praktikum mahasiswa dapat dengan mudah melihat atau mengetahuinya dengan rata-rata 4.24 (baik). Kelengkapan alat dan bahan praktikum biologi dasar dengan nilai 3.65 (cukup). Hal ini dikarenakan dilaboratorium pendidikan biologi terkait dengan preperat awetan memang sudah banyak yang pecah seperti preperat akar, batang dan daun monokotil maupun dikotil.

Tabel 4. Persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap administrasi pada pengelolaan laboratorium biologi

3.Administrasi	Skor dan Sebaran Jawaban					Rata-rata
	STS	TS	KS	S	SS	
	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	
11. Jadwal praktikum	0	0	2 (6)	37 (148)	15 (75)	4.24
12. Kelengkapan alat, dan bahan	0	2 (2)	24 (72)	17 (68)	11 (55)	3.65
13. Memakai buku inventarisasi	0	1 (2)	15 (45)	32 (128)	6 (30)	3.80
14. Memakai format permintaan	1 (1)	4 (8)	11 (33)	26 (104)	12 (60)	3.81
15. Memakai buku harian	0	2 (4)	7 (21)	9 (36)	36 (180)	4.46
Rata-rata						3,99 Baik

Begitu juga dengan preparat jaringan hewan sudah tinggal sedikit, sehingga dalam penggunaannya harus saling bertukaran atau menunggu dengan kelompok lainnya, sehingga dalam pelaksanaan praktikum biologi dasar kurang efisien dan efektif. Untuk penggunaan buku inventarisasi, format permintaan dan buku harian berturut-turut dengan rata-rata 3.80, 3.81, dan 4.46 dengan semuanya kategori baik. Penggunaan buku atau format diatas dilaboratorium pendidikan biologi pada praktikum biologi dasar sudah berjalan walaupun belum statis. Untuk keperluan administrasi diperlukan beberapa buku catatan diantaranya adalah buku stok, buku inventarisasi, buku catatan yang berisi barang pecah, hilang, rusak atau habis, buku harian dll [2].

d. Pengamanan

Dari tabel 5 dapat dilihat rata-rata skor untuk pengamanan dalam pengelolaan laboratorium pendidikan biologi adalah 3.60 tergolong cukup. Untuk alat pemadam kebakaran, kotak P3K dan saluran gas dilaboratorium pendidikan biologi, diperoleh 3.43, 3.59 dan 3.35 dengan kategori masing-masing cukup. Hal ini disebabkan karena mahasiswa mungkin tidak mengetahui atau melihat keberadaan dari alat pemadam kebakaran dan kotak P3K, karena tidak di letakkan dalam ruangan praktikum yang sebenarnya alat ini ada tersedia dilaboratorium biologi.

Tabel 5. Persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap pengamanan pada pengelolaan laboratorium biologi.

4. Pengamanan	Skor dan Sebaran Jawaban					Rata-rata
	STS	TS	KS	S	SS	
	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	
16. Alat pemadam kebakaran	2 (2)	1 (2)	29 (87)	16 (64)	6 (30)	3.43
17. Kotak P3k	0	3 (6)	22 (66)	23 (92)	6 (30)	3.59
18. Air dan saluran air	0	3 (6)	10 (30)	32 (128)	9 (45)	3.87
19. Saluran gas	1 (1)	2 (4)	31 (93)	17 (68)	3 (15)	3.35
20. Kamar mandi dan WC	1 (1)	2 (4)	16 (48)	25 (100)	10 (50)	3.76
Rata-rata						3,60 Cukup

Untuk saluran gas secara khusus memang belum ada, tapi setiap ruangan sudah ada ventilasi ataupun jendela yang siap dibuka jika diperlukan. Menurut Kadarohman [3] instalasi gas di laboratorium dibutuhkan untuk percobaan-percobaan yang menggunakan kompor/pemanas Selanjutnya Suyitno [6] mengatakan alat keamanan laboratorium antara lain adalah adanya instalasi air, saluran gas, instalasi listrik, alat pemadam kebakaran, kotak

P3K, selimut anti api dll. Ketersediaan air/saluran air dan WC diperoleh 3.87 dan 3.76 dengan kategori baik. Di laboratorium pendidikan biologi hampir selalu tersedia air dan WC dapat berfungsi dengan baik.

e. Perawatan

Persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap perawatan pada pengelolaan laboratorium pendidikan biologi dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap perawatan pada pengelolaan laboratorium biologi.

5. Perawatan	Skor dan Sebaran Jawaban					Rata-rata
	STS	TS	KS	S	SS	
	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	
21. Membersihkan alat gelas	0	0	1 (3)	41 (164)	12 (60)	4.20
22. Meletakkan alat, bahan kembali	0	0	1 (3)	39 (156)	14 (70)	4.24
23. Membersihkan ruangan	0	0	0	34 (136)	20 (100)	4.37
24. Membersihkan mikroskop	0	2 (4)	2 (6)	32 (128)	18 (90)	4.22
25. Membuang/memisahkan sisa zat	0	2 (4)	5 (15)	34 (136)	13 (65)	4.07
Rata-rata						4,22 Baik

Berdasarkan tabel 6 dapat diketahui bahwa persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap perawatan dalam pengelolaan laboratorium biologi di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau, tergolong baik dengan skor rata-rata 4,22. Hal ini disebabkan karena mahasiswa setelah selesai melaksanakan praktikum Biologi Dasar selalu membersihkan alat-alat gelas yang sudah dipakai, meletakkan alat dan bahan pada tempatnya semula, membersihkan ruangan, membersihkan mikroskop dan membuang zat yang sudah tercampur dengan zat lainnya. Setiap praktikum akan berakhir asisten atau dosen pembimbing selalu mengingatkan kelompok untuk membersihkan/mencuci alat praktikum yang dipakai masing-masing kelompok dan meletakkan pada tempatnya. Khusus untuk membersihkan ruangan dalam hal ini menyapu lantai dan merapikan kursi dilakukan oleh 1 kelompok yang ditunjuk oleh dosen dan seterusnya dilakukan secara bergiliran. Menurut Ikhsanudin [5], langkah pertama penyimpanan alat dan bahan praktikum adalah bersihkan ruangan dan penyimpanan alat dan bahan. Selanjutnya Belitong [4], mengatakan bahwa untuk peralatan optik seperti mikroskop dilaksanakan pembersihan kotoran/jamur pada lensa atau body alat.

f. Pengawasan

Persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap pengawasan pada pengelolaan laboratorium pendidikan biologi dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap pengawasan pada pengelolaan laboratorium biologi.

6. Pengawasan	Skor dan Sebaran Jawaban					Rara-rata
	STS	TS	KS	S	SS	
	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	
26. Diawasi 1 dosen	2 (2)	3 (6)	13 (39)	28 (112)	8 (40)	3.69
27. Diawasi team teaching	1 (1)	3 (6)	25 (75)	22 (88)	3 (15)	3.43
28. Diawasi tenaga asisten	0	0	1 (3)	37 (148)	16 (80)	4.28
29. Diawasi kepala lab/petugas	2 (2)	6 (12)	29 (87)	15 (60)	2 (10)	3.17
30. Keamanan lab dijaga SATPAM	6 (6)	7 (14)	26 (78)	12 (48)	3 (15)	2.98
Rata-rata						3,51 Cukup

Dari tabel 7 dapat diketahui bahwa rata-rata skor untuk pengawasan dalam pengelolaan laboratorium pendidikan biologi adalah 3.51 tergolong cukup. Jika dilihat dari berlangsungnya kegiatan praktikum Biologi Dasar, mahasiswa selalu diawasi oleh tenaga asisten dengan rata-rata 4.28 kategori baik. Di laboratorium pendidikan biologi ketika praktikum biologi dasar berlangsung pada umumnya memang selalu diawasi oleh tenaga asisten. Untuk pengawasan yang dilakukan oleh 1 dosen, team teaching, kepala laboratorium/ petugas dan penjagaan keamanan oleh SATPAM diperoleh rata-rata berturut 3.69, 3.43, 3.17 dan 2.98 dengan masing-masing kategori cukup. Pelaksanaan kegiatan praktikum biologi dasar selama ini memang kurang sekali diawasi oleh dosen atau team teaching ataupun oleh kepala laboratorium. Padahal dosen seharusnya mengawasi atau membimbing jalannya praktikum. Sesuai dengan pendapat Fauziah dan Arnentis [2] yang mengatakan bahwa siswa yang sedang bekerja didalam laboratorium harus berada dalam pengawasan guru. Penjagaan keamanan oleh SATPAM, khusus ditunjuk oleh Dekan atau kepala labor untuk menjaga laboratorium pendidikan biologi belum ada. Padahal bangunan gardu penjagaannya sudah disiapkan, sehingga aspek ini memperoleh angka yang paling kecil dari semua aspek yang dinilai yaitu 2.98 (cukup). Penjagaan yang ada hanya untuk menjaga keamanan kampus secara keseluruhan pada tingkat Fakultas.

3.2. Persepsi Mahasiswa Dari Semua Indikator

Persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap pengelolaan laboratorium pendidikan biologi dapat dilihat pada tabel 8. Pengelolaan laboratorium pendidikan Biologi untuk perencanaan 4.33 kategori baik. Pengelolaan penataan 3.88 dengan kategori baik, dengan ukuran ruangan praktikum biologi dasar yang perlu di seimbangkan lagi dengan jumlah mahasiswa yang akan menggunakan laboratorium sebagai tempat praktikum.

Tabel 8. Persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap pengelolaan laboratorium biologi dari semua indikator

No	Indikator	Rata-rata	Kategori
1.	Perencanaan	4.33	Baik
2.	Penataan	3.88	Baik
3.	Administrasi	3.99	Baik
4.	Pengamanan	3.60	Cukup
5.	Perawatan	4.22	Baik
6.	Pengawasan	3,51	Cukup
	Rata-rata	3.92	Baik

Untuk administrasi 3.99 dengan kategori baik, yang perlu diperhatikan lagi terkait dengan alat dan bahan praktikum biologi dasar yang tidak lengkap seperti preparat awetan

untuk pengamatan struktur jaringan tumbuhan (monokotil dan dikotil) dan hewan. Untuk pengamatan, 3.60 kategori cukup karena kurang tersedia alat pemadam kebakaran, kotak P3K dan instalasi saluran gas. Beberapa hal yang menyangkut keamanan laboratorium adalah tersedianya ventilasi/blower, unit pengolahan limbah, bak cuci dan saluran yang aman. Selain itu, laboratorium hendaknya dilengkapi dengan alat keamanan seperti pemadam api, alat pelindung diri (jaslab, masker), alat listrik yang aman, detektor, shower, kotak P3K, serta peralatan keamanan khusus lainnya [3]. Pengelolaan dalam perawatan 4.22 kategori baik. Sedangkan untuk pengawasan diperoleh 3.51 kategori cukup karena kurang pengawasan team teaching, kepala labor dan penjagaan keamanan oleh SATPAM. Secara keseluruhan pengelolaan laboratorium pendidikan biologi FKIP UR adalah 3.92 kategori baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

1. Persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap pengelolaan laboratorium biologi di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau, untuk perencanaan : 4.33 (baik), penataan : 3.88 (baik), administrasi : 3.99 (baik), pengamatan : 3.60 (cukup), perawatan : 4.22 (baik) dan pengawasan : 3.51 (cukup).
2. Persepsi mahasiswa yang mengambil mata kuliah biologi dasar terhadap pengelolaan laboratorium biologi di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau, rata-rata dari semua indikator : 3.92 (baik)

4.2 Saran

Bagi kepala / pengelola laboratorium :

1. Untuk ukuran ruangan tempat melaksanakan praktikum sebaiknya dibesarkan lagi atau kalau tidak memungkinkan ini dilaksanakan mahasiswa dapat dibagi menjadi 2 kelas paralel, dengan mempertimbangkan jadwal praktikum lainnya agar tidak overlap dalam penggunaan ruangan.
2. Untuk kelengkapan alat dan bahan praktikum biologi dasar seperti preparat awetan untuk pengamatan struktur jaringan tumbuhan (monokotil dan dikotil) dan hewan yang sudah tidak ada lagi atau yang jumlahnya sedikit agar bisa di tambah lagi.
3. Untuk pengamanan seperti alat pemadam kebakaran, kotak P3K, untuk dapat diletakkan dalam ruangan praktikum agar mudah diambil mahasiswa jika suatu ketika diperlukan, dan saluran gas agar bisa dibuatkan.

Bagi dosen pengajar biologi dasar :

Untuk dapat mengawasi dan membimbing mahasiswa selama berlangsungnya kegiatan praktikum biologi dasar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arikunto. 2006. Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi Revisi). Bumi Aksara, Jakarta.
- [2] Fauziah, Y., Arntentis. (2011). Bahan Ajar :Teknik dan Manajemen Laboratorium. FKIP Universitas Riau
- [3] Kadarohmah. A, (2012) Manajemen Laoratorium IPA. <http://abutholhah.wordpress.com/manajemen-laboratorium-ipa/>. Diakses tgl 1 Desember 2012
- [4] Belitong,S. 2012. Pengelolaan Laboratorium. <http://saparudinbelitong.ubb.ac.id/?p=6>. Diakses tgl 1 Desember 2012

- [5] Suyitno. (2012) Tata Letak Alat Laboratorium IPA .<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/suyitno-alloysius-drs-ms/tata-letak-alat-lab.pdf>. Diakses tgl 1 Desember 2012
- [6] Ikhsanudin. 2009. Pengadministrasian dan Penataan Alat/Bahan Laboratorium IPA <http://ikhsanu.blogspot.com/2009/11/pengadministrasian-dan-penataan.html#ixzz2Dp8yJUQT>. Diakses tgl 3 Desember 2012

KUALITAS ISI LKS BIOLOGI YANG DIGUNAKAN DI SMP DAN SMA DI WILAYAH CIREBON

THE QUALITY OF BIOLOGY WORKSHEET USED AT HIGH SCHOOLS IN CIREBON

Edy Chandra, Ahmad Sofyan, Anisah, Ayu Irmawati, Bunga Pertiwi, Khairul Aziz, Shofiatunnisa, Neneng Sariah

IAIN Syekh Nurjati Cirebon, Cirebon
e.chandra@me.com

ABSTRACT

Although not standardized such as text books that have been rigorously standardized, student worksheet (LKS) has been widely used by biology teachers in Cirebon region. The purpose of this study is to determine the quality of the content of middle and high school biology worksheets used in Cirebon region. This qualitative study used a descriptive approach and content analysis. Purposive sampling technique is used to obtain the 7 types of worksheets from various publishers are widely used in middle and high school in the Cirebon region (Cirebon and Majalengka). Analysis of this study including the accuracy of biological conception, curricular relevancy, and readability, frequency of spelling errors, and cognitive level questions, as well as the level of activation of these questions based on the types of questions. Based on the concept analysis, found that there are some concepts that could potentially lead to student misconceptions, either on the entire worksheet middle Biology (between 40-88 %) and high (20-55 %). Curricular relevancy range between 59-100 % (middle) and 50-100 % (highschool). Based on SMOG and FOG formula revealed that both middle and high school worksheets potentially incompatible with the proper age level, in addition it also found many spelling mistakes usage. Form of questions used tends to lead to lower cognitive levels, and dominated by factual and informative questions.

Keywords: content validity, student worksheet, concept analysis, misconception, readability

ABSTRAK

Meski tidak melalui standar penulisan bahan ajar yang ketat seperti pada buku teks yang telah distandarisasi, Lembar Kegiatan Siswa (LKS) menjadi bahan ajar yang banyak digunakan oleh guru Biologi di wilayah Cirebon. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas isi LKS Biologi SMP dan SMA yang digunakan di wilayah Cirebon. Metode yang digunakan dalam penelitian kualitatif ini menggunakan pendekatan deskriptif dan analisis isi. Teknik *purposive sampling* digunakan untuk memperoleh 7 jenis LKS dari berbagai penerbit yang banyak digunakan di SMP dan SMA di wilayah Cirebon (kota dan kabupaten Cirebon, serta Majalengka). Analisis kualitas isi LKS meliputi analisis ketepatan konsep dan analisis relevansi isi LKS dengan silabus Biologi, serta tingkat keterbacaan (*readability*), kesalahan penggunaan ejaan, dan tingkat kognitif soal-soal, serta tingkat pengaktifan soal-soal tersebut berdasarkan tipe-tipe pertanyaan yang digunakan. Berdasarkan analisis konsep, diperoleh bahwa terdapat sejumlah konsep yang berpotensi menimbulkan miskonsepsi siswa, baik pada seluruh LKS Biologi SMP (antara 40 – 88 %) maupun SMA (20 – 55 %). Relevansi isi LKS dengan KTSP berkisar antara 59 – 100 % (SMP) dan 50 – 100 % (SMA). Berdasarkan rumus SMOG dan FOG terungkap bahwa baik LKS SMP maupun SMA berpotensi tidak sesuai dengan tingkat usia semestinya, di samping itu juga ditemukan banyak kesalahan penggunaan ejaan. Bentuk soal yang digunakan cenderung mengarah pada soal-soal mudah yang didominasi oleh pertanyaan faktual dan informatif jenjang kognitif C1 dan C2.

Kata kunci: kualitas isi, LKS Biologi, analisis konsep, miskonsepsi, keterbacaan

PENDAHULUAN

Lembar Kerja Siswa (LKS) merupakan salah satu media pengajaran yang banyak digunakan di sekolah-sekolah saat ini. Melalui LKS siswa diharapkan lebih aktif mencari/menggali sendiri bahan pengajarannya. Sebagai bagian dari bahan ajar, sudah selayaknya isi dari LKS harus berkualitas, namun yang kita lihat dan saksikan selama ini terkadang LKS kurang distandarisasi dan kualitasnya terlihat sangat kurang. Hal tersebut berimplikasi kurang baik terhadap proses belajar mengajar di sekolah, yang akibatnya output atau hasil yang didapat pun kurang memuaskan. Penelitian tentang penggunaan LKS sebagai sumber belajar memang sudah banyak dilakukan. Akan tetapi untuk penelitian analisis kualitas dari LKS itu sendiri dirasakan masih jarang dilakukan. Padahal analisis LKS ini sangat penting demi terciptanya bahan ajar yang berkualitas untuk siswa, LKS yang baik dapat membantu guru dan siswa dalam proses kegiatan belajar mengajar. Karenanya LKS tersebut untuk itu harus disusun sesuai kurikulum pendidikan, baik materi, urutan, maupun waktunya. LKS juga harus dapat meningkatkan prestasi dan kualitas peserta didik sehingga kompetensi yang diharapkan dapat lebih mudah tercapai. [1].

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian kualitatif ini menggunakan pendekatan deskriptif dan analisis isi. Teknik purposive sampling digunakan untuk memperoleh 7 jenis LKS dari berbagai penerbit yang banyak digunakan di SMP dan SMA di wilayah Cirebon (kota Cirebon 1 LKS SMA, kabupaten Cirebon 2 LKS SMP dan 1 LKS SMA, serta Majalengka 1 LKS SMP dan 2 LKS SMA). Analisis kualitas isi LKS meliputi analisis ketepatan konsep dan potensi miskonsepsi, analisis relevansi isi LKS dengan silabus Biologi, tingkat keterbacaan (readability), frekuensi kesalahan penggunaan ejaan, dan tingkat kognitif soal-soal, serta tingkat pengaktifan soal-soal tersebut berdasarkan tipe-tipe pertanyaan yang digunakan.

2.1. Ketepatan Konsep dan Potensi Miskonsepsi

Ketepatan konsep-konsep Biologi yang terdapat pada LKS ditelaah berdasarkan matriks analisis konsep yang disusun berdasarkan modifikasi terhadap prosedur analisis konsep sebagaimana disarankan oleh Klausmeier [2] dan Ratnawilis Dahar [3], yang mencakup nama konsep, definisi konsep, atribut-atribut kritis dan variabel konsep, kedudukan konsep, dan contoh-non contoh. Pengertian berbagai konsep Biologi yang terdapat pada LKS kemudian dibandingkan dengan definisi konsep yang diparafrasekan dari sumber-sumber buku teks Biologi yang telah diakui kredibilitasnya.

Dalam menganalisis ketepatan konsep ini, penulis mencocokkan konsep-konsep yang terdapat dalam LKS dengan matriks analisis konsep. Bila uraian ataupun deskripsi konsep-konsep Biologi dalam LKS telah memiliki kemiripan dengan definisi konsep pada analisis konsep, atau uraian tersebut telah memuat seluruh atribut kritis konsep seperti pada matriks analisis konsep maka uraian konsep pada LKS dinyatakan memadai atau dapat diterima. Sedangkan bila kredibilitas konsep-konsep dalam LKS tersebut kurang dapat diterima atau terdapat satu atau beberapa atribut kritis yang tidak terpenuhi, maka dapat dikatakan bahwa uraian konsep yang terdapat dalam LKS tersebut berpotensi menimbulkan miskonsepsi.

Tingkat ketepatan konsep kemudian dihitung berdasarkan prosentase konsep Biologi yang dideskripsikan secara memadai pada masing-masing bab LKS Biologi. Dalam hal ini

juga dihitung prosentase konsep setiap bab yang berpotensi menimbulkan miskonsepsi siswa.

2.2. Relevansi Isi LKS dengan Silabus Biologi

Kurikulum sekolah hendaknya menjadi acuan utama dalam penulisan bahan ajar [4]. Efektifitas LKS akan dapat dicapai manakala isi LKS tersebut relevan dengan kebutuhan pembelajaran di sekolah, yang direpresentasikan oleh tujuan pembelajaran yang terdapat pada silabus Biologi yang digunakan di sekolah. Dengan demikian hal ini mencerminkan kesesuaian isi LKS dengan kurikulum. Telaah ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara indikator-indikator dalam silabus dengan materi maupun soal yang terdapat dalam LKS. Disini dapat terlihat apakah keberadaan dari LKS tersebut dapat membantu siswa dalam mencapai indikator-indikator yang ditentukan atau belum.

2.3. Keterbacaan (Readability)

Keterbacaan merupakan derajat kemudahan dipahaminya maksud pada teks tertentu. Tulisan yang tinggi keterbacaannya lebih mudah dipahami daripada yang rendah. Hal ini antara lain bergantung pada kosa kata dan bangun kalimat yang digunakan oleh pengarang atau penulis. Tulisan yang banyak mengandung kata yang tidak umum lebih sulit dipahami daripada yang menggunakan kosa kata sehari-hari yang sudah dikenal oleh pembaca pada umumnya. Untuk mengukur tingkat keterbacaan isi LKS dapat digunakan beberapa rumus seperti SMOG, FOG, dan rumus Fry. Pengukuran keterbacaan dengan menggunakan Formula SMOG dimaksudkan untuk mengukur kesesuaian antara bacaan dengan usia pembaca. Formula SMOG dapat digunakan dengan mudah oleh para guru dalam memilih bahan bacaan. Formula ini dirancang untuk mengukur keterbacaan suatu bacaan yang sangat sedikit (minimal 10 kalimat) sampai bacaan yang sangat panjang (yang dilakukan dengan menggunakan sampel). Cara yang dilakukan dalam analisis keterbacaan ini adalah penulis menghitung jumlah kata yang terdiri dari 3 suku kata dalam 10 kalimat bagian awal, bagian tengah dan bagian akhir yang terdapat pada setiap bab-nya. Selanjutnya jumlah keseluruhan kata yang terdiri dari tiga suku kata atau lebih tersebut diukur dengan menggunakan formula SMOG. Pengukuran keterbacaan dengan menggunakan formula SMOG dimaksudkan untuk mengukur kesesuaian antara bacaan dengan usia siswa.

Tabel 1 Nilai Konversi SMOG [4]

Total Polysyllable Word Count	Approximate Grade Level (+ 1.5 Grades)	Total Polysyllable Word Count	Approximate Grade Level (+ 1.5 Grades)
1-6	5	73-90	12
7-12	6	91-110	13
13-20	7	111-132	14
21-30	8	133-156	15
31-34	9	157-182	16
43-56	10	183-210	17
57-72	11	211-240	18

Adapun umus FOG Index diinterpretasikan berdasarkan temuan Robert Gunning yang telah dimodifikasi untuk teks Bahasa Indonesia, sebagaimana disarankan oleh B. Sitepu [5]

2.4. Kesalahan Ejaan

Penulisan ejaan merupakan salah satu bagian kaidah bahasa yang sudah semestinya diperhatikan dalam penulisan bahan sumber belajar ataupun buku teks. Ejaan meliputi penulisan huruf, kata-kata dan tanda baca [4]. Penelitian ini dibatasi pada bentuk-bentuk ejaan yang sederhana. Dalam hal ini, kesalahan ejaan dihitung berdasarkan banyaknya

kesalahan penggunaan Ejaan Yang Disempurnakan (EYD) yang dikelompokkan pada empat jenis kesalahan, yaitu kesalahan pengetikan, kesalahan pemenggalan suku kata, kesalahan dalam penggunaan huruf kapital, dan kesalahan penggunaan singkatan.

2.5. Indeks Pengaktifan Siswa

Analisis tingkat pengaktifan siswa melalui soal-soal ini dilakukan dengan cara membandingkan soal-soal yang mengaktifkan siswa dan yang tidak mengaktifkan siswa.

Rumus yang digunakan adalah : [6]

Indeks pengaktifan = $(a + b) / (c + d)$; dimana:

a = pertanyaan penggalan

b = pertanyaan pemecahan masalah

c = pertanyaan faktual

d = pertanyaan informatif

Tabel 2 Indeks Pengaktifan siswa

Skor	Kategori
1,50	Tinggi
0,40-1,50	Sedang
0,00-0,40	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

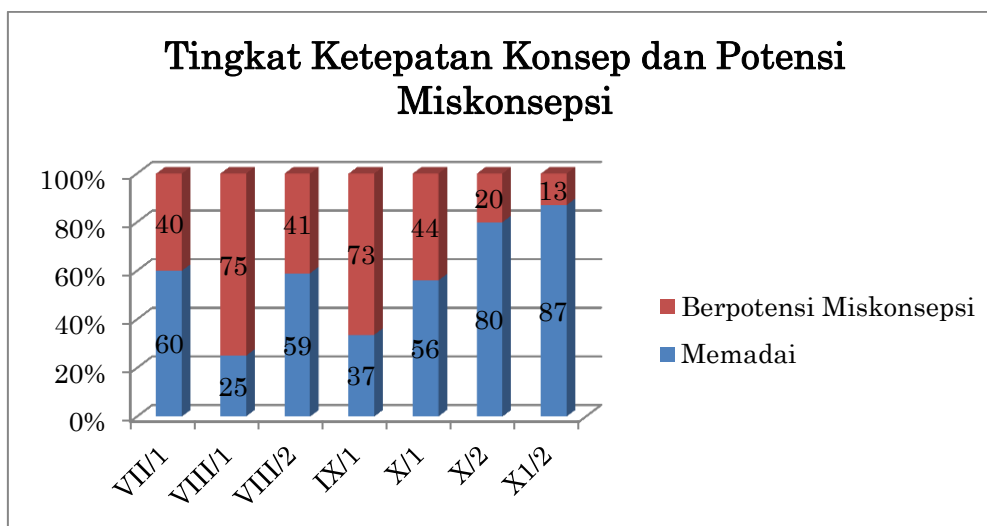
3.1 Ketepatan Konsep dan Potensi Miskonsepsi

Dari keseluruhan LKS Biologi SMP dan SMA yang ditelaah, diperoleh temuan bahwa masing-masing LKS Biologi tersebut tidak sepenuhnya baik dalam menguraikan konsep-konsep Biologi. Seluruh LKS Biologi tersebut memuat uraian konsep yang berpotensi menimbulkan miskonsepsi siswa dengan tingkatan yang bervariasi sebagaimana disajikan pada grafik 1. Secara umum, LKS Biologi SMA memiliki tingkat ketepatan konsep yang lebih baik dari LKS Biologi SMP. Bahkan, terdapat 1 LKS Biologi SMP kelas VIII/1 dari penerbit tertentu yang memiliki ketepatan konsep sangat rendah. Di samping itu, LKS Biologi SMA yang dianalisis memuat uraian konsep yang berpotensi menimbulkan miskonsepsi lebih sedikit dibanding LKS Biologi SMP. Dapat diduga bahwa para penulis LKS Biologi SMP cenderung kurang cermat dalam menguraikan konsep-konsep Biologi. Hal ini dapat dipicu oleh keinginan untuk menyederhanakan uraian materi konsep, yang sayangnya justru dapat menimbulkan miskonsepsi siswa yang membaca LKS tersebut.

3.2 Kesesuaian dengan Silabus Biologi

Analisis tingkat kesesuaian isi LKS dengan silabus Biologi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian isi LKS dengan kurikulum. Telaah ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara indikator-indikator dalam silabus dengan materi maupun soal yang terdapat dalam LKS. Disini dapat terlihat apakah keberadaan dari LKS tersebut dapat membantu siswa dalam mencapai indikator-indikator yang ditentukan atau belum.

Diperoleh temuan bahwa masing-masing LKS Biologi memiliki tingkat kesesuaian isi yang beragam. Sebagaimana disajikan pada tabel 3 berikut, terlihat bahwa LKS Biologi SMP memiliki tingkat relevansi yang relatif lebih baik dibanding LKS Biologi SMA. Juga, terlihat bahwa LKS Biologi yang digunakan di Majalengka memiliki tingkat kesesuaian isi yang lebih baik dari yang digunakan di Cirebon. Tentu saja, relevansi isi LKS dengan kurikulum sangat bergantung pada pemahaman para penulis LKS terhadap kurikulum Biologi yang diberlakukan di Sekolah Menengah.



Grafik 1 Prosentase Ketepatan Konsep dan Yang Berpotensi Miskonsepsi

Tabel 3 Tingkat Kesesuaian Isi LKS dengan Silabus Biologi

NO	LKS Kelas	Wilayah	Tingkat Relevansi (%)
1	VII / 2	KAB CIREBON	59
2	VIII / 1	KAB CIREBON	83
3	VIII / 1	MAJALENGKA	83
4	IX / 1	MAJALENGKA	83
5	X / 1	MAJALENGKA	75
6	X / 2	KAB CIREBON	62
7	XI / 2	KOTA CIREBON	68

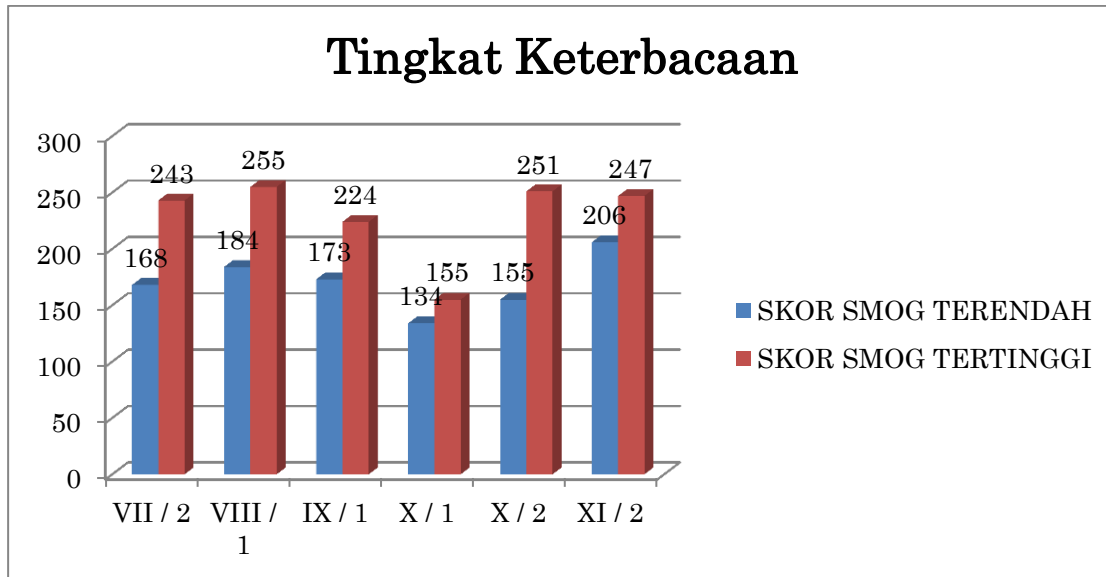
3.3 Keterbacaan

Berdasarkan telaah terhadap keseluruhan LKS Biologi, diperoleh temuan bahwa LKS Biologi SMP dan SMA yang diteliti berpotensi tidak sesuai peruntukannya dengan usia siswa (13-15 tahun SMP dan 15-17 tahun). Seperti terlihat pada tabel 4 berikut, LKS Biologi SMP cenderung berpotensi sulit dipahami oleh siswa SMP ketimbang LKS Biologi SMA.

Meskipun formula SMOG didesain untuk teks berbahasa Inggris, setidaknya skor SMOG memberikan indikasi awal bahwa wacana teks yang digunakan perlu ditelaah ulang tingkat kemudahannya untuk dipahami.

Tabel 4 Skor SMOG atau SKOR FOG untuk masing-masing LKS Biologi

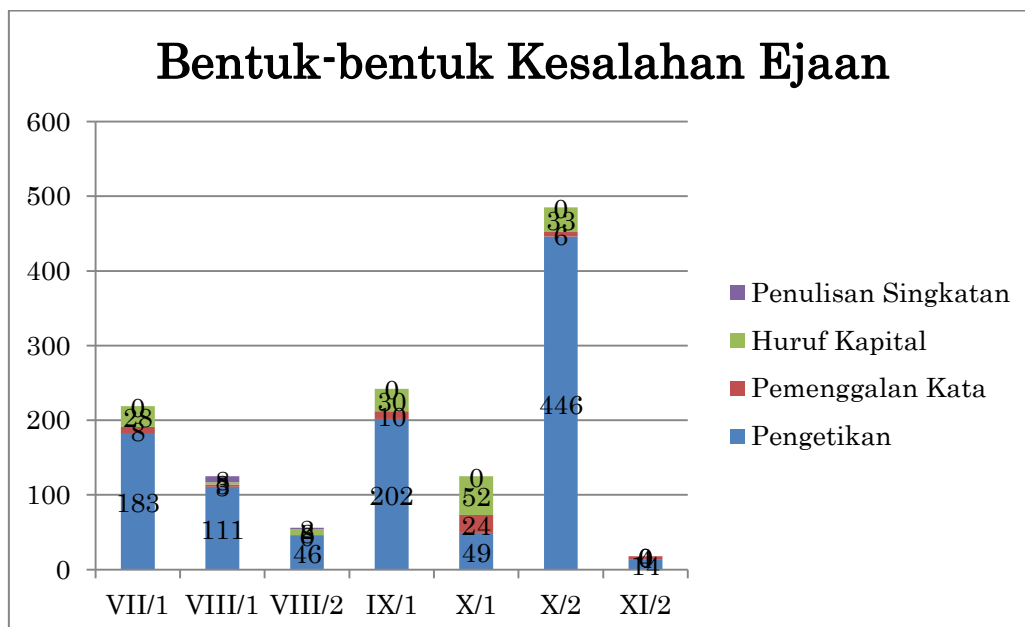
KELAS/SMT	SKOR SMOG / FOG		KETERANGAN
	TERENDAH	TERTINGGI	
VII / 2	168	243	Cocok untuk usia 16 sampai di atas 18 tahun
VIII / 1	184	255	Cocok untuk usia 17 sampai di atas 18 tahun
VIII/1	2,3	6,4	Mudah
IX / 1	173	224	Cocok untuk usia 16 sampai 18 tahun
X / 1	134	155	Cocok untuk usia 15 tahun
X / 2	155	251	Cocok untuk usia 15 sampai di atas 18 tahun
XI/2	206	247	Cocok untuk usia 17 sampai di atas 18 tahun



Grafik 2 Rerata Skor SMOG untuk masing-masing LKS Biologi

3.4. Kesalahan Ejaan

Berdasarkan telaah terhadap keseluruhan LKS Biologi yang dianalisis, diperoleh temuan bahwa LKS Biologi SMP dan SMA yang dianalisis cenderung kurang memenuhi kaidah ejaan yang baik, terlalu banyak kesalahan pengetikan, masih memiliki kesalahan dalam hal penggunaan huruf kapital dan pemenggalan suku kata yang mencolok. Tentunya, kesalahan ejaan tersebut dapat mengganggu kenyamanan membaca, dan lebih jauh lagi dapat menghambat pemahaman siswa akan isi LKS. Temuan rinci dari kesalahan ejaan tersebut disajikan pada grafik 3 berikut.



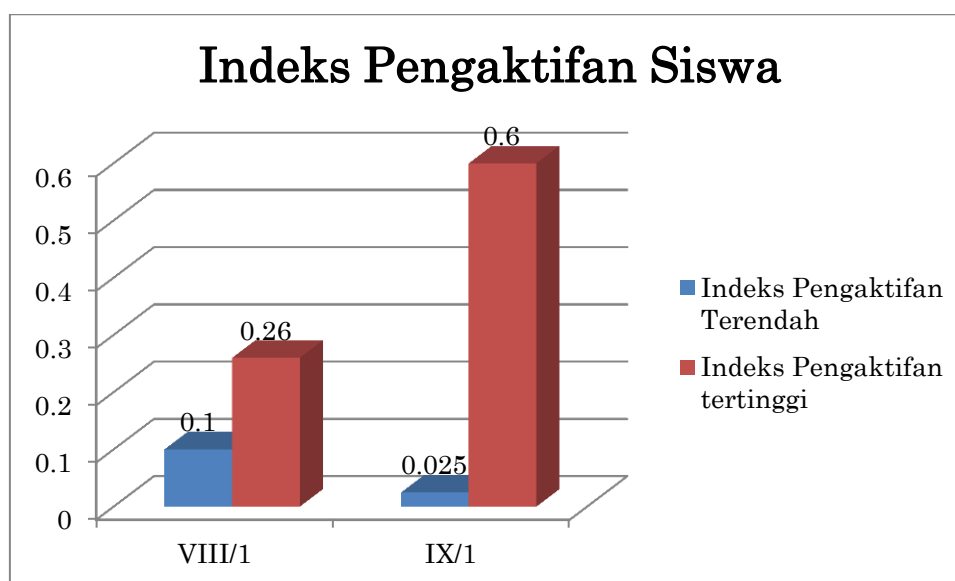
Grafik 3 Frekuensi Masing-masing Tipe Kesalahan Ejaan

3.5. Indeks Pengaktifan Siswa

Dari 2 LKS Biologi yang dianalisis diperoleh skor indeks pengaktifan siswa yang cenderung rendah, sebagaimana disajikan pada tabel 5 dan grafik 4 berikut. Hal ini menunjukkan bahwa kebanyakan Soal-soal dalam LKS masih didominasi oleh pertanyaan faktual dan pertanyaan informatif, yaitu menanyakan apa yang diamati dan hubungan obyek yang satu dengan obyek yang lain, jawaban pertanyaan langsung didapat oleh siswa dari teks atau ringkasan materi, dan hal itu tentunya kurang mengaktifkan siswa. Terhadap Soal-soal berupa pertanyaan faktual dan informatif tersebut, tentunya siswa hanya perlu mencocokkan soal dengan ringkasan materi yang terdapat dalam LKS. Itu artinya jawaban dapat dilihat dalam ringkasan materi dalam LKS, dan itu kurang mengaktifkan siswa. Sementara itu, sudah semestinya siswa dibiasakan dengan pertanyaan-pertanyaan yang dapat mengaktifkan siswa, dalam hal ini pertanyaan harus berupa pertanyaan penggalian ataupun pemecahan masalah.

Tabel 5 Indeks Pengaktifan Siswa

Kelas	Indeks Pengaktifan		Kategori
	Terendah	Tertinggi	
VIII/1	0,1	0,26	Rendah
IX/1	0,025	0,6	Rendah - Sedang



Grafik 4 Skor Indeks Pengaktifan Siswa

3.6. Jenjang Kognitif Soal

Temuan berkaitan indeks pengaktifan siswa di atas, terkonfirmasi oleh temuan berikutnya, bahwa soal-soal yang terdapat pada LKS Biologi cenderung didominasi oleh soal-soal dengan jenjang kognitif C1 (pengetahuan) dan C2 (pemahaman). Dari 2 LKS Biologi SMP dan SMA yang dianalisis, diperoleh temuan sebagaimana disajikan pada tabel 6 di bawah. Proporsi jenjang kognitif C1 dan C2 Hal ini menunjukkan bahwa soal-soal yang terdapat pada LKS Biologi kurang mendukung penumbuhan keterampilan berfikir tingkat tinggi.

Tabel 6 Prosentase jenjang Kognitif Soal

Kelas	C1	C2	C3	C4	C5	C6
VIII/1	43	47	8	2	0	0
XI/2	43	33	12	10	2	0

KESIMPULAN

Terdapat sejumlah konsep yang berpotensi menimbulkan miskonsepsi siswa, baik pada seluruh LKS Biologi SMP (antara 40 – 88 %) maupun SMA (20 – 55 %). Relevansi isi LKS dengan Silabus Biologi berkisar antara 59 – 100 % (SMP) dan 50 – 100 % (SMA). Berdasarkan rumus SMOG dan FOG terungkap bahwa baik LKS SMP maupun SMA berpotensi tidak sesuai dengan tingkat usia semestinya, di samping itu juga ditemukan banyak kesalahan penggunaan ejaan. Adapun bentuk soal yang digunakan cenderung mengarah pada soal-soal mudah, yang didominasi oleh pertanyaan faktual dan informatif dengan jenjang kognitif C1 dan C2.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prastowo, A. 2012. Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif. Jogjakarta : Diva Press
- [2] Klausmeier, H. 1980. Learning and Teaching Concept. New York: Academy Press.
- [3] Ratnawilis Dahar. 1989. Teori-teori Belajar. Jakarta: Erlangga.
- [4] McLaughlin, H. 2013. The SMOG Readability Formula. Diunduh dari <http://www.readabilityformulas.com/smog-readability-formula.php>. Diakses tanggal 23 Juli pukul 22.00
- [5] BP Sitepu. 2012. Penulisan Buku Teks Pelajaran. Bandung: PT Remaja Rosda Karya
- [6] Widodo, A. T. 1993. "Tingkat Keterbacaan Teks: Suatu Evaluasi Terhadap Buku Teks Ilmu Kimia Kelas 1 SMA". Disertasi IKIP Jakarta.

**PENGARUH PEMBERIAN TUGAS MEMBUAT SLIDE POWER POINT UNTUK
DIPRESENTASIKAN DALAM DISKUSI KELOMPOK TERHADAP HASIL BELAJAR
MAHASISWA PADA MATA KULIAH STRUKTUR HEWAN DI JURUSAN BIOLOGI
FMIPA UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**THE EFFECT OF MAKING POWER POINT SLIDES ASSIGNMENT TO BE
PRESENTED AT GROUP DISCUSSION ON STUDENTS LEARNING OUTCOMES OF
ANIMAL STRUCTURE COURSE AT BIOLOGY DEPARTMENT OF PADANG
STATE UNIVERSITY**

Helendra

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang
Email: helendras@yahoo.com
HP: 08126707978

ABSTRACT

Animal Structure learning through presentations by lecturer followed by class discussion and question-answer result in less passionate learning of Biology Education students. It was impact on low of their learning outcomes. Moreover, they are poorly trained to work together, be responsible, communicates, bold expression, ask questions, and help each other. Therefore, the authors carry out a study to see the effect of making power point slides assignment to be presented in a group discussion on learning outcomes of students. The experiment was conducted in January-June 2013. Samples were 88 students of Biology Education entered the year 2012 are divided into two classes. One class were treated by administering the task of creating power point slides to be presented in group discussions, and one more class as the control were not given the task of making power point slides, but only the task of reading in preparation for a group discussion. Data was obtained by providing objective test of 60 questions, which are then analyzed by t-test. The results showed that there was a significant effect of making power point slides assignment to be presented in a group discussion on learning outcomes of students in a course Animal Structure.

Keywords: Assignment, Power point slides, Learning outcomes, Animal Structure course

ABSTRAK

Pembelajaran mata kuliah struktur hewan melalui presentasi oleh dosen yang dilanjutkan dengan diskusi kelas dan tanya jawab menyebabkan mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FMIPA UNP kurang bergairah belajar. Dampaknya adalah rendahnya hasil belajar mereka. Selain itu, mereka kurang terlatih untuk bekerja sama, bertanggung jawab, berkomunikasi, berani mengemukakan pendapat, berani mengajukan pertanyaan, dan saling membantu. Oleh karena itu, penulis melaksanakan penelitian untuk melihat pengaruh pemberian tugas membuat slide power point untuk dipresentasikan dalam diskusi kelompok terhadap hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Struktur Hewan. Penelitian dilaksanakan pada semester Januari-Juni 2013. Sampel penelitian adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi yang tahun masuk 2012 sebanyak 88 orang yang terbagi ke dalam dua kelas. Satu kelas (kelas A) diberi perlakuan dengan pemberian tugas membuat slide power point untuk dipresentasikan dalam diskusi kelompok, dan satu kelas lagi (kelas B) sebagai kelas kontrol tidak diberi tugas membuat slide power point, tetapi hanya tugas membaca sebagai bekal untuk diskusi kelompok. Data hasil belajar diperoleh dengan memberikan tes objektif sebanyak 60 soal, yang kemudian dianalisis dengan uji-t. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pemberian tugas membuat slide power point untuk dipresentasikan dalam diskusi kelompok terhadap hasil belajar mahasiswa pada mata Struktur Hewan.

Katakunci: Penugasan, Slide power point, Hasil belajar, Mata kuliah Struktur Hewan

PENDAHULUAN

Pendidikan sebagaimana tercantum dalam Pasal 1 Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, yaitu: “usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara” [1]. Jadi, kata kunci dalam pendidikan adalah pembelajaran. Pembelajaran mengandung makna segala daya upaya bagaimana untuk membuat seseorang belajar, dan bagaimana menciptakan terjadinya peristiwa belajar dalam diri peserta didik. Belajar merupakan suatu komponen penting dalam proses pembelajaran, karena pembelajaran hanya akan bermakna apabila terjadi suatu proses atau kegiatan belajar.

Dalam proses pembelajaran terlibat beberapa komponen, yaitu peserta didik, guru/dosen, sumber belajar, serta fasilitas sarana dan prasarana. Komponen yang paling berperan penting dalam menciptakan dan mewujudkan suasana belajar bagi peserta didik adalah guru/dosen. Oleh karena itu seorang guru/dosen harus berupaya seoptimal mungkin untuk merencanakan kegiatan pembelajaran yang berkualitas agar proses belajar dapat berlangsung secara efektif dan efisien. Salah satu cara yang dapat diupayakan guru untuk membuat proses belajar efektif dan efisien adalah merencanakan dan melaksanakan strategi pembelajaran yang tepat.

Kemp mengemukakan bahwa strategi pembelajaran adalah suatu kegiatan pembelajaran yang harus dikerjakan guru dan siswa agar tujuan pembelajaran dapat dicapai secara efektif dan efisien. Selanjutnya, J. R. David mengemukakan bahwa dalam strategi pembelajaran terkandung makna perencanaan. Artinya, bahwa strategi pada dasarnya masih bersifat konseptual tentang keputusan-keputusan yang akan diambil dalam suatu pelaksanaan pembelajaran [2]. Sementara menurut Udin S. Winataputra, dkk., strategi Pembelajaran adalah: (1) cara-cara yang akan dipilih dan digunakan oleh seorang pengajar untuk menyampaikan materi pembelajaran yang bertujuan untuk memudahkan peserta didik menerima dan memahami materi pembelajaran, yang pada akhirnya tujuan pembelajaran dapat dikuasainya di akhir kegiatan belajar, (2) pola umum yang berisi tentang seperangkat kegiatan yang dapat dijadikan pedoman (petunjuk umum) agar kompetensi sebagai tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal [3].

Akhmad Sudrajat mengemukakan empat unsur strategi dalam konteks pembelajaran, yaitu: (1) Menetapkan spesifikasi dan kualifikasi tujuan pembelajaran yakni perubahan profil perilaku dan pribadi peserta didik, (2) Mempertimbangkan dan memilih sistem pendekatan pembelajaran yang dipandang paling efektif, (3) Mempertimbangkan dan menetapkan langkah-langkah atau prosedur, metode dan teknik pembelajaran, (4) Menetapkan norma-norma dan batas minimum ukuran keberhasilan atau kriteria dan ukuran baku keberhasilan [4]. Dari pendapat tersebut terlihat bahwa salah satu aspek dalam penentuan strategi pembelajaran adalah pemilihan dan penerapan metode pembelajaran yang tepat.

Metode pembelajaran *dapat diartikan sebagai cara yang digunakan untuk mengimplementasikan rencana yang sudah disusun dalam bentuk kegiatan nyata dan praktis untuk mencapai tujuan pembelajaran* [4]. Oleh karena itu, keterampilan guru/dosen dalam memilih dan mengaplikasikan metode pembelajaran yang tepat sesuai dengan karakteristik materi, tingkat kematangan peserta didik, dan ketersediaan sumber belajar yang dapat diakses sangat menentukan ketercapaian tujuan pembelajaran.

Ada beberapa metode pembelajaran yang dapat diterapkan guru/dosen, antara lain: metode ceramah, metode tanya jawab, metode diskusi, metode belajar kooperatif, metode demonstrasi, metode ekspositori atau pameran, metode karya wisata/ widyawisata, metode pemberian tugas (resitasi), metode eksperimen, metode bermain peran, dan sebagainya. Salah satu metode mengajar yang sering digunakan oleh guru/dosen adalah metode pemberian tugas atau resitasi [5].

Metode pemberian tugas adalah metode pembelajaran dimana guru memberikan tugas tertentu agar peserta didik melakukan kegiatan belajar. Metode pemberian tugas ini dapat mengembangkan kemandirian peserta didik, merangsang untuk belajar lebih banyak, membina disiplin dan tanggung jawab, dan membina kebiasaan mencari dan mengolah sendiri informasi. Tugas yang dikerjakan oleh siswa dapat dilakukan di dalam kelas, di halaman sekolah, di laboratorium, di perpustakaan, di bengkel, di rumah siswa, atau di mana saja asal tugas itu dapat dikerjakan [5]. Tugas dapat dikerjakan oleh peserta didik secara individual maupun kelompok [6].

Waktu belajar siswa di sekolah sangat terbatas untuk menyajikan sejumlah konten (materi) pelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum. Oleh karena itu, untuk mengatasi hal tersebut guru perlu memberikan tugas-tugas kepada siswa untuk dikerjakan di luar jam pelajaran, baik secara perorangan maupun kelompok. Dalam hubungan ini, guru sangat diharapkan agar setelah memberikan tugas kepada siswa supaya dicek atau diperiksa pada pertemuan berikutnya apakah sudah dikerjakan oleh siswa atau tidak. Kesan model pengajaran seperti ini memberikan manfaat yang banyak bagi siswa, terutama dalam meningkatkan aktivitas dan motivasi belajarnya [7].

Menurut Zuhairini, ada beberapa kelebihan metode pemberian tugas, antara lain: (1) Baik sekali untuk mengisi waktu luang dengan hal-hal yang konstruktif, (2) Memupuk rasa tanggung jawab dalam segala tugas pekerjaan, sebab dalam metode ini anak harus mempertanggungjawabkan segala sesuatu (tugas) yang telah dikerjakan, (3) Memberi kebiasaan anak untuk belajar, dan (4) Memberi tugas anak yang bersifat praktis. Selain itu, Zuhairini juga mengemukakan beberapa kelemahan-kelemahan metode pemberian tugas sebagai berikut: (1) Seringkali tugas di rumah itu dikerjakan oleh orang lain, sehingga anak tidak tahu menahu tentang pekerjaan itu, berarti tujuan pengajaran tidak tercapai, (2) Sulit untuk memberikan tugas karena perbedaan individual anak dalam kemampuan dan minat belajar, (3) Seringkali anak-anak tidak mengerjakan tugas dengan baik, cukup hanya menyalin pekerjaan temannya, (4) Apabila tugas itu terlalu banyak, akan mengganggu keseimbangan mental anak [7].

Agar metode pemberian tugas dapat berlangsung secara efektif, Mulyasa (2007) menjelaskan bahwa, guru perlu memperhatikan langkah-langkah sebagai berikut: (1) Tugas harus direncanakan secara jelas dan sistematis, terutama tujuan penugasan dan cara pengerjaannya, (2) Tugas yang diberikan harus dapat dipahami peserta didik, kapan mengerjakannya, bagaimana cara mengerjakannya, berapa lama tugas tersebut harus dikerjakan, secara individu atau kelompok, (3) Apabila tugas tersebut berupa tugas kelompok, perlu diupayakan agar seluruh anggota kelompok dapat terlibat secara aktif dalam proses penyelesaian tugas tersebut, terutama kalau tugas tersebut diselesaikan di luar kelas, (4) Perlu diupayakan guru mengontrol proses penyelesaian tugas yang dikerjakan oleh peserta didik. Jika tugas diselesaikan di luar kelas, guru bisa mengontrol proses penyelesaian tugas melalui konsultasi dari peserta didik. Oleh karena itu dalam penugasan yang harus diselesaikan di luar kelas, sebaiknya peserta didik diminta untuk memberikan laporan

kemajuan mengenai tugas yang dikerjakan, (5) Berikanlah penilaian secara proporsional terhadap tugas-tugas yang dikerjakan peserta didik [8]

Salah satu bentuk pemberian tugas yang biasa diberikan guru kepada peserta didik adalah mempelajari materi untuk pertemuan berikutnya, kemudian membuat rangkuman materi dalam berbagai bentuk, antara lain: ringkasan, peta konsep (concept map), peta pikiran (mind map), atau slide untuk dipresentasikan. Salah satu jenis slide yang dapat dibuat oleh peserta didik adalah slide power point.

Slide adalah satu halaman dari sebuah presentasi yang dapat dibuat dengan perangkat lunak. Slide yang dibuat dengan perangkat lunak power point disebut dengan slide power point. Suatu presentasi dapat terdiri dari beberapa slide. Presentasi terbaik menggunakan sekitar 10-12 slide untuk mendapatkan pesan yang akan ditansfer [9].

Aplikasi microsoft power point ini pertama kali dikembangkan oleh Bob Gaskins dan Dennis Austin sebagai presenter untuk perusahaan bernama Forethought, Inc. yang kemudian mereka ubah namanya menjadi power point. Power point adalah program presentasi yang dikembangkan oleh Microsoft. Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk membuat sesuatu dari tampilan slide dasar menjadi presentasi yang kompleks. Power point sering digunakan untuk membuat presentasi bisnis, pembelajaran atau informal. Kebanyakan presentasi power point dibuat dari template, yang meliputi warna latar belakang atau gambar, font standar, dan pilihan beberapa layout slide. Perubahan ke template dapat disimpan ke "slide master" yang menyimpan tema slide utama yang digunakan dalam presentasi. Ketika perubahan dibuat untuk master slide, seperti memilih gambar latar belakang baru, perubahan tersebut disebarkan ke semua slide lain. Hal ini membuat tampilan seragam antara semua slide dalam presentasi [10].

Kelebihan perangkat lunak power point ini adalah: Jendela powerpoint dilengkapi dengan menu-menu dan tombol-tombol toolbar yang memungkinkan para pengguna dapat mengoperasikannya dengan mudah. Kelebihan ini ditunjang dengan fitur-fitur lain yang dibutuhkan dalam sebuah aplikasi presentasi [11]

Aplikasi slide power point bukan merupakan sesuatu yang asing lagi bagi guru/dosen dan siswa/mahasiswa karena sering digunakan guru dalam pembelajaran. Namun, siswa atau mahasiswa sendiri yang menyiapkan bahan presentasi dalam bentuk aplikasi power point masih jarang. Seseorang baru dapat membuat slide power point dengan kandungan pesan yang benar, dan tampilan yang baik dan menarik jika menguasai materi dengan baik pula. Hal ini hanya dapat dilaksanakan jika mahasiswa membaca materi dan berusaha mengambil ide-ide pokok untuk dituangkan ke dalam bentuk slide. Oleh karena itu, penugasan mahasiswa membuat slide power point tentunya dapat membuat penguasaan materi mereka menjadi lebih baik, yang akhirnya berdampak kepada peningkatan hasil belajar.

Mata kuliah Struktur Hewan merupakan salah satu mata kuliah yang terdapat dalam kurikulum Program Studi Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang. Mata kuliah ini memiliki bobot 3 sks. Setiap minggu, dalam mata kuliah Struktur Hewan mahasiswa melaksanakan perkuliahan tatap muka selama 5 jam pelajaran (2 x 50 menit teori dan 3 x 50 menit praktikum). Selain itu mahasiswa mengerjakan tugas terstruktur dan tugas mandiri di luar jam kuliah. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengalaman selama ini dalam membina mata kuliah Struktur Hewan, ditemukan minat dan motivasi belajar mahasiswa cukup rendah. Akibatnya hasil belajar yang diperoleh juga kurang memuaskan. Hal ini mungkin disebabkan kurang menariknya materi perkuliahan Struktur Hewan karena memuat banyak sekali istilah-istilah Latin, dan materi perkuliahan tidak berkembang seiring perkembangan teknologi,

karena struktur tubuh hewan (baik morfologi, anatomi, dan histologi) tidak pernah berubah sejak suatu spesies hewan diciptakan. Tidak seperti materi mata kuliah lainnya yang berkembang seiring pesatnya perkembangan teknologi, seperti: Sitologi, Biokimia, Genetika, Bioteknologi dan lain-lain.

Telah banyak upaya yang dilakukan untuk menarik minat mahasiswa mempelajari Struktur Hewan, diantaranya menggunakan media presentasi yang menarik, menggunakan media langsung, mengajak peserta didik untuk diskusi dan tanya jawab dan sebagainya dalam proses perkuliahan. Selain itu mahasiswa sering ditugaskan untuk membaca dan merangkum materi yang akan didiskusikan di rumah. Namun hasil belajar mahasiswa masih belum memuaskan. Oleh karena itu, penulis melaksanakan penelitian dengan memberi tugas rumah membuat slide power point untuk dipresentasikan dalam diskusi kelompok. Pengaruh pemberian tugas rumah diamati dari hasil belajar yang diperoleh mahasiswa di akhir penelitian. Penulis berasumsi bahwa dengan adanya tuntutan membuat slide power point, mahasiswa dengan sendirinya harus membaca dan memahami materi terlebih dulu. Jika tidak, mereka tidak bisa membuat slide power point yang baik. Akibatnya, mahasiswa memiliki kesiapan (readiness) berupa pengetahuan awal untuk melaksanakan diskusi kelompok di kelas, sehingga dalam diskusi mahasiswa bisa berpartisipasi lebih aktif.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian tugas rumah membuat slide power point untuk dipresentasikan dalam diskusi kelompok terhadap hasil belajar mahasiswa dalam mata kuliah Struktur Hewan. Hipotesis yang penulis ajukan adalah: Terdapat pengaruh yang signifikan pemberian tugas rumah membuat slide power point untuk dipresentasikan dalam diskusi kelompok terhadap hasil belajar mahasiswa dalam mata kuliah Struktur Hewan pada program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Biologi FMIPA UNiversitas Negeri Padang.

METODE PENELITIAN

2.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang dilaksanakan adalah eksperimen sungguhan (true experiment). Adapun rancangan penelitian yang dipilih adalah *The Randomized Posttest Only Control Group*. Dalam rancangan ini, sampel dikelompokkan menjadi dua kelompok, di mana salah satunya dinamakan kelas eksperimen, diberikan perlakuan yaitu pemberian tugas membuat slide power point untuk dipresentasikan dalam diskusi kelompok, sedangkan kelompok yang lainnya disebut kelas kontrol tidak diberikan tugas membuat slide power point, melainkan hanya diberi tugas membaca materi yang akan didiskusikan pada pertemuan berikutnya. Adapun model rancangan pada penelitian ini adalah sebagai berikut [12]

$$\begin{array}{l} \text{E} \quad \text{X} \quad \text{_____} \quad \text{O1} \\ \text{R} \\ \text{K} \quad \text{-} \quad \text{_____} \quad \text{O2} \end{array}$$

Keterangan:

R = pengelompokkan anggota sampel menjadi dua kelompok secara random

E = kelas eksperimen

K = kelas kontrol

X = perlakuan

O = posttest

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada semester Januari-Juni 2013, yang dimulai pada tanggal 4 Februari sampai dengan 10 Juni 2013, di Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang.

2.3 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa program studi Pendidikan Biologi tahun masuk 2012 yang terdaftar untuk mengikuti mata kuliah Struktur Hewan pada mata semester Januari-Juni 2013 yang berjumlah 88 orang, yang sudah terdistribusi ke dalam dua kelompok (kelas) secara acak, yaitu kelas A dan kelas B. Karena anggota populasi tidak banyak, keseluruhan anggota populasi dijadikan sebagai sampel penelitian. Menurut Supranto, penelitian yang dilaksanakan kepada keseluruhan anggota populasi disebut *a complete enumeration* [13]. Untuk menentukan kelas mana yang akan diberi perlakuan pemberian tugas membuat slide power point untuk dipresentasikan dalam diskusi kelompok (kelas eksperimen) dan kelas yang hanya diberi tugas membaca materi yang akan didiskusikan (kelas kontrol) dilakukan pengundian, Hasil undian menetapkan kelas A (46 orang) sebagai kelas eksperimen dan kelas B (42 orang) sebagai kelas kontrol.

2.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini adalah pemberian tugas membuat slide power point untuk dipresentasikan dalam diskusi kelompok sebagai variabel bebas, dan hasil belajar mata kuliah Struktur sebagai variabel terikat. Hasil belajar diperoleh dengan cara memberikan tes kepada kedua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Tes dilaksanakan di akhir semester setelah keseluruhan materi yang dibahas telah selesai dipelajari. Tes yang digunakan berbentuk tertulis pilihan ganda (*multiple choice test*) dengan 5 alternatif jawaban sebanyak 60 item pertanyaan yang telah diujicobakan terlebih dulu untuk menghitung validitas dan reliabilitasnya.

2.5 Teknik Analisis Data

Data hasil belajar yang diperoleh dengan cara memberikan tes akhir (posttest) dianalisis dengan uji-t (*t-test*) untuk menentukan apakah hipotesis yang diajukan diterima atau ditolak. Berhubung data terdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen, maka rumus uji-t yang digunakan menurut Sudjana (2005) adalah sebagai berikut [14]:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad s^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (1)$$

Keterangan :

\bar{x}_1 = Nilai rata-rata mahasiswa pada kelas eksperimen

\bar{x}_2 = Nilai rata-rata mahasiswa pada kelas kontrol

S = Standar deviasi gabungan

S_1 = Standar deviasi nilai mahasiswa pada kelas eksperimen

S_2 = Standar deviasi nilai mahasiswa pada kelas kontrol

n_1 = Jumlah mahasiswa pada kelas eksperimen

n_2 = Jumlah mahasiswa pada siswa kelas kontrol

Nilai t_{hitung} , kemudian dibandingkan dengan nilai t_{tabel} yang diperoleh dari daftar distribusi t pada $dk = (n_1 + n_2 - 2)$ dan peluang $(1 - \frac{1}{2}\alpha)$. Kriteria pengujian hipotesis adalah: hipotesis kerja diterima jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, dan ditolak jika $t_{hitung} < t_{tabel}$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Dari penelitian yang telah dilakukan selama satu semester, diperoleh data hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Struktur Hewan di kedua kelas sampel seperti tercantum pada Tabel 1. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata mata kuliah Struktur Hewan mahasiswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol. Setelah dilakukan analisis data dengan menggunakan rumus uji-t didapatkan nilai t_{hitung} sebesar 1,86. Pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$) dan derajat kebebasan (dk) 62 didapat nilai t_{tabel} 1,645 (Tabel 2). Dengan demikian nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$, sehingga hipotesis kerja diterima. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar mahasiswa yang ditugasi membuat slide power point untuk dipresentasikan dalam diskusi kelompok dengan yang tidak ditugasi membuat slide power point (hanya ditugasi membaca materi) dalam mata kuliah Struktur Hewan pada Pendidikan Biologi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang.

Tabel 1 Jumlah anggota, nilai rata-rata dan simpangan baku kelas sampel dalam mata kuliah Struktur Hewan Semester Januari-Juni 2013 pada Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang

Kelas	Jumlah anggota (n)	Nilai rata-rata \bar{X}	Simpangan baku (S)
Eksperimen (A)	46	58,22	13,89
Kontrol (B)	42	53,00	10,98

Tabel 2 Hasil uji perbedaan nilai rata-rata tes akhir mahasiswa pada mata kuliah Struktur Hewan Semester Januari-Juni 2013 di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang

Kelas	t_{hitung}	t_{tabel}	Kesimpulan
Eksperimen (A)	1,86	1,645	Hipotesis kerja diterima
Kontrol (B)			

3.2 Pembahasan

Dengan diterimanya hipotesis dalam penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pemberian tugas membuat slide power point untuk dipresentasikan dalam diskusi kelompok terhadap hasil belajar mahasiswa dalam mata kuliah Struktur Hewan pada Program Studi Pendidikan Biologi di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang. Menugaskan mahasiswa membuat slide power point, artinya membuat mahasiswa memiliki pengalaman terlebih dulu melalui belajar mandiri dalam kelompok. Untuk dapat membuat slide power point, mahasiswa dituntut membaca materi secara keseluruhan, karena mahasiswa tidak akan bisa merangkum poin-poin penting materi untuk ditulis dalam slide power point tanpa membaca dan memahaminya materi terlebih dulu. Dengan adanya penugasan membuat slide power point ini, mahasiswa memiliki kesiapan (readiness) yang

memadai untuk belajar. Akibatnya mereka bisa lebih aktif dan berpartisipasi dalam kegiatan diskusi kelompok di kelas.

Hasil penelitian ini didukung oleh kajian teori, bahwa kesiapan belajar (readiness) dalam belajar sangat diperlukan. Kesiapan belajar dapat diperoleh melalui pengalaman belajar sebelumnya, bisa yang sudah lama atau baru saja terjadi. Jika seorang murid belum memiliki pengalaman sebelumnya, maka sukar menelaah materi yang disampaikan oleh gurunya. Pengalaman salah satunya dapat diperoleh dengan membaca buku [15]. Selain itu, slide power point (bahan presentasi) yang dibuat dengan perangkat lunak power point merupakan halaman digital yang mampu menyampaikan beberapa informasi yang bermakna, sama seperti halaman dari sebuah buku [16].

Pada kelas kontrol, sungguhpun mahasiswa diberi tugas membaca, namun mereka kurang aktif dalam diskusi kelompok. Jadi penugasan membaca saja belum mampu membuat mahasiswa memiliki kesiapan belajar yang memadai sehingga hasil belajar mereka lebih rendah.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah: Terdapat pengaruh yang signifikan pemberian tugas membuat slide power point untuk dipresentasikan dalam diskusi kelompok terhadap hasil belajar mahasiswa pada mata Struktur Hewan di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional
- [2] Wina Senjaya. 2008. *Strategi Pembelajaran; Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- [3] Winataputra, Udin S., dkk. 2003. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Pusat Penerbitan Universitas Terbuka.
- [4] Akhmad Sudrajat. 2008. *Pengertian Pendekatan, Strategi, Metode, Teknik, Taktik dan Model Pembelajaran*. Tersedia dalam <http://akhmadsudrajat.wordpress.com/2008/09/12/pendekatan-strategi-metode-teknik-dan-model-pembelajaran/>.
- [5] Djamarah, Syaiful Bahri. 2002. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [6] Anonim, tanpa tahun. *Metode Pembelajaran*. Tersedia dalam http://file.upi.edu/Direktori/FIP/JUR._PEND._LUAR_SEKOLAH/195404021980112001-IHAT_HATIMAH/JENIS_METODE_PEMBELAJARAN.pdf
- [7] Totok Yulianto. 2013. *Metode Pemberian Tugas*. Tersedia dalam <http://totoyulianto.wordpress.com/2013/03/02/metode-pemberian-tugas-resitasi-penerapan-i-metode-pembelajaran/>
- [8] Mulyasa. 2007. *Menjadi Guru Profesional*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- [9] Russell, Wendy. Tanpa tahun. *Slide (or Slides)*. Tersedia dalam <http://presentation-soft.about.com/od/s/g/slide.htm>
- [10] Anonim. *PowerPoint*. Tersedia dalam <http://www.techterms.com/definition/powerpoint>.
- [11] Sismartamelia. 2013. *Pengertian Microsoft Power Point*. Tersedia dalam <http://sismartamelia.wordpress.com/2013/05/12/pengertian-microsoft-power-point-microsoft-powerpoint-atau-microsoft/>
- [12] Yusuf, A. Muri. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Penelitian Gabungan*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [13] Supranto, J. 2007. *Teknik Sampling untuk Survey dan Eksperimen*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- [14] Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.

- [15] Anonim. 2013. *Faktor-faktor yang menentukan readiness*. Tersedia dalam <http://kesipanbelajar.blogspot.com/2013/05/faktor-faktor-yang-menentukan-readiness.html>
- [16] Anonim. Tanpa tahun. *Definition of Microsoft Powerpoint Presentation Slide*. Tersedia dalam [\[http://wiki.answers.com/Q/Definition_of_Microsoft_powerpoint%27presentation_slide%27?#slide=3\]](http://wiki.answers.com/Q/Definition_of_Microsoft_powerpoint%27presentation_slide%27?#slide=3)

EVALUASI ADMINISTRASI ALAT DAN BAHAN PRAKTIKUM DI LABORATORIUM PENDIDIKAN BIOLOGI FKIP UNIVERSITAS RIAU

ADMINISTRATION EVALUATION OF PRACTICUM INSTRUMENT AND MATERIALS AT LABORATORY OF BIOLOGY DEPARTMENT, FKIP, UNIVERSITY OF RIAU

Yuslim Fauziah^{1*}, Arnentis²⁾, dan Nurhidayati²⁾

FKIP Universitas Riau, Pekanbaru *Email: yuslimfauziah@gmail.com*
Jl. Angrek No. 5 Kel. Delima, Pekanbaru, Hp.081261135373 ^{1*}
FKIP Universitas Riau, Pekanbaru ²⁾

ABSTRACT

A Research has been conducted to evaluate materials and instrument administration for practice in FKIP Biology Education Laboratory at Riau University, conducted in Maret-June 2013. Parameter of research consist of administration, availability and maintenance of laboratory materials and instrument, that used in practice of Skill and Psichomotor lecture (MKK). Data has been collected with documentation, observation and questionare. The result shows materiaal and instrument administration has been done in good category (66% score). Availability of materials and instruments for practice in Zoology laboratory is 61.63 % - 68.97 % (less optimum-enough optimum) while in Botany lecture group it was enough optimum (61.12 % - 66.84 %). Materials and instrument for practice at MKK lecture is 60.08 % - 63.71 % with enough category. The conclusion is administration of materials and instrument for practice at Biology education laboratory must be increased for administration, availability and maintenance aspect.

Keywords: Administration, Materials and Instrument, laboratory.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengadministrasian alat dan bahan praktikum di laboratorium Pendidikan Biologi FKIP UR. Penelitian dilakukan pada bulan Maret hingga Juni 2013. Parameter yang diamati adalah pengadaministrasian, ketersediaan serta pemeliharaan alat dan bahan untuk mata kuliah yang berpraktikum atau matakuliah Keahlian dan Keterampilan (MKK). Pengumpulan data dilakukan melalui teknik dokumentasi, observasi, dan angket tertutup. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan pengadministrasian alat dan bahan telah dilakukan dengan baik (skor capaian 66 %). Rerata ketersediaan alat dan bahan pada pelaksanaan praktikum di bidang Zoologi tergolong kurang optimal – cukup optimal (61,63 % - 68,97 %). Sedangkan di bidang Botany cukup optimal (61,12 % - 66,84 %) Pemeliharaan alat dan bahan untuk pelaksanaan praktikum pada mata kuliah keahlian dan keterampilan (MKK) adalah 60,08 %-63,71% dengan kategori cukup. Dapat disimpulkan bahwa administrasi alat dan bahan pada pelaksanaan praktikum di laboratorium pendidikan Biologi FKIP UR masih perlu ditingkatkan, baik dari segi penataan, ketersediaan dan pemeliharannya.

Kata kunci: administrasi, alat dan bahan, laboratorium

PENDAHULUAN

Salah satu pendukung kelangsungan perkuliahan Biologi khususnya adalah tersedianya laboratorium dengan segala isinya. Laboratorium adalah suatu bangunan atau ruangan yang direncanakan untuk penyelidikan keilmuan. Laboratorium adalah tempat dilakukannya percobaan dan penelitian. Tempat ini dapat merupakan ruangan tertutup, kamar atau ruangan terbuka atau kebun [1] dan [2]. Laboratorium berfungsi untuk

mengembangkan keterampilan intelektual atau pengetahuan, mengembangkan sikap ilmiah [3]. Laboratorium juga berfungsi untuk membantu mahasiswa atau siswa membangun pengetahuan tentang fenomena alam dan mengembangkan keterampilan kecakapan hidup melalui kegiatan ilmiah untuk memperoleh generalisasi atau kesimpulan berupa eksplanasi ilmiah [4].

Laboratorium merupakan salah satu unsur pendukung strategis bagi kegiatan akademik di perguruan tinggi. Laboratorium merupakan sarana bagi mahasiswa dan dosen dalam melakukan kegiatan pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat dalam mewujudkan fungsi tridarma perguruan tinggi. Agar dukungan laboratorium terhadap pelaksanaan kegiatan tridarma perguruan tinggi tersebut berlangsung efektif dan efisien, maka laboratorium harus dikelola secara profesional agar mampu mengadaptasi perkembangan iptek yang begitu cepat, termasuk perkembangan system manajemen pengelolaan laboratorium modern.

Sejak tahun 2008, Program Studi Pendidikan Biologi telah mengimplementasikan Kurikulum KBK 2008 yang kemudian direvisi menjadi KBK 2011 yang dikelompokkan menjadi 3 elemen kompetensi yaitu, kompetensi Utama, kompetensi pendukung, dan kompetensi Lainnya. Ketiga kelompok elemen ini dijabarkan dalam kelompok mata kuliah Kuliah Pengembangan Kepribadian (MPK) 8 SKS, mata kuliah keilmuan dan keterampilan (MKK) 83 sks, mata kuliah keahlian berkarya (MKB) 27 sks, mata kuliah berkarya (MPB) 16 sks dan mata kuliah berkehidupan bermasyarakat (MBB) 11 sks [5].

MKK adalah kelompok bahan kajian dan pelajaran yang ditujukan terutama untuk memberikan landasan penguasaan ilmu dan keterampilan tertentu. Kebanyakan mata kuliah MKK dalam pelaksanaannya perkuliahan didukung oleh praktikum sudah yang terintegrasi dengan teori sehingga waktu atau jadwal pelaksanaan teori dan praktikum bergabung menjadi satu [3]. Untuk lebih mengoptimalkan pelaksanaan praktikum ini, maka keberadaan alat-alat laboratorium dan bahan praktikum merupakan aspek yang sangat penting. Pengelolaan alat dan bahan praktikum di laboratorium menjadi sangat berpengaruh terhadap pencapaian kompetensi mata kuliah yang berpraktikum.

Pengelolaan alat dan bahan praktikum haruslah memperhatikan penataan yang baik yang meliputi pengadministrasian, merencanakan pengadaan, penggunaan dan pemeliharannya yang terkait secara keseluruhan dalam manajemen laboratorium. Jadi dalam manajemen laboratorium berarti juga mengelola objek yang ada dalam laboratorium tersebut, yang secara rinci terdiri dari alat-alat dan bahan-bahan kimia, sarana/prasarana lab, dan proses pelaksanaan praktikum [6].

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa kegiatan praktikum dan penelitian yang dilakukan di laboratorium pendidikan Biologi pada umumnya belum sepenuhnya memperhatikan persyaratan manajemen dan teknis yang harus dipenuhi. Laboratorium belum melakukan system dokumentasi yang baik terhadap fasilitas laboratorium dan kegiatan laboratorium. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya tentang optimalisasi pengembangan laboratorium pendidikan Biologi di program studi Pendidikan Biologi PMIPA FKIP UR, ternyata dari enam indikator yang diteliti yaitu perencanaan, penataan, administrasi, pengamanan, perawatan dan pengawasan, yang terendah adalah indikator administrasi alat dan bahan praktikum laboratorium. Administrasi adalah indikator pengelolaan laboratorium yang dapat dilakukan oleh laboran atau teknisi yang meliputi pembuatan jadwal praktikum, pencatatan bahan dan alat yang digunakan praktikum, persiapan buku inventarisasi ataupun buku form peminjaman. Oleh sebab itu perlu dilakukan evaluasi terhadap pengadministrasian alat dan bahan praktikum di laboratorium pendidikan Biologi FKIP UR. Dari hasil ini

diharapkan dapat memberikan gambaran sejauh mana pengadministrasian alat dan bahan yang telah dilakukan, sehingga bisa berguna sebagai pedoman dalam menyusun rencana perbaikan dan pengembangan yang lebih baik bagi penggunaan laboratorium, serta dapat berfungsi secara efektif sebagai pendukung kegiatan Tridarma Perguruan Tinggi yang memberikan gambaran tentang pengadministrasian alat dan bahan praktikum pada laboratorium Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode survey yang bersifat kajian deskriptif. Dalam pelaksanaannya menggunakan seperangkat alat tulis dan lembar observasi dan angket dengan parameter penelitian pengadministrasian, ketersediaan dan pemeliharaan alat dan bahan praktikum di Laboratorium pendidikan Biologi. Pengumpulan data melalui Teknik Dokumentasi, berupa jenis dan jumlah alat-alat dan bahan-bahan yang digunakan dalam pelaksanaan praktikum, observasi/pengamatan secara langsung dan angket tertutup yang diberikan kepada kepala laboratorium, staf laboratorium dan dosen pengampu kelompok MKK dan analisis data untuk tiap parameter.

Ketersediaan dan Pemeliharaan Alat dan Bahan praktikum

Dianalisis dengan skala bertingkat dan skor dengan kriteria seperti dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Kriteria Penafsiran Pemanfaatan Alat dan Bahan Praktikum di Laboratorium

Skor	Kriteria
4	Jumlah ketersediaan di laboratorium sesuai dengan ketentuan buku penuntun, kondisi alat dan bahan baik
3	Jumlah ketersediaan di laboratorium tidak sesuai dengan ketentuan buku penuntun, kondisi alat dan bahan baik
2	Jumlah ketersediaan di laboratorium sesuai dengan ketentuan buku penuntun, kondisi alat dan bahan kurang baik
1	Jumlah ketersediaan di laboratorium tidak sesuai dengan ketentuan buku penuntun, kondisi alat dan bahan kurang baik

Jumlah skor yang diperoleh dipersentasekan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Pencapaian} = \frac{\text{Skor riil}}{\text{Skor ideal}} \times 100\% \quad [7]$$

Persentase yang didapat ditafsirkan sesuai dengan kriteria pencapaian 76%-100% (memadai), 51%-75 % (Cukup memadai), 26%-50% (Kurang memadai) dan 0%-25% (Tidak memadai). Data yang diperoleh dari angket tertutup dilbuat penskoran dengan skala 1-4 yaitu pada skor 4 (Sangat Sesuai), skor 3 (Sesuai), skor 2 (Kurang Sesuai) dan Skor 1 (Tidak Sesuai) [8]. Total skor dipersentasekan dan ditafsirkan sesuai dengan kriteria pencapaian tersebut.

Pengadministrasian serta Pemeliharaan Alat dan Bahan Praktikum

Skor pengadministrasian alat dan bahan diperoleh melalui observasi, dengan memberikan nilai skala, merujuk pada Tabel 2, sedangkan data pemeliharaan alat dan bahan dianalisis dengan persentase untuk selanjutnya dikategorikan seperti pada Tabel 3.

Tabel 2 Kriteria Pengadministrasian Alat dan Bahan Praktikum di Laboratorium

Skor	Kriteria
5	Jika buku/perangkat sudah ada, berisi catatan alat dan bahan, tertata dengan rapi
4	Jika Buku/perangkat sudah ada, berisi catatan alat dan bahan, tapi belum tertata
3	Jika Buku/perangkat sudah ada, baru sebagian alat dan bahan yang tertata tetapi belum tertata dengan rapi.
2	Buku/perangkat sudah ada, belum berisi catatan alat dan bahan
1	Buku/perangkat belum ada sama sekali

Tabel 3 Interval Nilai dan kategori pengadministrasian alat dan bahan

Interval (%)	Kriteria
80-100	Baik Sekali
65-79	Baik
55-64	Cukup
41-54	Kurang
≤ 40	Sangat Kurang

Sumber: [9]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengadministrasian Alat dan Bahan Praktikum

Analisis data hasil observasi dan angket disajikan pada tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Pencapaian Skor Pada Pengadministrasian Alat dan Bahan di Laboratorium

No	Perangkat Pengadministrasian	Capaian Skor					Jumlah Skor
		1	2	3	4	5	
1	Buku Inventaris					v	5
2	Kartu Stok			v			3
3	Format Pengusulan					v	5
4	Format Peminjaman Alat				v		4
5	Buku Daftar Alat Yang Rusak				v		4
6	Kartu Reparasi Alat	v					1
7	Buku Catatan Harian	v					1
8	Catatan Penyimpanan berdasarkan sifat			v			3
9	Catatan Penyimpanan berdasarkan frekwensi pemakaian			v			3
10	Catatan Penyimpanan berdasarkan jenis				v		4
Jumlah (skor)		2 (2)	-	3 (9)	3 (12)	2 (10)	33
Persentase (%)		4	-	18	24	20	66
Kategori		-	-	-	-	-	Baik

Pengadministrasian alat dan bahan yang telah dilakukan di laboratorium Biologi secara keseluruhan 66%, tergolong baik. Dilihat dari capaian pada tiap perangkat pengadministrasian alat maupun bahan praktikum diperoleh nilai 4-24%. Dari 10 item perangkat administrasi 2 perangkat belum tersedia sama sekali yaitu kartu reparasi alat dan buku catatan harian. Buku catatan harian sangat diperlukan dalam rangka pengadministrasian yang baik di suatu laboratorium. Dengan adanya buku ini, pengelola laboratorium atau laboran dapat membuat catatan-catatan untuk bahan pengusulan alat dan bahan yang diperlukan, diperbaiki dan sebagainya. Kartu reparasi juga belum ada, sehingga item ini akan menjadi pedoman untuk rencana perbaikan terhadap alat-alat yang kondisinya kurang baik atau rusak. Sedangkan capaian tertinggi terdapat pada 3 macam perangkat yaitu pada kondisi

yang sudah tersedia dengan berisi catatan sebagian alat, ditemukan pada format peminjaman alat, buku daftar alat yang rusak dan buku catatan penyimpanan alat berdasarkan jenisnya (24%). Administrasi yang sudah ada dan tercatat dengan rapi hanya ditemukan pada buku inventaris dan format pengusulan.

Ketersediaan Alat dan Bahan Praktikum

Hasil analisis data tentang ketersediaan alat dan bahan praktikum MKK bidang Botani dan Zoologi, dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Ketersediaan alat dan bahan pada pelaksanaan praktikum MKK Bidang Botani dan Bidang Zoologi berdasarkan dokumen dan hasil observasi

Bidang Botani				Bidang Zoologi			
No	Mata Kuliah	Alat	Bahan	No	Mata Kuliah	Alat	Bahan
		Pencapaian skor	Pencapaian skor			Pencapaian skor	Pencapaian skor
1	Anatomi Tumbuhan	100% Memadai	61,6% Cukup Memadai	1	Struktur Hewan	90% Memadai	70,1% Cukup Memadai
2	Sistematika Tumbuhan Rendah	93,7% Memadai	80% Memadai	2	Perkembangan Hewan	94,4% Memadai	57,6% Cukup Memadai
3	Fisiologi Tumbuhan	93,4% Memadai	41,1% Kurang Memadai	3	Sistematika Invertebrata	90% Memadai	75% Memadai
4	Mikrobiologi Dasar	82,1% Memadai	61,6% Cukup Memadai	4	Sistematika Vertebrata	87,5% Memadai	50% Kurang Memadai
5	Teknik Manajemen Laboratorium	92,3% Memadai	44,8% Kurang Memadai	5	Fisiologi Hewan	73,9% Cukup Memadai	42,8% Kurang Memadai
6	Biologi Dasar	90,6% Memadai	77,6% Memadai				
7	Sistematika Tumbuhan Tinggi	100% Memadai	*	6	Ekologi Hewan	62,5% Cukup Memadai	35,9% Kurang Memadai
8	Ekologi Tumbuhan	100% Memadai	*				
9	Morfologi Tumbuhan	100% Memadai	*	7	Genetika dan Evolusi	94,4% Memadai	100% Memadai
	Rerata	94,68% Memadai	61,12% Cukup Memadai		Rerata	84,67% Memadai	61,63% Kurang Memadai

Keterangan: (*): bahan dari laboratorium alam, tidak tergolong sebagai objek penelitian

Laboratorium Pendidikan Biologi sudah optimal dalam memenuhi kebutuhan alat untuk kegiatan praktikum Mata Kuliah Keahlian dan Keterampilan bidang Botani dan zoology termasuk memadai (rerata 94,68%, 84.67 %). Sedangkan ketersediaan bahan praktikum pada bidang Botani cukup memadai dan kurang memadai untuk bidang zoologi. Terjadinya perbedaan disebabkan karena beberapa alat yang dibutuhkan untuk kegiatan praktikum bidang zoologi dalam kondisi rusak dan tidak bisa digunakan. Bahkan beberapa alat yang dibutuhkan untuk praktikum beberapa mata kuliah saat ini tidak tersedia di laboratorium seperti Kimograf, Turbidimeter, dan lain-lain. Untuk menunjang pelaksanaan praktikum yang optimal usia peralatan maksimal 5 tahun dan jumlah peralatan yang mutakhir minimal 25% [11]. Alat yang digunakan pada praktikum MKK bidang Botani umumnya alat-alat gelas yang tersedia dalam jumlah mencukupi dan dalam kondisi baik Ketersediaan bahan praktikum untuk MKK bidang Botani secara rata-rata tergolong cukup memadai.

Tabel 6 memperlihatkan persepsi pengelola, dosen pengampu Mata Kuliah (MKK) terhadap ketersediaan alat dan bahan praktikum di laboratorium Biologi FKIP Universitas

Riau. Terdapat perbedaan hasil observasi dan dokumentasi dengan hasil angket yang memberikan hasil yang lebih rendah. Ketersediaan alat dan bahan untuk praktikum bidang Botani dan Zoologi hanya tergolong cukup memadai. Hal ini menunjukkan bahwa dosen pengampu mata kuliah, merasakan dampak dari kekurangan alat dan bahan yang digunakan dalam praktikum mata kuliah yang diasuhnya. Terbukti dengan rendahnya pencapaian skor dari angket yaitu rerata 66.84 % (bidang Botani) dan 68.97 % (bidang Zoologi). Demikian juga pencapaian skor ketersediaan alat dan bahan pada beberapa mata kuliah bidang Botani maupun pada bidang Zoologi.

Tabel 6 Ketersediaan alat dan bahan pada pelaksanaan praktikum MKK bidang Botani dan Bidang Zoologi berdasarkan angket tertutup

Bidang Botani			Bidang Zoologi		
No	Mata Kuliah	Pencapaian skor	No	Mata Kuliah	Pencapaian skor
1	Morfologi Tumbuhan	75% Memadai	1	Struktur Hewan	83% Memadai
2	Anatomi Tumbuhan	50% Kurang Memadai	2	Perkembangan Hewan	41,6% Kurang Memadai
3	Sistematika Tumbuhan Tinggi	75% Memadai	3	Sistematika Invertebrata	83,3% Memadai
4	Sistematika Tumbuhan Rendah	75% Memadai	4	Sistematika Vertebrata	75% Memadai
5	Fisiologi Tumbuhan	50% Kurang Memadai	5	Fisiologi Hewan	75% Memadai
6	Ekologi Tumbuhan	58,3% Cukup Memadai			
7	Mikrobiologi Dasar	58,3% Cukup Memadai	6	Ekologi Hewan	66,6% Cukup Memadai
8	Biologi Dasar	75% Memadai			
9	Teknik Manajemen Laboratorium	85% Memadai	7	Genetika dan Evolusi	58,3% Cukup Memadai
	Rerata	66,84 % Cukup Memadai		Rerata	68,97% Cukup Memadai

Pemeliharaan Alat dan Bahan Praktikum

Salah satu aspek yang seyogyanya mendapat perhatian utama adalah mengenai sarana dan prasarana pendidikan [10]. Sarana pendidikan umumnya mencakup semua peralatan dan perlengkapan yang secara langsung dipergunakan dan menunjang dalam proses pendidikan. Untuk mengganti alat / bahan kimia yang rusak, hilang, atau habis dipakai diperlukan pengadaan. Sebelum pengusulan pengadaan alat / bahan, maka perlu dipikirkan : (1) percobaan apa yang akan dilakukan, (2) alat / bahan apa yang akan dibeli (dengan spesifikasi jelas), (3) ada tidaknya dana / anggaran, (4) prosedur pembelian (lewat agen, langganan, beli sendiri), dan (5) pelaksanaan pembelian (biasanya awal tahun pelajaran baru) [12]. Hasil analisis data dari dokumen dan observasi dapat diketahui pemeliharaan alat dan bahan praktikum MKK Bidang Zoologi dan Botani yang disajikan pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7 Pemeliharaan alat dan bahan praktikum MKK bidang Botani

Bidang Botani			Bidang Zoologi		
No	Mata Kuliah	Pencapaian skor	No	Mata Kuliah	Pencapaian skor
1	Morfologi Tumbuhan	41 % Kurang Baik	1	Struktur Hewan	58,3 % Cukup Baik
2	Anatomi Tumbuhan	41 % Kurang Baik	2	Perkembangan Hewan	41,6 % Kurang Baik
3	Sistematika Tumbuhan Tinggi	66,6 % Cukup Baik	3	Sistematika Invertebrata	58,3% Cukup Baik
4	Sistematika Tumbuhan Rendah	66,6 % Cukup Baik	4	Sistematika Vertebrata	58,3 % Cukup Baik
5	Fisiologi Tumbuhan	58,3 % Cukup Baik	5	Fisiologi Hewan	58,3 % Cukup Baik
6	Ekologi Tumbuhan	58,3 % Cukup Baik	6	Ekologi Hewan	50 % Kurang optimal
7	Mikrobiologi Dasar	100 % Baik	7	Genetika dan Evolusi	100 % Baik
8	Biologi Dasar	66,6 % Cukup Baik			
9	Teknik Manajemen Laboratorium	75 % Baik			
Rerata		63,71 % Cukup Baik	Rerata		60,68 % Cukup Baik

Tabel 7 menunjukkan pemeliharaan alat dan bahan praktikum tergolong cukup baik (63.71 %, Botani) dan 60.68 % pada kelompok Zoologi. Sedangkan pada beberapa mata kuliah seperti Perkembangan Hewan dan Ekologi Hewan pencapaian skornya masing-masing 41,6% dan 50% tergolong kurang baik. Mata kuliah Genetika dan Evolusi pencapaiannya 100%, sedangkan mata kuliah bidang Zoologi lainnya cukup baik. Mata kuliah Perkembangan Hewan biasa menggunakan alat bedah dengan perawatan yang masih kurang. Sebagai contoh, beberapa peralatan tidak dibersihkan pada saat pengembalian, bahkan beberapa peralatan berkarat karena saat mencucinya kurang bersih.

Pencapaian skor pada pemeliharaan alat dan bahan mata kuliah Morfologi Tumbuhan dan Anatomi Tumbuhan sebesar 41% yang dirasakan kurang baik. Pencapaian skor 66,6% diperoleh pada mata kuliah Sistematika Tumbuhan Tinggi, Sistematika Tumbuhan Rendah, dan Biologi Dasar, sedangkan pencapaian skor 58,3% diperoleh mata kuliah Fisiologi Tumbuhan dan Ekologi Tumbuhan. Kelima mata kuliah ini dirasakan cukup baik dalam pemeliharaan alat dan bahan. Pencapaian skor untuk mata kuliah Mikrobiologi Dasar 100% dan Teknik Manajemen Laboratorium 75% dengan kriteria baik.

Pemeliharaan alat dan bahan mata kuliah MKK bidang Botani reratanya 63,71% yang secara keseluruhan bisa ditafsirkan cukup baik. Setelah pelaksanaan praktikum praktikan diwajibkan membersihkan alat dan mengembalikan alat dalam kondisi baik. Namun praktikan tidak mengisi format peminjaman sebelum maupun setelah kegiatan praktikum. Pengisian format peminjaman hanya dilakukan oleh asisten praktikum. Hal ini bertujuan untuk lebih memudahkan administrasi. Namun dengan cara ini pengelola laboratorium agak kesulitan mengatasi tanggung jawab mahasiswa bila terjadi kerusakan pada alat. Administrasi peminjaman alat-alat laboratorium adalah kebijakan yang jelas mengenai alat-alat yang boleh dan yang tidak boleh dipinjamkan, serta tata tertib dan prosedur peminjaman. Pelaksanaannya, administrasi peminjaman alat-alat dapat dilakukan dengan menggunakan bon atau bukti peminjaman alat dan buku catatan peminjaman alat-alat. Data ini penting berkaitan dengan efisiensi dan efektifitas penggunaan laboratorium dan alat-alat laboratorium serta kegiatan pemeliharaan dan perawatan alat-alat, karena setiap alat memiliki usia pakai yang dapat berbeda satu sama lain [13]. Kondisi peralatan laboratorium tidak akan

selamanya dalam kondisi yang baik, karena sejalan dengan waktu peralatan tersebut akan mengarah pada kerusakan [10]. Agar peralatan tersebut tidak cepat rusak dan hancur diperlukan usaha pemeliharaan (*maintenance*) dari berbagai pihak baik pengelola maupun pengguna.

KESIMPULAN DAN PROSPEK

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa ketersediaan alat dan bahan pada pelaksanaan praktikum kelompok (MKK) bidang Botany cukup memadai (61,12 %-66,84 %), sedangkan bidang Zoologi 61,63 %-68,97 % dengan kategori kurang-cukup memadai. Pengadministrasian alat dan bahan mencapai skor 66 % tergolong kategori baik. Pemeliharaan alat dan bahan praktikum tergolong cukup baik dengan persentase skor 60,68 %-63,71 %.

Merujuk pada hasil penelitian ini, maka prospek pengembangan administrasi alat dan bahan praktikum mata kuliah MKK perlu menjadi perhatian guna meningkatkan pengelolaan administrasi yang lebih baik terhadap laboratorium terutama untuk pengadaan alat dan bahan yang mutakhir dan sesuai dengan kebutuhan kegiatan praktikum mata kuliah kelompok MKK.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonimus, 1998. Pengelolaan Laboratorium Sekolah dan Manual Alat IPA. Depdikbud. Jakarta.
- [2] Budiono, J.D. 1992. Pengantar Kegiatan Laboratorium Biologi. University Press. IKIP Surabaya. Surabaya
- [3] Arnentis, Sri, W., Elya, F., Yuslim, F., Nursal dan Darmawati. 2012. Optimalisasi Pengembangan Laboratorium Biologi Di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau. Lembaga Penelitian Universitas Riau. Pekanbaru.
- [4] Anonimus. 2000. Pengelolaan Laboratorium Biologi. Kerja sama PPPG IPA dengan Direktorat Pembinaan SDM.
- [5] Tim Penyusun Kurikulum Program Studi Pendidikan Biologi PMIPA FKIP Universitas Riau, 2008. Pedoman Kurikulum Berbasis Kopetensi (KBK) Program Studi Pendidikan Biologi tahun 2008. FKIP Universitas Riau. Pekanbaru.
- [6] Ikhsanudin, 2009. Pengadministrasian dan Penataan Alat/Bahan Laboratorium IPA. <http://ikhsanudin.blogspot.com/2009/11/pengadministrasianpenataan.htm1#ixzz2Dp8yJ> UOT. Diakses tgl 3 Desember 2012.
- [7] Sugiyono. 2006. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif. Bandung: Alfabeta.
- [8] Waladi, F. H. (2012). Pemanfaatan Laboratorium Komputer Teknik Instalasi Tenaga Listrik Untuk Kegiatan Belajar Mengajar Smk N 1 Magelang. Diakses Tanggal 20 Oktober 2013, dari <http://eprints.Uny.ac.id/1981/1/Laporan%20Skripsi.pdf>.
- [9] Arikunto, 2006. Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi Revisi). Bumi Aksara. Jakarta
- [10] Atok. 2011. Analisis Pengelolaan Praktikum Biologi Di Laboratorium Biologi Universitas Muhammadiyah Malang . Diakses tanggal 10 Oktober 2013, dari http://ejournal.umm.ac.id/index.php/jp3/article/viewFile/614/636_umm_scientific_jurnal.pdf.
- [11] Pedoman Penjaminan Mutu Akademik Universitas Indonesia. 2007. Prasarana dan Sarana Akademik. UI Peduli Mutu: Depok.
- [12] Depdikbud. 1999. Panduan Manajemen Sekolah. Jakarta : Direktorat Pendidikan Menengah Umum.
- [13] Syahza, A. 2011. Manajemen Laboratorium. Diakses tanggal 10 Februari 2013, dari http://almasdi.staff.unri.ac.id/files/2012/06/Manajemen_Laboratorium_02.pdf

PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS SAINS BUDAYA LOKAL CIPO TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA PADA KONSEP PENGELOLAAN LINGKUNGAN DI KELAS VII MTS ASSUNNAH CIREBON

THE EFFECT OF USING *CIPO* LOCAL SCIENCE AND CULTURE BASED TEACHING MODEL ON STUDENTS' ACHIEVEMENT IN THE CONCEPT OF ENVIRONMENT MANAGEMENT IN GRADE VII OF MTS ASSUNNAH CIREBON

Kartimi, Elis Sulastri, Asep Mulyani

IAIN Syekh Nurjati Cirebon
kartimisuherman@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this study is to know: 1) the achievement of students who applied *cipo* local science and culture based teaching in the concept of environment management in grade VII of MTs Assunah Cirebon, 2) the difference in achievement between students who applied *cipo* local science and culture based teaching model and students who did not apply *cipo* local science and culture based teaching in the concept of environment management in grade VII of MTs Assunah Cirebon, 3) the students' response to the application of *cipo* local science and culture based teaching in the concept of environment management in grade VII of MTs Assunah Cirebon. This study used quantitative approach with experiment method and *pretest-posttest control group design*. The population was the whole grade VII students of MTs Assunah totaling 108. The sample was 26 students of grade VIIA as the experiment group and 26 students of grade VIIB as the control group taken using *Cluster Random Sampling* technique. The instruments used were written test and questionnaire. Data were analyzed using statistic tests i.e. Mann Whitney, Anova, and Tukey tests. Based on the result of Mann-Whitney test we obtained significance value of a $0.00 < 0.05$, there was a difference in the achievement between experiment and control group. The result of *One-Way Anova* test showed there was a difference in the students' achievement between upper group, middle group, and lower group. The result of *Tukey* test showed that *cipo* local science and culture based teaching was more appropriate to be used in upper group. *Cipo* local science and culture based teaching received positive response from the students.

Key Words: Teaching Model, *Cipo* local science and culture, Achievement

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengkaji : 1) Hasil belajar siswa yang menerapkan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *Cipo* pada konsep pengelolaan lingkungan di kelas VII MTs Assunah Cirebon, 2) Perbedaan hasil belajar siswa antara siswa yang menerapkan model pembelajaran sains budaya lokal *Cipo* dengan siswa yang tidak menerapkan model pembelajaran sains budaya lokal *Cipo* pada konsep pengelolaan lingkungan di kelas VII MTs Assunah Cirebon, 3) Respon siswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *Cipo* pada konsep pengelolaan lingkungan di kelas VII MTs Assunah Cirebon. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Desain penelitian *pretest-posttest control group design*. Populasi seluruh siswa kelas VII MTs Assunah berjumlah 108 siswa. Sampel penelitian kelas VIIA sebanyak 26 orang sebagai kelas eksperimen, dan kelas VIIB sebanyak 26 orang sebagai kelas kontrol, menggunakan teknik *Cluster Random Sampling*. Instrumen yang digunakan tes tertulis dan angket. Teknik analisis data dengan menggunakan uji statistik yaitu uji Mann Whitney, uji Anova, dan uji Tukey. Berdasarkan hasil uji Mann-Whitney didapat nilai Signifikansi $0.00 < 0.05$, terdapat perbedaan hasil belajar siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil uji *One-Way Anova* menunjukkan terdapat perbedaan hasil belajar antara siswa kelompok atas, tengah, dan bawah. Hasil uji *Tukey* menunjukkan pembelajaran berbasis sains lokal *cipo*

lebih cocok digunakan untuk kelompok atas. Pembelajaran berbasis sains budaya lokal Cipo mendapatkan tanggapan positif dari siswa.

Kata Kunci : Model Pembelajaran, Sains Budaya Lokal *Cipo*, Hasil Belajar

LATAR BELAKANG

Pendidikan disekolah pada umumnya hanya menuntut siswa untuk menguasai konsep semata. Siswa dituntut harus mampu mengaplikasikan konsep yang dipelajrinya tersebut dalam kehidupan dimasyarakat. Nilai-nilai yang dianut oleh masyarakat asli penuh dengan nilai-nilai budaya lokal (*local genius*) diabaikan dalam pembelajaran khususnya dalam pembelajaran sains disekolah, sehingga pembelajaran sains menjadi “kering” dan kurang bermakna bagi siswa [1].

Biologi merupakan ilmu yang berasal dari keingintahuan manusia tentang dirinya, tentang lingkungannya, dan tentang kelangsungan jenisnya. Pembelajaran biologi perlu diupayakan adanya keseimbangan antara pengetahuan biologi itu sendiri dengan lingkungan atau sains budaya lokal yang ada dan berkembang di masyarakat. Lingkungan sosial-budaya siswa perlu mendapat perhatian serius dalam mengembangkan pembelajaran biologi di sekolah.

Salah satu kegiatan pembelajaran yang diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa adalah dengan mengajak siswa untuk belajar dari sains kebudayaan lokal yang ada dilingkungan sekitarnya. Pembelajaran masih memfokuskan pada konsep materi pelajaran semata, dan kemampuan siswa untuk mengaitkan konsep yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari masih jauh dari harapan. Salah satu konsep yang dipandang cukup tepat untuk mengaitkan kejadian-kejadian yang terjadi dilingkungan oleh siswa adalah konsep pengelolaan lingkungan.

Hasil observasi awal yang telah dilakukan di MTs As-sunnah Cirebon bahwa proses pembelajaran cenderung masih memfokuskan pada penguasaan konsep semata. Kemampuan siswa dalam mengaitkan konsep dengan peristiwa yang terjadi dilingkungan sekitar masih sangatlah rendah. Hal ini dikarenakan cara siswa memperoleh informasi dan motivasi diri belum terarah oleh pendekatan yang bisa betul-betul membantu mereka.

Kebudayaan lokal yang berkaitan langsung dengan konsep pengelolaan lingkungan adalah kebudayaan bercocok tanam sayuran dan padi menggunakan pupuk yang berasal dari kotoran hewan di desa Kaduella Kecamatan Pasawahan Kabupaten Kuningan. Sains lokal yang menjadi fokus adalah cara penggunaan pupuk kompos untuk bercocok tanam sayuran dan padi (dalam bahasa setempat disebut “*cipo*”).

Penduduk di desa Kaduella masih mempertahankan kebudayaan bercocok tanam sayuran dan padi tersebut menggunakan pupuk dari kotoran hewan (*cipo*) berdasarkan hasil pengalaman selama turun-temurun sampai saat ini dan dikaitkan dengan konsep pengelolaan lingkungan dimana peserta didik dapat memahami peran manusia dalam pengelolaan lingkungan untuk mengatasi pencemaran dan kerusakan lingkungan.

Berdasarkan latar belakang tersebut di ats penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “*Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Sains budaya Lokal Cipo Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Konsep Pengelolaan Lingkungan di Kelas VII MTs As-Sunnah Cirebon*”.

RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah : “ Bagaimana Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Sains budaya Lokal Cipo Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Konsep Pengelolaan Lingkungan di Kelas VII MTs As-Sunnah Cirebon”. Pertanyaan penelitian, yaitu:

1. Bagaimana hasil belajar siswa dengan penerapan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal Cipo pada konsep Pengelolaan Lingkungan di kelas VII MTs As-Sunnah Cirebon?
2. Bagaimana perbedaan peningkatan hasil belajar siswa yang menerapkan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *Cipo* dengan siswa yang tidak menerapkan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *Cipo* pada konsep pengelolaan lingkungan di kelas VII MTs As-Sunnah Cirebon ?
3. Bagaimana respon siswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis sains budaya local *Cipo* pada konsep pengelolaan lingkungan di kelas VII MTs As-Sunnah Cirebon?

TUJUAN PENELITIAN

1. Mengkaji hasil belajar siswa dengan menerapkan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *Cipo* pada konsep pengelolaan lingkungan di kelas VII MTs As-Sunnah Cirebon.
2. Mengkaji perbedaan peningkatan hasil belajar antara siswa yang menerapkan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *Cipo* dengan siswa yang tidak menerapkan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *Cipo* pada konsep pengelolaan lingkungan di kelas VII MTs As-Sunnah Cirebon.
3. Mengkaji respon siswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *Cipo* pada konsep pengelolaan lingkungan di kelas VII MTs As-Sunnah Cirebon.

MANFAAT PENELITIAN

1. Memberikan inovasi dalam belajar sehingga pembelajaran tidak monoton dan menjenuhkan bagi siswa, sehingga pada akhirnya siswa akan lebih mudah untuk memahami konsep yang diajarkan oleh guru.
2. Dapat meningkatkan hasil belajar siswa dalam belajar dan dapat mengaitkan konsep yang telah dipelajarinya dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari.
3. Dapat meningkatkan hasil belajar siswa sejalan dengan meningkatnya pemahaman siswa akan materi yang telah disampaikan oleh guru.
4. Hasil penelitian dapat menambah referensi dan informasi bagi sekolah, yang berguna sebagai bahan pertimbangan dalam menetapkan kebijakan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan di sekolah setempat.

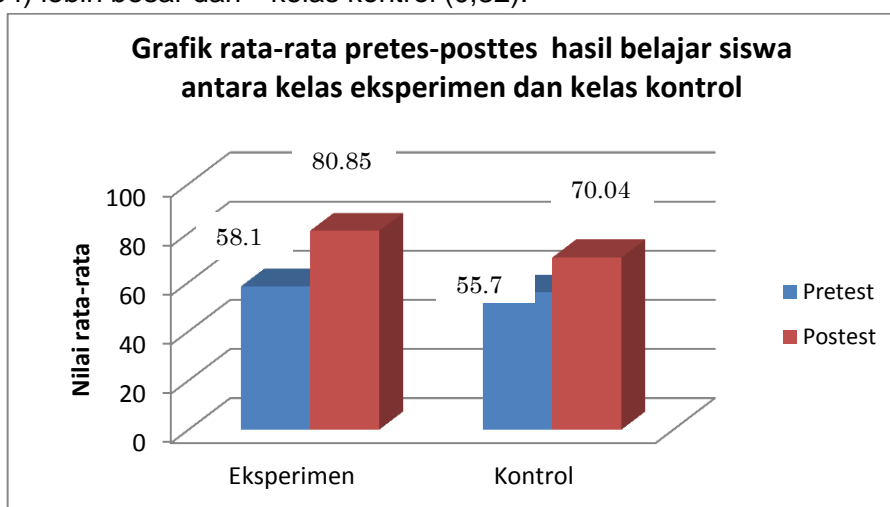
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di MTs As-Sunnah Cirebon yang terletak di jalan raya kali tanjung kecamatan Kesambi Kota Cirebon. Penelitian dilaksanakan pada semester II tahun ajaran 2013-2014. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VII MTs AS-Sunnah Cirebon yang berjumlah 4 kelas dengan jumlah siswa 108 orang. Sampel dalam penelitian ini adalah kelas VII D dengan jumlah siswa 26 orang sebagai kelas eksperimen sedangkan kelas VII B berfungsi sebagai kelas kontrol dengan jumlah siswa 26 orang.

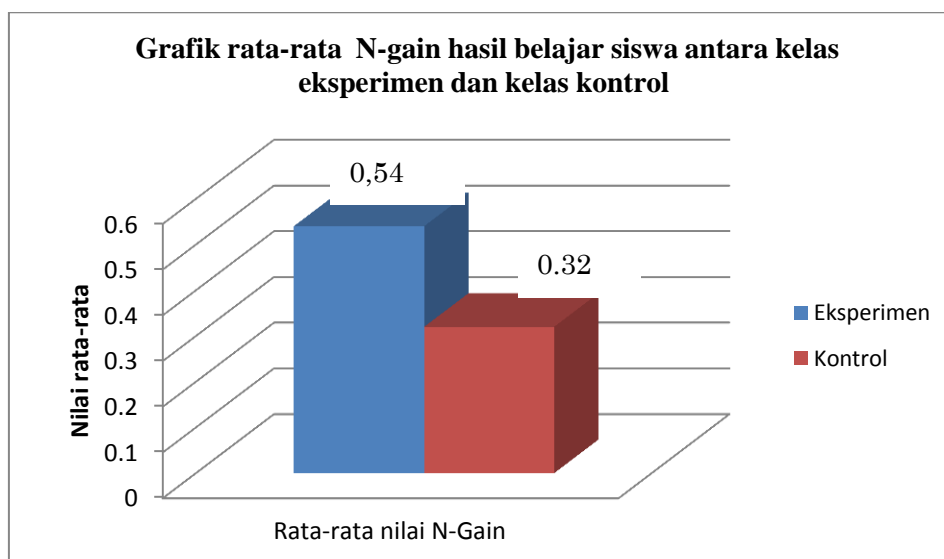
Sampel diambil dengan cara *Cluster Random Sampling*. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Desain penelitian menggunakan *pretest-posttest control group design* [2]. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan Tes dan Angket, sedangkan teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan uji statistik yaitu uji Mann-Whitney, uji Anova, dan uji Tukey.

HASIL PENELITIAN

Hasil belajar siswa dapat dilihat dari hasil rata-rata *pretest* dan *posttest* siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol pada pokok bahasan pengelolaan lingkungan. Gambar 1 menunjukkan hasil rata-rata *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen lebih besar dari pada hasil rata-rata *pretest* dan *posttest* kelas kontrol. Gambar 2 menunjukkan rata-rata N-Gain kelas eksperimen (0,54) lebih besar dari kelas kontrol (0,32).



Gambar 1 Nilai Rata-rata Pretes-Posttes Hasil Belajar Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

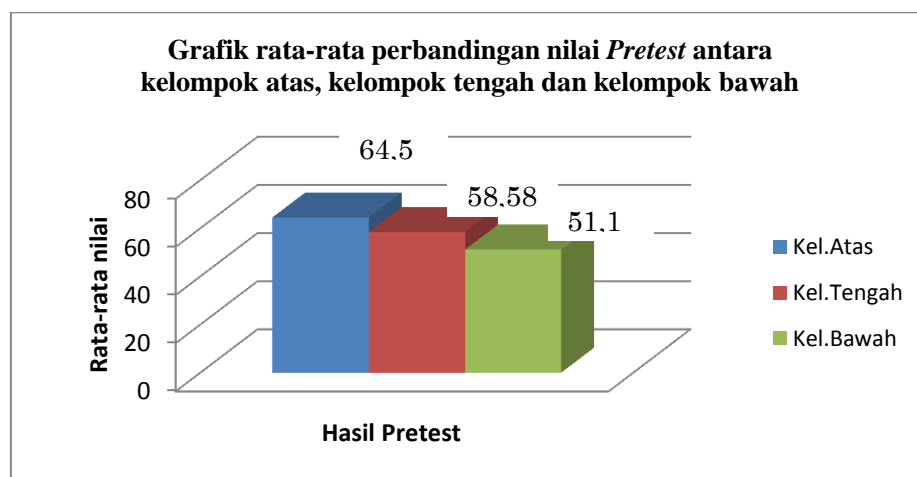


Gambar 2 Nilai Rata-rata N-Gain Hasil Belajar Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

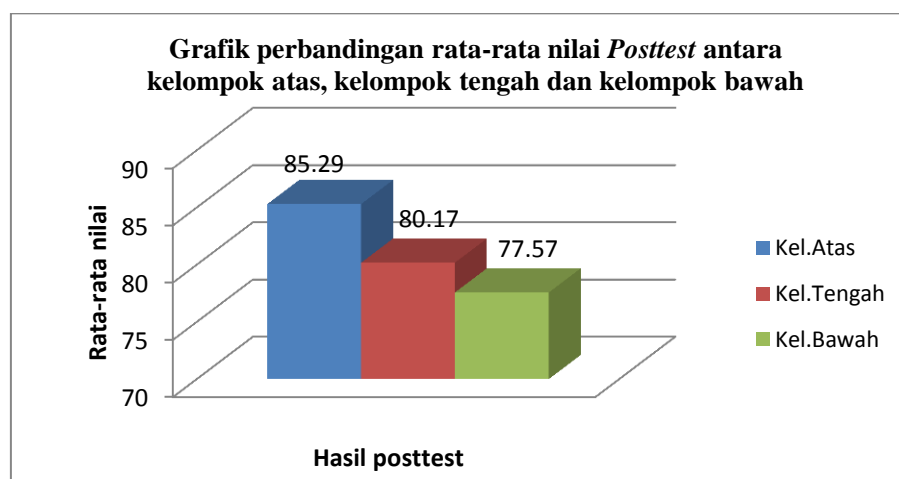
Gambar 3 menunjukkan kelompok atas memperoleh nilai rata-rata *pretest* lebih tinggi (64,57) dibandingkan kelompok tengah (58,58) dan kelompok bawah (51,14). Gambar 4

menunjukkan kelompok atas memperoleh nilai rata-rata *Posttest* lebih tinggi (85,29) dibandingkan kelompok tengah (80,17) dan kelompok bawah (51,14). Gambar 5 menunjukkan kelompok atas memperoleh nilai rata-rata *Posttest* lebih tinggi (0,58) dibandingkan kelompok bawah (0,54) dan kelompok tengah (0,54).

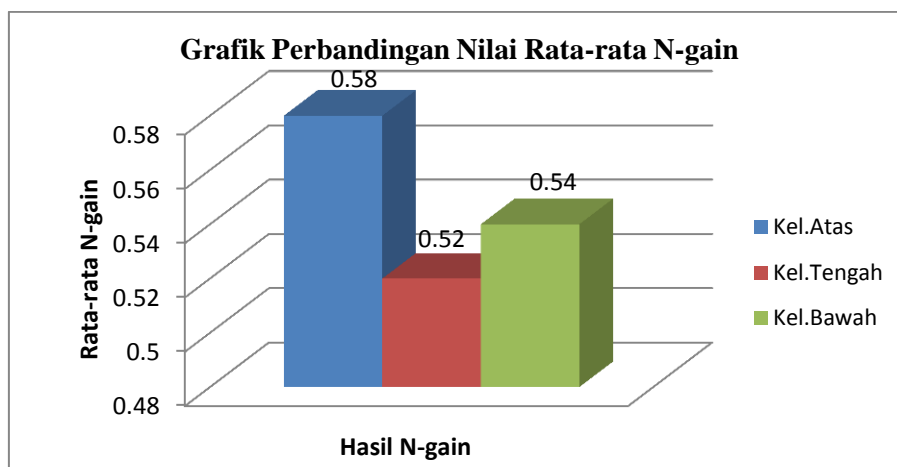
Berdasarkan hasil uji Mann-Whitney U, ternyata nilai Sig nya $0.00 < 0.05$ artinya H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwasanya terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas ekaperimen dan kelas kontrol.



Gambar 3 Grafik Perbandingan Nilai Rata-rata *Pretest* antara kelompok atas, kelompok tengah dan kelompok bawah



Gambar 4 Grafik Perbandingan Nilai Rata-rata *Posttest* antara kelompok atas, kelompok tengah dan kelompok bawah



Gambar 5 Grafik Perbandingan Nilai Rata-rata N-gain

Berdasarkan hasil uji Anova menunjukkan nilai Sig. (0,43) > 0,05. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan hasil belajar pada kelas eksperimen antara kelompok atas, kelompok tengah dan kelompok bawah. Tabel 1 Hasil uji *tukey* juga menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *Cipo* cocok digunakan untuk kelompok atas, sedangkan untuk kelompok tengah dan kelompok bawah tidak cocok dikarenakan tidak signifikan dan nilai *mean differencenya* kecil. Tabel 2 hasil uji *tukey* bahwa tidak ada perbedaan rata-rata tes untuk kelompok atas, kelompok tengah dan kelompok bawah dengan nilai sig 0,43 > 0,05 hal ini menunjukkan ketiga kelompok memiliki kemampuan yang tidak jauh berbeda. Gambar 6 menunjukkan bahwa secara keseluruhan penerapan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *Cipo* mendapat respon yang kuat dengan presentase rata-rata sebesar 50%.

Tabel 1. Hasil Uji *Tukey*

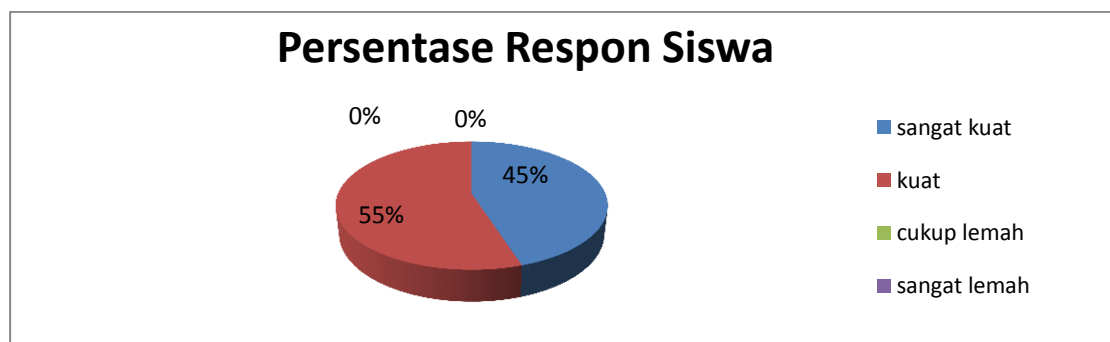
(I) nilai	(J) nilai	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
kelompok atas	kelompok tengah	.06786	.05145	.399	-.0610	.1967
	kelompok bawah	.04429	.05782	.727	-.1005	.1891
kelompok tengah	kelompok atas	-.06786	.05145	.399	-.1967	.0610
	kelompok bawah	-.02357	.05145	.891	-.1524	.1053
kelompok bawah	kelompok atas	-.04429	.05782	.727	-.1891	.1005
	kelompok tengah	.02357	.05145	.891	-.1053	.1524

Tabel 2. Hasil Uji *Tukey*

Nilai	N	Subset for Alpha = 0,05	
		1	
Kelompok Tengah	12		.5150
Kelompok Bawah	7		.5386
Kelompok Atas	7		.5829
Sig			.429

Means for group in homogeneous subsets are displayed

Adapun hasil respon siswa terhadap model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *cipo* yang telah diterapkan sebagai berikut:



Gambar 6 Persentase Angket Respon Siswa Terhadap Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Sains Budaya Lokal Cipo

PEMBAHASAN

Penerapan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *cipo* pada prosesnya memadukan unsur-unsur kebudayaan lokal masyarakat setempat kedalam proses pembelajaran, mulai dari bahan ajar yang disesuaikan dengan dengan kebudayaan lokal setempat. Metode pengajaran yang menuntut siswa untuk mampu mengkombinasikan kebudayaan lokal dengan konsep pelajaran yang dipelajarinya.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh bahwa penerapan pembelajaran menggunakan penerapan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *cipo* dapat memberikan hasil yang baik terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Peningkatan hasil belajar siswa yang menerapkan model pembelajaran sains lokal Cipo lebih signifikan daripada siswa yang tidak menerapkan pembelajaran berbasis sains lokal Cipo. Secara teoritis penerapan model pembelajaran berbasis sains lokal budaya local *cipo* dapat membantu siswa dalam menjembatani antara pengetahuan teori dengan pengetahuan budaya secara turun temurun, sehingga pemahaman siswa akan menjadi lebih baik dan pada akhirnya hasil belajarnya akan meningkat. Berdasarkan prinsip-prinsip desain pembelajaran kontekstual, guru mentransfer semua pengetahuan kepada siswa dengan cara menghubungkan antara materi pembelajaran dengan fakta yang ada di lingkungan sekitar siswa, sehingga pembelajaran akan lebih bermakna karena siswa memahami manfaat ilmu biologi bagi lingkungan. Wahidin [3] menyatakan dengan adanya latar belakang budaya pada diri siswa sangat berpengaruh terhadap cara siswa dalam mempelajari, memahami dan menguasai konsep-konsep yang diajarkan oleh guru di sekolah. Hasil belajar siswa disekolah 70% dipengaruhi oleh kemampuan siswa dan 30% dipengaruhi oleh lingkungan.

Lubis dalam Saadah [4], pembelajaran berbasis budaya local adalah merupakan strategi pendidikan yang memanfaatkan keberagaman latar belakang kebudayaan dari peserta didik dari salah satu kekuatan untuk membentuk sikap mereka. Pembelajaran berbasis sains budaya lokal merupakan pembelajaran yang berusaha mengaitkan pengetahuan yang telah dimiliki oleh siswa dengan pengetahuan baru yang sedang dipelajarinya, sehingga pada akhirnya belajar akan lebih bermakna dan lebih mudah mengaplikasikan pengetahuan yang telah dimiliki siswa. Hal ini senada dengan pendapat Ausubel dalam Dahar, belajar bermakna akan terjadi apabila informasi yang baru diterima siswa mempunyai kaitan erat dengan konsep yang sudah ada atau diterima sebelumnya dan tersimpan dalam struktur kognitifnya.

Nilai rata-rata N-gain kelompok atas lebih baik dari kelompok tengah maupun kelompok bawah. Artinya rata-rata siswa kelompok atas memperoleh peningkatan hasil

belajar yang baik jika dibandingkan dengan peningkatan hasil belajar kelompok tengah maupun kelompok bawah. Hasil uji *tukey* menunjukkan penerapan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *Cipo* cocok digunakan untuk kelompok atas. Siswa kelompok atas ketika menggunakan penerapan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *cipo* lebih mudah memahami konsep yang diajarkan dan lebih antusias mengikuti pembelajaran, hal tersebut berpengaruh pada hasil belajar siswa kelompok atas. Hal ini terjadi karena hasil dan proses belajar selain dipengaruhi oleh kemampuan yang dimiliki siswa juga dipengaruhi beberapa faktor lain, diantaranya faktor kematangan/ pertumbuhan, kecerdasan, latihan, motivasi, dan faktor pribadi, sedangkan faktor sosial seperti faktor keluarga/keadaan rumah tangga, guru dan cara mengajarnya, alat-alat yang dipergunakan dalam pembelajaran, lingkungan, dan kesempatan yang tersedia, serta motivasi sosial [5].

Secara keseluruhan prosentase rata-rata angket respon siswa dikategorikan kuat. Penerapan pembelajaran berbasis sains budaya lokal *Cipo* dapat meningkatkan keaktifan siswa ketika belajar, meningkatkan rasa ingin tahu siswa, wawasan siswa dan pemahaman materi pembelajaran. Pembelajaran sains budaya lokal *Cipo* menerapkan konsep pembelajaran dari alam yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyampaikan pendapat-pendapatnya. Dalam pelaksanaan pembelajaran sains budaya lokal para guru agar memperhatikan empat hal yaitu memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengekspresikan pikiran-pikirannya, untuk mengakomodasi konsep-konsep atau keyakinan yang dimiliki, yang berakar pada sains tradisional, menyajikan kepada siswa contoh-contoh keganjilan atau “keajaiban” yang sebenarnya hal biasa menurut konsep sains, mendorong siswa untuk aktif bertanya, dan mendorong siswa untuk membuat serangkaian skema-skema tentang konsep yang dikembangkan selama proses pembelajaran (George dalam [3]).

KESIMPULAN

1. Hasil belajar siswa meningkat secara signifikan dengan penerapan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *cipo* pada konsep pengelolaan lingkungan.
2. Peningkatan hasil belajar siswa yang menerapkan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *cipo berbeda secara signifikan* dengan hasil belajar siswa yang tidak menerapkan model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *cipo* pada konsep Pengelolaan Lingkungan.
3. Model pembelajaran berbasis sains budaya lokal *cipo* mendapat respon positif dari siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suastra, I Wayan dan Ketut Tika. 2008. *Efektivitas Model Pembelajaran Sains Berbasis Budaya Lokal untuk Mengembangkan Kompetensi Dasar Sains dan Nilai Kearifan Lokal di SMP*. Bali: Fakultas FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha. www.undiksha.ac.id/images/img_item/1208.pdf [24 Desember 2012].
- [2] Arikunto, Suharsimi. 2012. *Prosedur Penelitian*. Jakarta : Rineka Cipta.
- [3] Wahidin. 2006. *Metode pendidikan pengetahuan alam*. Bandung: Sangga Buana.
- [4] Saadah, Siti. 2011. *Membangun Komitmen Warga Negara Melalui Pendidikan Kewarganegaraan Berbasis Budaya Lokal (Local Wisdom)*. Skripsi Sekolah Sarjana Universitas Pendidikan Indonesia, tidak diterbitkan.
- [5] Purwanto, M. Ngilim. 2007. *Psikologi Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

PENGEMBANGAN MULTIMEDIA INTERAKTIF KARBOHIDRAT BAGI MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI PMIPA FKIP UNIVERSITAS JAMBI

DEVELOPMENT OF CARBOHYDRATES INTERACTIVE MULTIMEDIA FOR THE STUDENTS OF BIOLOGY EDUCATION PROGRAM OF PMIPA FKIP UNIVERSITY OF JAMBI

Mia Aina^{1*}, Damris M^{2*}

Program Studi Pendidikan Biologi PMIPA FKIP Universitas Jambi¹;
hp: 085266499317 Email : Miaaina1917@rocketmail.com,
Program Studi Pendidikan Kimia PMIPA FKIP Universitas Jambi²

ABSTRACT

This research is aimed to develop a good interactive Multimedia of Carbohydrat, easy to be learn, easy to use, and can be used for individual learning. Product of this development can also be used as a instuctional media for lecturer. This development research use a model development with multimedia-based research design consists of five stages : 1)analysis, 2) design, 3).development, 4).implementation and 5).evaluation. This development product was validate by two experts, material expert and media expert. The result validation of Carbohydrates Multimedia Interaktif by material expert and media expert based on the validation sheets is 85% and concluded that the quality of the developed instructional is very good, and deserves to be tested, while the percentage of evaluation by peer is 87% with criteria very good. The test is done to students of biology educational program of PMIPA FKIP University of Jambi fifth semester of academic year 2011/2012. Percentage of individual test results against five students is 89% with a very good criteria, the results of a small group of twelve students is 88% with a very good criteria. Carbohydrates Interactive Multimedia is good to use as a instuctional media of learning for students who study Biochemistry, and can be used independently.

Keywords: Interactive Multimedia, Carbohydrates

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pengembangan dengan tujuan mengembangkan multimedia Interaktif Karbohidrat yang baik, mudah dipelajari, mudah digunakan, dan dapat dipakai dalam pembelajaran mandiri secara individu. Produk hasil pengembangan ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran bagi dosen. Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan dengan desain penelitian berbasis multimedia. Model pengembangan ini terdiri dari lima tahapan yaitu: 1) analisis (analysis); 2) desain (design); 3) pengembangan (development), 4) implementasi (implementation) dan 5) evaluasi (evaluation). Hasil validasi produk Multimedia interaktif Karbohidrat oleh ahli materi dan ahli media adalah 85% dengan kriteria sangat baik dan layak untuk diujicobakan, sedangkan evaluasi dari teman sejawat memperoleh persentase 87% dengan kriteria sangat baik. Uji coba dilakukan terhadap mahasiswa Prodi Pendidikan biologi PMIPA FKIP Universitas Jambi semester V tahun akademik 2011/2012. Hasil persentase ujicoba perorangan terhadap 5 orang mahasiswa adalah 89% dengan kriteria sangat baik, hasil uji coba kelompok kecil terhadap 12 orang mahasiswa adalah 88% dengan kriteria sangat baik. Multimedia Interaktif Karbohidrat ini baik untuk digunakan sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa yang mempelajari mata kuliah Biokimia, dan dapat digunakan secara mandiri.

Katakunci: Multimedia Interaktif, Karbohidrat.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi menawarkan kemudahan dan sekaligus tantangan bagi dunia pendidikan. Hal ini berkaitan dengan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran di kelas karena teknologi memberikan tantangan dan peluang bagi pembelajaran. Teknologi memberikan ruang gerak yang luas bagi mahasiswa untuk mengakses bahan ajar secara langsung, luas dan mandiri. Pembelajaran berbasis teknologi menggeser peran dan pengalaman mengajar guru kepada sesuatu yang baru yang belum pernah dialami sebelumnya. Beberapa tantangan yang dihadapi antara lain: 1) Pengajar tidak lagi sebagai sumber belajar satu-satunya, tetapi menciptakan kondisi untuk kemandirian mahasiswa dalam pembelajaran; 2) Pengajar tidak terpaku pembelajaran ceramah, tetapi membutuhkan media yang dapat merangsang berfikir lebih kreatif dan mandiri.

Sungguhpun demikian, mahasiswa hendaknya dipandang sebagai individu yang unik, spesifik dan memiliki kebutuhan belajar yang berbeda-beda. Proses belajar mengajar harus berfokus pada aktifitas "belajar" dan bukan pada aktifitas "mengajar" seperti pada paradigma lama. Dengan paradigma seperti ini maka keberadaan dosen tidak lagi menjadi satu-satunya faktor penting dalam proses pembelajaran. Keberadaan pendidik bisa digantikan oleh bahan belajar berupa modul, diktat, perangkat lunak edukasi yang bisa digunakan untuk belajar secara mandiri oleh peserta didik. Hal di atas didukung oleh pernyataan Warsito [1], yang menyatakan bahwa salah satu upaya mewujudkan pembelajaran mandiri adalah dengan pemanfaatan media yaitu penggunaan secara sistematis dari sumber belajar.

Salah satu mata kuliah yang wajib dikontrak oleh mahasiswa FKIP PMIPA khususnya program studi pendidikan biologi adalah mata kuliah biokimia. Mata kuliah ini membahas tentang kandungan bahan makanan yang terdiri dari karbohidrat, protein, dan lemak serta proses metabolisme yang terjadi di dalam tubuh setelah bahan makanan dikonsumsi [2]. Berdasarkan dari angket yang disebarkan kepada 100 orang mahasiswa program studi pendidikan biologi yang sudah dan sedang mengontrak mata kuliah biokimia dimana angket ini disebarkan kepada mahasiswa angkatan 2008 sampai angkatan 2010. Dari hasil tersebut 100% mahasiswa mewakili seluruh mahasiswa program studi pendidikan biologi yang aktif dan sudah mengontrak mata kuliah biokimia menyetujui bahwa dalam mata kuliah biokimia perlu menggunakan media selain buku cetak saat mengajar untuk memahami dan mempelajari mata kuliah tersebut. 78% mahasiswa menyetujui dan beranggapan bahwa materi dalam mata kuliah biokimia sukar untuk dipahami dan 72% mahasiswa menyenangi mata kuliah biokimia.

Dari 100 orang mahasiswa terdapat 80 orang mahasiswa atau sekitar 80% memiliki kemampuan untuk mengoperasikan komputer. Hal ini berarti bahwa mahasiswa memiliki potensi untuk dapat belajar dengan media berbantuan komputer. Berdasarkan hal tersebut di ataslah maka penulis mengembangkan multimedia interaktif materi karbohidrat yang merupakan salah satu materi dalam mata kuliah biokimia dimana produk multimedia interaktif ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran. Apabila multimedia pembelajaran dipilih, dikembangkan dan digunakan secara tepat dan baik, akan memberi manfaat yang sangat besar bagi para guru dan siswa. Secara umum manfaat yang dapat diperoleh adalah proses pembelajaran lebih menarik, lebih interaktif, jumlah waktu mengajar dapat dikurangi, kualitas belajar siswa dapat ditingkatkan dan proses belajar mengajar dapat dilakukan di mana dan kapan saja, serta sikap belajar siswa dapat ditingkatkan. Manfaat di atas akan diperoleh mengingat terdapat keunggulan dari sebuah multimedia pembelajaran, yaitu: 1) Memperbesar benda yang sangat kecil dan tidak tampak oleh mata, seperti kuman,

bakteri, elektron dll. 2) Memperkecil benda yang sangat besar yang tidak mungkin dihadirkan ke sekolah, seperti gajah, rumah, gunung, dll. 3) Menyajikan benda atau peristiwa yang kompleks, rumit dan berlangsung cepat atau lambat, seperti sistem tubuh manusia, bekerjanya suatu mesin, beredarnya planet Mars, berkembangnya bunga dll. 4) Menyajikan benda atau peristiwa yang jauh, seperti bulan, bintang, salju. 5) Menyajikan benda atau peristiwa yang berbahaya, seperti letusan gunung berapi, harimau, racun, dll. 6) Meningkatkan daya tarik dan perhatian siswa.

Menurut Munadi [3], program multimedia interaktif dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran sebab cukup efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik. Penggunaan multimedia interaktif cocok untuk mengajarkan suatu proses atau tahapan, misalnya penyerbukan pada tumbuhan, pembelahan sel, proses pertumbuhan janin manusia, ilmu waris, pelaksanaan haji, dan lain sebagainya. Kelebihan multimedia interaktif sebagai media pembelajaran, di antaranya, 1) Interaktif, 2) Memberikan iklim afeksi secara individual, 3) Meningkatkan motivasi belajar, 4) Memberikan umpan balik dan 5) Karena multimedia interaktif diprogram untuk pembelajaran mandiri, maka control pemanfaatannya sepenuhnya berada pada penggunanya.

Perkembangan teknologi komputer terutama dalam bidang perangkat lunak mendukung dalam penerapannya sebagai media pembelajaran. Dengan komputer dapat disajikan media pembelajaran yang memuat materi pembelajaran secara tekstual, audio maupun visual. Salah satu perangkat lunak yang mendukung dalam mengembangkan media pembelajaran interaktif adalah Macromedia Flash Professional 8.0. Sutopo [4] menjelaskan: "Macromedia Flash merupakan sebuah program aplikasi standar authoring tool profesional yang dikeluarkan oleh perusahaan internasional Macromedia yang digunakan untuk membuat animasi vektor dan bitmap untuk keperluan pembangunan situs web, banner, tombol animasi, menu interaktif, interaktif form isian, e-card, screen server dan pembuatan situs web atau pembuatan aplikasi-aplikasi web lainnya". Dengan beberapa kemudahan itulah Macromedia Flash Profesional 8.0 mendukung dalam penerapannya sebagai pengembang media pembelajaran berbentuk media interaktif.

Mayer [5], menyebutkan bahwa pesan multimedia pembelajaran adalah komunikasi yang berisikan gambar dan kata yang bertujuan mempercepat pembelajaran. Komunikasi bisa disampaikan dengan berbagai media, termasuk kertas (komunikasi berbasis buku) atau komputer (komunikasi berbasis komputer). Kata-kata dalam bentuk lisan atau tulisan; gambar diam seperti ilustrasi atau foto atau gambar dinamis seperti animasi atau klip video. Pendesaian pesan multimedia pembelajaran harus mempunyai pertimbangan bagaimana siswa memproses informasi. Teori kognitif multimedia pembelajaran mewakili usaha dalam mencapai tujuan ini dengan menggambarkan bagaimana orang-orang belajar dari kata-kata dan gambar berdasarkan bukti-bukti penelitian empiris yang konsisten. Selanjutnya, ada empat kriteria dalam mengembangkan teori kognitif multimedia pembelajaran, yaitu: (1) *Theoretical Plausibility*, teori tersebut konsisten dengan prinsip-prinsip pengetahuan kognitif dalam belajar; (2) *Testability*, teori tersebut memberikan prediksi yang bisa diuji dalam penelitian pengetahuan; (3) *Empirical Plausibility*, teori tersebut konsisten dengan dengan bukti-bukti penelitian empiris pada multimedia pembelajaran; (3) *Applicability*: teori tersebut relevan dengan kebutuhan pendidikan untuk memperbaiki desain pesan multimedia pembelajaran [5]. Tujuan dari penelitian pengembangan ini adalah untuk menghasilkan produk berupa multimedia interaktif untuk pembelajaran biokimia materi karbohidrat

sebagai alternatif media pembelajaran bagi mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi PMIPA FKIP Universitas Jambi

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di FKIP Universitas Jambi, yang beralamatkan di kampus Pinang masak, Jalan Jambi-Ma.Bulian KM.15 Mendalo Darat, Jambi. Yang menjadi sampel pada penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi PMIPA FKIP Universitas Jambi semester 5 Tahun Akademik 2011/ 2012. Waktu pengembangan dan pelaksanaan yaitu pada bulan Agustus – November 2011. Pada pengembangan ini digunakan model pengembangan dengan desain penelitian berbasis multimedia yang dikembangkan oleh Lee & Owens [6]. Model pengembangan ini terdiri dari lima tahapan yaitu: 1) analisis (*analysis*); 2) desain (*design*); 3) pengembangan (*development*), 4) implementasi (*implementation*) dan 5) evaluasi (*evaluation*).

Adapun langkah-langkah dari tahapan pengembangannya adalah sebagai berikut :

1. Melakukan penelitian pendahuluan, yang meliputi:
 - a. Identifikasi kebutuhan pembelajaran dan menentukan standar kompetensi mata pelajaran.
 - b. Melakukan analisis pembelajaran.
 - c. Mengidentifikasi karakteristik dan perilaku awal peserta didik.
 - d. Menulis kompetensi dasar dan indikator
 - e. Mengembangkan bahan pembelajaran
2. Pembuatan desain software, yang meliputi:
 - a. Pembuatan naskah
 - b. Pembuatan storyboard
 - c. Pembuatan Flowchart View
3. Pengumpulan bahan, yang meliputi:
 - a. Pembuatan dan pengumpulan gambar (image) dan animasi.
 - b. Perekaman suara
4. Mengembangkan dan membuat media pembelajaran interaktif
5. Review dan uji coba produk.

Desain uji coba tahap-tahapnya adalah sebagai berikut:

 - a. Validasi ahli materi Biokimia
 - b. Validasi ahli media
 - c. Evaluasi oleh teman sejawat
 - d. Revisi pengembangan (tahap I), berdasarkan penilaian yang berupa masukan, kritik atau saran dari ahli materi, ahli media dan evaluasi dari teman sejawat untuk dilakukan perbaikan.
 - e. Uji coba satu-satu/perorangan
 - f. Analisis konseptual
 - g. Revisi pengembangan (tahap II), berdasarkan penilaian yang berupa masukan, kritik atau saran dari mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi semester 5 Tahun Akademik 2011/2012 yang memiliki prestasi tinggi, sedang dan rendah.
 - h. Uji coba kelompok kecil. Penilaian terhadap program ini berdasarkan angket yang telah diisi oleh mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Semester 5 Tahun Akademik 2011/2012.
 - i. Analisis konseptual dan produk

- j. Revisi produk (tahap III)
- k. Penilaian mengenai daya tarik dan kelayakan produk

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan validasi produk melalui serangkaian uji coba dan revisi yang telah dilakukan maka media pembelajaran interaktif karbohidrat mata kuliah Biokimia telah memiliki status valid. Validasi dilakukan oleh dua orang ahli yaitu ahli media dan ahli materi. Uji coba dilakukan 2 tahap yaitu uji coba perorangan dan uji coba kelompok kecil. Adapun rangkuman persentase rata-rata hasil validasi oleh tim ahli dan uji coba perorangan dan uji coba kelompok kecil terhadap media pembelajaran interaktif Karbohidrat dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Persentase rata rata hasil validasi Multimedia Interaktif Karbohidrat

No	Validator	Persentase Rata rata	Kriteria
1	Ahli Materi	85%	Sangat Baik
2	Ahli Media	85%	Sangat Baik
3	Teman Sejawat	87%	Sangat baik

Setelah multimedia Interaktif Karbohidrat divalidasi oleh tim ahli dan dievaluasi oleh teman sejawat, maka selanjutnya dilakukan uji coba terhadap mahasiswa mahasiswa Prodi Pendidikan biologi PMIPA FKIP Universitas Jambi semester V tahun akademik 2011/2012. Uji coba perorangan dilakukan terhadap 5 orang mahasiswa dan uji coba kelompok kecil dilakukan terhadap 12 orang mahasiswa. Hasil persentase ujicoba dapat dilihat pada tabel 2 :

Tabel 2. Persentase rata rata hasil uji coba Multimedia Interaktif Karbohidrat

No	Responden	Persentase Rata rata	Kriteria
1	Uji Coba Perorangan	89%	Sangat Baik
2	Uji Coba Kelompok	88%	Sangat Baik

Berdasarkan hasil pengembangan multimedia interaktif karbohidrat, maka didapatkan hasil berupa media pembelajaran berupa multimedia interaktif Karbohidrat dalam bentuk cd yang merupakan kombinasi dari animasi, suara, gambar dan video yang dapat dipelajari mahasiswa secara mandiri. Produk pengembangan media pembelajaran interaktif Karbohidrat pada mata kuliah Biokimia merupakan materi kuliah Biokimia yang telah dikembangkan dengan memperhatikan aspek pembelajaran dan media sebagai prinsip desain pesan pembelajaran. Penelitian pengembangan produk yang dilakukan ini diarahkan untuk menghasilkan suatu produk berupa media pembelajaran interaktif yang digunakan untuk meningkatkan proses pembelajaran maupun kompetensi peserta didik. Karena itu dalam prosesnya penelitian ini dilakukan dengan diawali studi pendahuluan, kemudian mendesain media pembelajaran, melakukan validasi produk dan pembelajaran, melakukan validasi produk dan melakukan revisi dan penyempurnaan berdasarkan analisis data validasi dari ahli materi dan ahli media pembelajaran, dilanjutkan dengan uji coba perorangan dan uji coba kelompok kecil, sehingga dihasilkan media pembelajaran yang layak digunakan sesuai dengan karakteristik mata kuliah dan mahasiswa sebagai pengguna.

Aspek yang direvisi dan disempurnakan berdasarkan analisis data dan uji coba serta masukan dari ahli materi, dan ahli media serta mahasiswa selaku pengguna multimedia pembelajaran interaktif ini. Variabel-variabel media pembelajaran memiliki nilai rata-rata sangat baik. Adapun variabel media pembelajaran yang dinilai meliputi penyajian, kebahasaan, aspek tampilan, komposisi dan kejelasan warna, kualitas gambar

Variabel materi pembelajaran memperoleh nilai rata-rata sangat baik, aspek yang dinilai adalah keluasan materi dan urutan sajian materi. Tampilan awal dari multimedia interaktif Karbohidrat dapat dilihat pada gambar 1:



Gambar 1. Tampilan awal Multimedia Interaktif Karbohidrat

Keterangan :

- A. Slide pertama yang muncul pada multimedia interaktif karbohidrat diiringi dengan musik pengantar
- B. Slide kedua ucapan selamat datang diiringi dengan musik pengantar
- C. Slide ketiga, lanjutan ucapan selamat datang dalam media berbantuan komputer, diiringi dengan musik pengantar
- D. Slide keempat, menu dan petunjuk penggunaan multimedia interaktif karbohidrat, tidak diiringi oleh musik pengantar.

Manfaat yang diperoleh dari penggunaan media pembelajaran interaktif adalah konsep yang disajikan mudah dipelajari, dipahami dan sistematis. Media pembelajaran interaktif memberi kesempatan pada peserta didik untuk belajar sesuai dengan kecepatan masing-masing, belajar lebih cepat dan tidak menimbulkan kebosanan karena dilengkapi dengan gambar-gambar dan animasi serta soal latihan yang bervariasi. Adanya pengulangan yang harus dilakukan saat jawaban salah menjadikan peserta didik lebih memahami materi. Media pembelajaran interaktif ini juga dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran secara klasikal maupun individual.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan rumusan, tujuan, hasil dan pembahasan penelitian pengembangan multimedia interaktif Karbohidrat yang dikemukakan sebelumnya maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Multimedia interaktif Karbohidrat mata kuliah Biokimia yang dikembangkan dengan menggunakan program Macromedia Flash Professional 8.0 secara keseluruhan termasuk dalam kategori "Sangat Baik".
- Multimedia interaktif Karbohidrat mata kuliah Biokimia yang dikembangkan termasuk dalam kriteria sangat baik sehingga dapat diterima dan layak digunakan dalam proses pembelajaran.
- Multimedia pembelajaran yang dikembangkan peneliti layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran mata kuliah Biokimia untuk mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi PMIPA FKIP Universitas Jambi karena memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi dari nilai median skala Likert.

Saran

Berdasarkan hasil temuan yang telah diuraikan pada kesimpulan serta implikasi hasil penelitian, berikut ini diajukan saran yaitu mengingat hasil kesimpulan dalam penelitian ini masih memungkinkan dipengaruhi oleh faktor-faktor yang belum mampu terkontrol, maka masih perlu kiranya dilakukan penelitian lebih lanjut pada sampel yang lebih representatif. Hendaknya juga dilakukan penelitian untuk menguji keefektifan dan keefisienan pemanfaatan multimedia Interaktif Karbohidrat ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Program Pascasarjana Magister Teknologi Pendidikan Universitas Jambi, Validator Ahli materi, ahli media, teman sejawat serta semua mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi PMIPA FKIP Universitas Jambi yang telah membantu sehingga selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Warsito, B. 2008. *Teknologi Pembelajaran Landasan dan Aplikasinya*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [2] Poedjadi dan Supriyanti. 2007. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: UI
- [3] Munadi, Y. 2008. *Media Pembelajaran sebuah pendekan Baru*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- [4] Sutopo, A. 2003. *Multimedia Interaktif Dengan Flash*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [5] Mayer. 2005. *Multimedia Learning*. California: Cambridge University Prees.
- [6] Lee, W and Owens, D. 2004. *Multimedia-Based Instructional Design*. San Fransisco: Preiffer.

BIOLOGI
SAINS



2014
Semirata
Bidang MIPA

PERTUMBUHAN POPULASI DAN SEBARAN UKURAN CANGKANG KERANG AIR TAWAR (*CORBICULA SUMATRANA*) DI DANAU SINGKARAK SOLOK SUMATERA BARAT

POPULATION GROWTH AND SHELL SIZE DISTRIBUTION OF *CORBICULA SUMATRANA* INSINGKARAK SOLOK LAKE, WEST SUMATRA

Armein Lusi, Z.¹, Dahelmi², Indra Junaidi, Z² dan Siti Salmah²

¹ Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan PGRI Sumatera Barat, Padang

² jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas, Padang

email: naylakarya@gmail.com

ABSTRACT

Seashell *Corbicubicula sumatrana* is one of benthic animals that inhabit the bottom waters muddy and sandy. This type of shellfish harvested by the public in large numbers because it is one of the types of foods that are known to the art shows. This research was conducted in December 2012 to June 2013 at Lake Batur and laboratory observations conducted at the Laboratory of Zoology STKIP PGRI SUMBAR. The research method used is purposive random sampling. The results of this study, the rate of growth of shell length ranged from 0.05 cm / month up to 0.09 cm / month. The length of the shell which are found in the field is the length ranged from 1.50 cm to 2.50 cm. Shell size of less than 1.50 cm ranged from 4.17% - 9.68% and the size of the shell is more than 2.50 ranged between 3.23% - 10.81%. Comparison of the presence of male and female is 1: 1.07

Keyword: growth rate, *Corbicula sumatrana*

ABSTRAK

Jenis kerang/lokan *Corbicubicula sumatrana* merupakan salah satu hewan bentos yang mendiami dasar perairan yang berlumpur dan berpasir. Jenis kerang ini dipanen oleh masyarakat dalam jumlah yang banyak karena merupakan salah satu jenis makanan yang dikenal dengan pensi. Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2012 sampai Juni 2013 di Danau Singkarak dan pengamatan laboratorium dilakukan di Laboratorium Zoologi STKIP PGRI SUMBAR. Metode penelitian yang dipakai adalah purposive random sampling. Hasil penelitian ini didapatkan laju pertumbuhan panjang cangkang berkisar antara 0,05 cm/bulan sampai 0,09 cm/bulan. Panjang cangkang yang banyak ditemukan di lapangan adalah ukuran panjang berkisar antara 1,50 cm sampai 2,50 cm. Ukuran cangkang yang kurang dari 1,50 cm berkisar antara 4,17% - 9,68% dan ukuran cangkang yang lebih dari 2,50 berkisar antara 3,23% - 10,81%. Perbandingan kehadiran jantan dan betina adalah 1 : 1,07

Keyword: Laju pertumbuhan, *Corbicula sumatrana*

PENDAHULUAN

Jenis kerang atau lokan *Corbicula sumatrana* merupakan salah satu hewan bentos yang mendiami dasar perairan yang berlumpur dan berpasir dari danau Singkarak. Jenis kerang ini dipanen oleh masyarakat dalam jumlah banyak yang dimanfaatkan sebagai sumber makanan yang praktis dan juga sebagai sumber protein hewani alternatif. Penduduk di sekitar Danau Singkarak mengenal kerang ini dengan istilah pensi. Selain dijual sebagai pensi yang masih utuh, pensi juga dijual dalam bentuk tanpa cangkang. Pensi dipanen masyarakat dengan ukuran yang bervariasi. Namun

setiap kali pemanenan pensi yang didapat adalah yang berukuran kecil-kecil sedangkan yang berukuran besar sudah jarang didapat.

Pertumbuhan cangkang merupakan pertumbuhan luas daerah mantel. Bagian tertua dari cangkang disebut umbo, yang merupakan pusat pertumbuhan dan dikelilingi oleh garis-garis pertumbuhan. Laju pertumbuhan panjang lokan *Batissa violacea* cenderung naik sampai 3 cm dan tidak akan bertambah lagi panjangnya apabila telah mencapai ukuran 22 cm dimana pada ukuran tersebut laju pertumbuhannya 0.

Sehubungan dengan hal diatas maka perlu dilakukan upaya untuk melestarikan keadaan populasi hewan ini dan mengupayakan cara pembudidayaan sebagai pemanfaatannya dapat berkesinambungan dan dapat meningkatkan perekonomian masyarakat disekitar danau. Untuk dapat membudidayaan pensi ini sebaiknya diketahui aspek-aspek biologi dan ekologi hewan ini. Perlu diketahui karakter morfologi seperti sebaran cangkang dan laju pertumbuhannya sehingga upaya untuk membudidayakannya bisa seoptimal mungkin dengan mengetahui aspek-aspek biologi dan ekologi yang disebutkan di atas. Penelitian yang sama telah dilakukan oleh Dreier dan Tranquilli [1] tentang musim spawning, laju pertumbuhan dan kepadatan populasi dari *C. fluminea*. Spawning dan perkembangan awal dari *C. fluminea* dalam kultur laboratorium telah diteliti oleh King dan Counts [2].

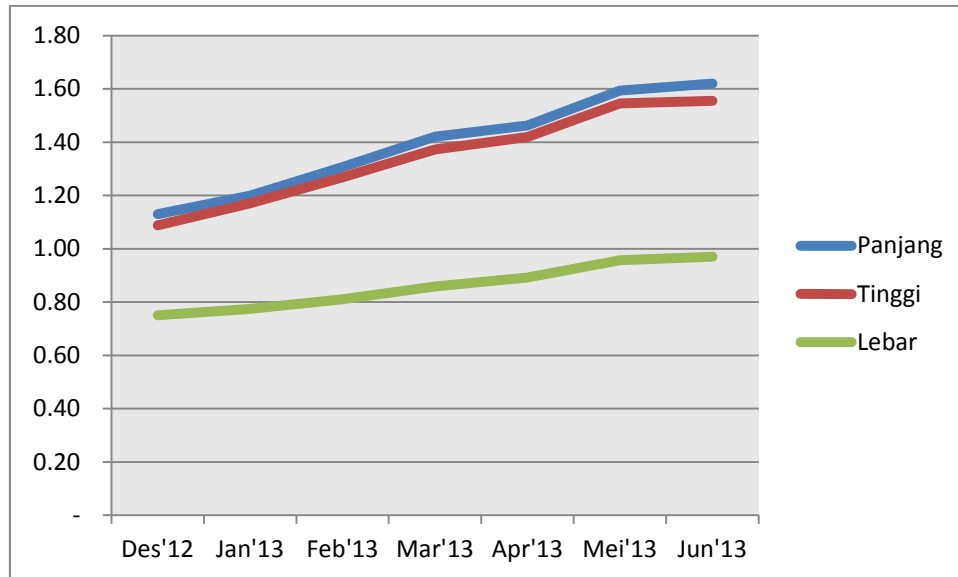
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk waktu satu tahun yaitu pada tahun Desember 2012 - Juli 2013 di danau Singkarak Sumatera Barat, laboratorium Biologi STKIP PGRI, dan Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Universitas Andalas Padang. Pengukuran faktor fisika dan kimia air dilakukan di lapangan. Pengukuran kadar seston, kadar organik substrat dan pengolahan data dilakukan di Laboratorium Biologi STKIP PGRI Sumbar dan laboratorium Ekologi Hewan Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Andalas.

Laju pertumbuhan po-pulasi kerang dianalisis dengan melihat perbedaan antara ukuran cangkang awal dan ukuran cangkang akhir. Pengamatan pertumbuhan cangkang dari individu muda sampai dewasa membutuhkan waktu yang sangat lama yaitu sekitar 8 bulan pengamatan. Pada periode ini dilihat pertumbuhan dan perkembangan shell dan hinge, morfologi shell dan hinge. Penelitian ini dilakukan di lapangan dengan membuat keramba-keramba pemeliharaan di daerah Sumani. Keramba pemeliharaan ini dibuat dengan menggunakan jaring-jaring yang disebar pada satu lokasi sebanyak 5 buah keramba yang ukuran setiap keramba itu adalah 10 x 10 m yang disusun kurang lebih 10 – 20 m jaraknya dari pinggir perairan. Setiap keramba ini dibenamkan ke dasar perairan dan diamati pertambahan ukuran cangkang setiap bulan selama 8 bulan. Disamping melihat laju pertumbuhan cangkang juga dilihat setiap bulannya pada beberapa lokasi sebaran dari panjang cangkang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan penelitian dari bulan Desember 2012 sampai Juli 2013 didapatkan hasil seperti yang terlihat pada Gambar 1 dan Tabel 1 di bawah.



Gambar 1. Rata-rata pertambahan panjang, tinggi dan lebar cangkang *Corbicula sumatrana* Clessin Di Danau Singkarak

Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa pertumbuhan ukuran cangkang selama 8 bulan tidak begitu signifikan atau tidak begitu tampak pertumbuhannya. Hal ini diperkuat dengan pernyataan dari Double, *et.al* [3] bahwa pertumbuhan kerang *Corbicula* akan nyata pada pengamatan 12 -18 bulan. Disamping melihat pertambahan dari ukuran cangkang, pertumbuhan dari kerang ini dapat juga dilihat dari garis pertumbuhannya. Pada ukuran yang kurang dari 10 cm tidak begitu jelas jarak antara satu garis pertumbuhan dengan garis yang lain, sementara pada ukuran panjang cangkang diatas 20 cm jelas jarak antara garis pertumbuhan yang satu dengan yang lain. Menurut Kastoro [4] bahwa pertumbuhannya pada kerang (Pelecypoda) dapat dilihat melalui garis pertumbuhan yang melingkar bentuknya pada kedua cangkang.

Ukuran panjang dan tinggi relative sama. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1 di atas dimana garis pertambahan panjang diikuti oleh garis pertambahan tinggi. Hal ini menandakan bahwa kerang ini merupakan kerang dengan morfologi triangularis (segitiga) dimana panjang dan tinggi relative sama [5]. Sementara lebar dari cangkang tidak jelas penambahannya selama 8 bulan pengamatan. Laju pertumbuhan panjang cangkang 0,07 cm/bulan, laju pertumbuhan tinggi cangkang 0,067 cm/bulan dan laju pertumbuhan lebar cangkang adalah 0,031 cm/bulan.

Tabel 1. Sebaran Panjang Cangkang Kerang Air Tawar *Corbicula sumatrana* Clessin di danau Singkarak

No.	Nilai Tengah	Des'12	Jan'13	Feb'13	Mar'13	Apr'13	Mei'13	Jun'13
1	1,32	4,76	5,56	4,17	9,68	0	25	5,4
2	1,67	42,86	38,89	25	22,58	31,58	30	24,32
3	2,02	19,05	44,44	33,33	38,71	42,1	25	37,84
4	2,37	23,81	5,56	33,33	25,81	10,53	10	21,62
5	2,72	9,52	5,56	4,17	3,23	15,79	10	10,81

Pada Tabel 1 di atas dapat dilihat sebaran panjang cangkang dari kerang yang didapatkan selama penelitian. Sebaran ukuran panjang cangkang dikelompokkan atas 5 kelompok atau kelas. Ukuran cangkang yang didapatkan selama penelitian adalah berkisar antara 1,20 – 2,90 cm. Pada table di bawah ini dapat dilihat bahwa kerang yang paling banyak ditemukan adalah kerang yang berukuran antara 1,50 – 2,50 cm. Sementara ukuran cangkang yang kurang dari 1,50 cm dan lebih dari 2,20 relatif sedikit yaitu yang kurang dari 1,50 sebesar 4,17% - 9,68% dan yang lebih 2,50 cm adalah sebanyak 3,23% - 10,81%.

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan akan melanjutkan penelitian, maka sejauh ini dapat diambil kesimpulan Yaitu : (1) Laju pertumbuhan cangkang berkisar antara 0,05 cm/bulan sampai 0,09 cm/bulan. (2) Panjang cangkang yang banyak ditemukan di lapangan adalah ukuran panjang berkisar antara 1,50 cm sampai 2,50 cm. (3) Ukuran cangkang yang kurang dari 1,50 cm berkisar antara 4,17% - 9,68% dan ukuran cangkang yang lebih dari 2,50 berkisar antara 3,23% - 10,81%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dreier, H. and J. A. Tranquilli. 1981. Reproduction, growth, distribution and abundance of *Corbicula* in an Illinois cooling lake. *Illinois Nat. Hist. Surv. Bull.* 32.
- [2] King, C. A., C. J. Langdon and C. L. Counts, III. 1985. Spawning and early development of *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculacea) in laboratory culture. *American Malacological Bulletin* 4(1):81-88.
- [3] Double, D. D., D. S. Daley and C. S. Abdenethy. 1984. Factor affecting growth and survival of Asiatic clam, *Corbicula*, sp. Under controlled laboratory condition. IN: Proceedings of the American Society of testing and Materials 7th Symposium on aquatic toxicology. ASTM Special Publication No. 854 pp
- [4] Kastoro, W. W. 1992. Beberapa aspek biologi dan ekologi dari jenis-jenis Molusca laut komersial yang diperlukan untuk menunjang usaha budidaya. Proseding Temu karya Ilmiah Potensi Sumber Daya kerang-kerang Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara. Balai Penelitian Budidaya Pantai Maros
- [5] Kira, T. 1975. Shell of the Western Pacific in Color. Hoikusha publishing Co. Ltd. Japan

KEANEKARAGAMAN SPESIES Thrips sp (Thysanoptera:Thripidae) DAN PERSEBARANNYA DI PERTANAMAN CABAI (*Capsicum annum L.*) DI DATARAN RENDAH DAN DATARAN TINGGI PROVINSI JAMBI

SPECIES DIVERSITY OF SP THRIPS (THYSANOPTERA: THRIPIDAE) AND SPREAD OF IN THE CAPSICUM ANNUUM L. IN LOWLAND AND PLATEAU OF PROVINCE JAMBI

Asni Johari^{1*)}, Siti Herlinda²⁾, Chandra Irsan²⁾, Yulia Pujiastuti²⁾ dan Dewi Sartiami³⁾

¹Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, FKIP Universitas Jambi
Jl. Raya Jambi-Muara Bulian KM 15 Jambi 36361

² Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km 32, Ogan Ilir, Indralaya 30662

³ Laboratorium Biosistematik, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Jl. Meranti, Kampus *IPB Darmaga*, Bogor 16680

^{*)}Corresponding author: Telp. +62741583453, Fax. +62741583453,
Email: johari_asni@yahoo.com

ABSTRACT

Thrips is an insect that is polyphagia and becomes pest in chili plants. In Jambi, the damage may reach 40 %. Lack of studies of species diversity of thrips in the chili plantation in Jambi Province. The study was conducted to explore, identify and analyze the species diversity of thrips in the highlands and lowlands of Jambi Province. Identification of thrips species was carried out in the laboratory Biosystematics Department of Plant Protection IPB Bogor. Thrips species survey was conducted in 43 locations in chili plantation at upland and lowland in Jambi Province during August-November 2012. The research found that there were three thrips species in the highlands, i.e. *Thrips parvispinus*, *T. palmi*, which was classified into Thripidae family and one species was from the sub-ordo Tubulifera. Two species in the lowlands were *T. parvispinus* which was classified into Thripidae family and one species was from the sub-ordo Tubulifera. The highest species diversity was found in the highland. The highest abundance of thrips was found in the highland (3741 thrips). *Thrips parvispinus* was found at each survey site and the numbers were dominant. Thrips species diversity in the chili plantation in August-November 2012 in the province of Jambi were relatively in low category.

Keywords: Diversity, thrips, highland and lowland

ABSTRAK

Trips merupakan serangga yang bersifat polifag dan menjadi hama di tanaman cabai. Di Jambi kerusakan yang ditimbulkan dapat mencapai 40%. Penelitian keanekaragaman spesies trips di pertanaman cabai Provinsi Jambi belum ada laporannya. Penelitian dilakukan untuk mengeksplorasi, mengidentifikasi dan menganalisis keanekaragaman spesies trips di dataran tinggi dan dataran rendah Provinsi Jambi. Identifikasi spesies trips dilakukan di laboratorium Biosistematik Departemen Proteksi Tanaman IPB Bogor. Survei spesies trips dilakukan di 43 lokasi pertanaman cabai dataran tinggi dan dataran rendah Provinsi Jambi selama bulan Agustus-November 2012. Hasil penelitian ditemukan tiga spesies trips di dataran tinggi yaitu *Thrips parvispinus*, *T. palmi* yang digolongkan famili Thripidae dan satu spesies dari sub ordo Tubulifera, dan dua spesies di dataran rendah yaitu *T. parvispinus* yang digolongkan famili Thripidae dan satu spesies dari sub ordo Tubulifera. Keanekaragaman spesies tertinggi ditemukan di dataran tinggi. Kelimpahan trips tertinggi ditemukan di dataran tinggi (3741 individu). *T. parvispinus* ditemukan di setiap lokasi survei dan jumlahnya mendominasi. Keanekaragaman spesies trips di pertanaman cabai bulan Agustus-November 2012 di Provinsi Jambi tergolong kategori rendah.

Kata kunci : Keanekaragaman, *Thrips* sp, dataran tinggi dan rendah.

PENDAHULUAN

Trips merupakan hama penting yang menyerang tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.). Serangan trips pada tanaman cabai dan tanaman lainnya cukup tinggi. Di Provinsi Jambi kerusakan oleh trips dapat mencapai 40% [1]. Disamping menimbulkan kerusakan pada tanaman, trips juga dapat berperan sebagai vektor penyakit tanaman. Diketahui ada 0,2% trips yang merupakan vektor virus kelompok Tospovirus [2,3].

Lebih dari 5000 spesies trips yang telah diketahui. Dari jumlah tersebut, kelompok Thripidae banyak merugikan tanaman pertanian. Kelompok Thripidae merupakan hama penting tanaman pertanian yang dapat mengakibatkan kehilangan hasil panen yang serius [4]. Di Indonesia, *T. parvispinus* merupakan spesies yang paling banyak ditemukan. Spesies *T. parvispinus* yang paling dominan ditemukan merugikan tanaman pertanian [5]. *T. parvispinus* menjadi kendala utama budidaya cabai di pulau Jawa [6,7]. *T. parvispinus* merupakan hama yang paling merusak [5]. Hasil penelitian Prabaningrum [8] juga menemukan pada tanaman paprika di kabupaten Bandung, Jawa Barat hanya *T. parvispinus*.

Dari beberapa referensi di atas, dapat diketahui ada beberapa spesies trips yang menjadi hama pada tanaman cabai. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi, mengidentifikasi dan menganalisis keanekaragaman trips yang menyerang tanaman cabai di dataran rendah dan di dataran tinggi Provinsi Jambi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang keanekaragaman spesies trips yang ada di pertanaman cabai di dataran tinggi dan di dataran rendah Provinsi Jambi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan bulan Agustus-November 2012 di pertanaman cabai dataran rendah dan dataran tinggi Provinsi Jambi (Tabel 1). Ketinggian daerah dataran rendah 1 – 200 m di atas permukaan laut (mdpl) dan 800 – 1.750 mdpl di dataran tinggi dengan suhu rata-rata 27°C di dataran rendah dan 22°C di dataran tinggi. Kelembaban nisbi udara di dataran tinggi berkisar antara 60–98% dan di dataran rendah 58–95%. Penelitian ini menggunakan metode survei. Survei dilakukan di pertanaman cabai di dataran rendah dan dataran tinggi Provinsi Jambi.

2.1. Pengamatan Keanekaragaman dan Persebaran Spesies Trips

2.1.1. Eksplorasi Trips

Eksplorasi trips dilakukan melalui survei di pertanaman cabai di dataran tinggi dan dataran rendah Provinsi Jambi. Imago trips dikumpulkan dari 150 tanaman cabai pada masing-masing lokasi [9]. Imago trips yang diperoleh dimasukkan ke dalam wadah plastik volume 50 ml. Selanjutnya trips dikoleksi dalam alkohol 70% untuk identifikasi. Imago trips yang dikoleksi sebagian dibuat *slide* mikroskopis. Selanjutnya slide tersebut digunakan untuk mengidentifikasi spesiesnya.

2.1.2. Identifikasi Trips

Tahap awal identifikasi, trips yang sudah dikoleksi dikelompokkan berdasarkan kesamaan morfologi dengan menggunakan mikroskop binokuler stereo. Selanjutnya identifikasi dilakukan dengan mengamati perbedaan dan persamaan rumbai sayap, antena, oseli, warna, dan bagian-bagian penting lainnya dengan menggunakan mikroskop binokuler compound merek Olympus. Identifikasi dilakukan dengan menggunakan kunci identifikasi yang dibuat oleh Palmer *et al.* [10]; Mound dan Kibby [11]; Moritz *et al.* [12]; dan Mound [13].

Identifikasi dilakukan di laboratorium Biosistemik Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian IPB Bogor.

Tabel 1. Lokasi survei dan ketinggiannya di dataran rendah dan dataran tinggi Provinsi Jambi bulan Agustus-November 2012

Kabupaten/Kota	Nama daerah	Ketinggian tempat (mdpl)	
Dataran Rendah			
Jambi	Lingkar selatan II	31	
	Lingkar selatan III	33	
	Lingkar selatan I	34	
	Palmerah lama	40	
	Simpang gereja	53	
	Simpang ahock	54	
	Jerambah bolong	54	
	Kenali asam bawah	56	
	Pal 10	64	
	Muara Bungo	Bungo	75
	Muaro Jambi	Ramin	26
	Tanjung Jabung Barat	Serdang jaya	8
		Betara	20
Muntialo		21	
Terjun gajah		29	
Terjun jaya		29	
Pematang lumut		39	
Tanjung Jabung Timur		Koto baru	14
	Simpang koto baru	14	
Dataran Tinggi			
Kerinci	Sungai minyak	883	
	Siulak deras mudik	1.028	
	Sungai betung mudik	1.068	
	Ujung ladang	1.184	
	Renah pemetik	1.239	
	Lubuk tabun	1.245	
	Pasir jaya	1.255	
	Renah pesugin	1.255	
	Gunung talang	1.256	
	Sungai duren	1.258	
	Sungai kuning	1.262	
	Sungai tendai	1.400	
	Pesisir bukit	1.416	
	Harapan jaya	1.445	
	Koto panjang	1.446	
	Koto periang	1.446	
	Tangkil	1.471	
	Pauh tinggi	1.476	
	Sungai dalam	1.507	
	Lindung jaya	1.510	
	Kersik tuo	1.535	
	Giri mulyo	1.584	
	Sungai kering	1.584	
Kebun baru	1.711		

Keterangan: Ketinggian diukur dengan menggunakan GPSMAP 60CSx

2.1.3. Persebaran Trips

Untuk mengetahui persebaran spesies trips di pertanaman cabai dilakukan dengan metode survei. Survei dilakukan dengan mengumpulkan imago trips dari 150 tanaman cabai di masing-masing lokasi [9]. Pengamatan trips dilakukan langsung secara visual di pertanaman cabai. Pada saat survei dilakukan, dicatat keadaan iklim di sekitar pertanaman cabai seperti suhu, kelembaban, curah hujan. Disamping itu juga dicatat informasi penggunaan pestisida.

Imago trips yang diperoleh dimasukkan ke dalam wadah volume 50 ml berisi alkohol 70%. Sebagian trips yang dikoleksi dibuat *slide* mikroskopis. Identifikasi dilakukan dengan pengamatan *slide* mikroskopik ini di bawah mikroskop binokuler compound. Sebelum melakukan identifikasi, trips yang sudah dikoleksi terlebih dahulu dikelompokkan berdasarkan kesamaan morfologinya menggunakan mikroskop binokuler stereo. Selanjutnya identifikasi dilakukan dengan mengamati morfologi trips yaitu rumbai sayap, antena, oseli, warna, dan bagian-bagian penting lainnya dengan menggunakan mikroskop binokuler compound. Identifikasi dilakukan dengan menggunakan kunci identifikasi yang dibuat oleh Palmer *et al.* [10]; Mound dan Kibby [11]; Moritz *et al.* [12]; dan Mound [13].

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Keanekaragaman Spesies dan Persebaran Trips

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah spesies trips yang ditemukan di dataran rendah dan di dataran tinggi selama bulan Agustus–November 2012 berbeda. Selama bulan Agustus–November 2012, trips yang ditemukan di dataran rendah dua spesies yaitu *T. parvispinus* dan satu spesies dari anggota kelompok sub ordo Tubulifera. Di dataran tinggi ditemukan tiga spesies yaitu *T. parvispinus*, *T. palmi*, dan satu spesies dari anggota kelompok sub ordo Tubulifera (Tabel 2).

Tabel 2. Spesies trips pada tanaman cabai di dataran tinggi dan di dataran rendah Provinsi Jambi bulan Juli–November 2012

Famili	Spesies	D. tinggi	D. rendah	Ketinggian tempat (mdpl)
Thripidae	<i>Thrips palmi</i>	+	-	1.184, 1.255, 1.400, 1.445, 1.471, 1.476, 1.510, 1.535, 1.711
	<i>Thrips parvispinus</i>	+++	+++	8, 14, 20, 21, 26, 29, 31, 33, 34, 39, 40, 53, 54, 56, 64, 75, 883, 1.028, 1.068, 1.184, 1.239, 1.245, 1.255, 1.256, 1.258, 1.262, 1.400, 1.416, 1.445, 1.446, 1.471, 1.476, 1.507, 1.510, 1.535, 1.584, 1.711
Sub ordo Tubulifera		++	++	31, 33, 34, 40, 56, 64, 1.068, 1.184, 1.256, 1.400, 1.445, 1.471, 1.476, 1.510, 1.535, 1.711

Keterangan: +++ = banyak ditemukan, ++ = sedang, + = sedikit, - = tidak ditemukan

Pada Tabel di atas menunjukkan bahwa *T. parvispinus* ditemukan pada setiap lokasi survei, baik di dataran tinggi maupun di dataran rendah. Kelimpahan *T. parvispinus* yang ditemukan pada kedua dataran tersebut mendominasi. *T. palmi* ditemukan pada dataran tinggi dan tidak ditemukan pada dataran rendah.

Keanekaragaman spesies trips selama bulan Agustus–November 2012 di setiap lokasi survei di dataran rendah dan dataran tinggi tergolong kategori rendah ($H' < 1$) (Tabel 3). Spesies *T. parvispinus* banyak ditemukan pada kedua dataran

tersebut dengan indeks keanekaragaman spesies (H'), indeks dominasi spesies (d), dan indeks pemerataan spesies (E) disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Keanekaragaman spesies trips di berbagai lokasi di dataran rendah dan di dataran tinggi Provinsi Jambi bulan Agustus-November 2012

Lokasi	Karakteristik/Pengamatan				
	JI	JS	H'	d	E
Dataran rendah					
Simpang ahock	121	1	0.00	1.00	0.00
Paal 10	280	2	0.04	0.99	0.06
Kenali Asam Bawah	234	2	0.05	0.99	0.07
Jerambah Bolong	75	1	0.00	1.00	0.00
Simpang Gereja	32	1	0.00	1.00	0.00
Pal Merah Lama	384	2	0.05	0.99	0.07
Lingkar Selatan 1	289	2	0.06	0.99	0.08
Lingkar Selatan 2	479	2	0.03	1.00	0.04
Lingkar Selatan 3	488	2	0.03	1.00	0.04
Ramin	58	1	0.00	1.00	0.00
Koto Baru	18	1	0.00	1.00	0.00
Simpang K Baru	34	1	0.00	1.00	0.00
Bungo	98	1	0.00	1.00	0.00
Muntialo	31	1	0.00	1.00	0.00
Serdang Jaya	33	1	0.00	1.00	0.00
Terjun Gajah	27	1	0.00	1.00	0.00
Terjun Jaya	42	1	0.00	1.00	0.00
Betara	36	1	0.00	1.00	0.00
Pematang Lumut	119	1	0.00	1.00	0.00
Dataran tinggi					
Kersik-Tuo	633	3	0.09	0.98	0.08
Peuh Tinggi	150	3	0.24	0.95	0.22
Harapan Jaya	121	3	0.23	0.95	0.21
Pesisir Bukit	127	1	0.00	1.00	0.00
Ujung Ladang	274	3	0.12	0.98	0.11
Giri Mulyo	156	1	0.00	1.00	0.00
Kebun Baru	198	3	0.19	0.96	0.17
S.B. Mudik	124	2	0.08	0.98	0.12
Tangkil	150	3	0.27	0.94	0.24
Koto Periang 1	195	1	0.00	1.00	0.00
S. Kering	160	1	0.00	1.00	0.00
Lindung Jaya	144	3	0.29	0.93	0.26
S. Tendai	43	3	0.37	0.91	0.34
Koto Panjang	140	1	0.00	1.00	0.00
Siulak Deras Mudik	33	1	0.00	1.00	0.00
S. Dalam	114	1	0.00	1.00	0.00
Lubuk Tabun	126	1	0.00	1.00	0.00
Sungai Duren	213	1	0.00	1.00	0.00
Sungai Kuning	118	1	0.00	1.00	0.00
Renah Pesugin	11	1	0.00	1.00	0.00
Sungai Minyak	145	1	0.00	1.00	0.00
Gunung Talang	161	2	0.07	0.99	0.10
Renan Pemetik	62	1	0.00	1.00	0.00
Pasir Jaya	143	2	0.17	0.96	0.25

Keterangan:

JI = Jumlah Individu/150 tanaman, JS = Jumlah Spesies, H' = Indeks Shannon, d = Indeks Dominasi E = Indeks Kemerataan

Tabel 4. Keanekaragaman spesies trips di dataran tinggi dan di dataran rendah Provinsi Jambi selama bulan Agustus-November 2012

Karakteristik/Pengamatan	Dataran Tinggi	Dataran Rendah
Kelimpahan	3741	2878
Jumlah spesies	3	2
Indeks Shannon ('H)	0,106	0,031
Indeks dominasi (d)	0,981	0,995
Indeks pemerataan (E)	0,096	0,044

Tabel 3 menunjukkan bahwa kelimpahan spesies tiap lokasi bervariasi. Kelimpahan spesies yang paling rendah terdapat pada lokasi Renah Pesugin (11 individu) dan Kotobaru (18 individu), sementara kelimpahan paling tinggi terdapat pada lokasi Kersik Tuo (633 individu) dan Lingkar Selatan 3 (488 individu). Variasi kelimpahan ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain umur tanaman. Umur tanaman cabai yang ditemukan saat survei dilakukan bervariasi. Umur tanaman menentukan fase berbunga dan jumlah bunga tanaman. Survei yang dilakukan pada tanaman cabai sedang berbunga penuh akan mendapatkan kelimpahan trips yang lebih tinggi.

Disamping umur tanaman, penggunaan pestisida dapat mempengaruhi kelimpahan populasi trips. Survei yang dilakukan di tanaman cabai yang baru disemprot dengan insektisida, akan memperoleh jumlah trips yang sedikit. Insektisida dapat membunuh trips sehingga populasinya berkurang. Penggunaan insektisida menurunkan kelimpahan populasi trips [14].

Pada Tabel 4 ditunjukkan bahwa keanekaragaman di dataran rendah dan di dataran tinggi tergolong kategori rendah dengan adanya dominasi yang tinggi. Keanekaragaman suatu spesies sangat bergantung pada keberadaan sumberdaya yang tersedia.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kelimpahan serangga, sehingga satu spesies serangga dapat bervariasi antar wilayah berbeda. Faktor tersebut yaitu suhu, iklim dan vegetasi. Kelimpahan spesies dipengaruhi oleh perbedaan suhu, iklim, kondisi geografis, dan vegetasi yang ada di wilayah itu [15,16].

3.2. Persebaran Trips di Pertanaman Cabai

Hasil penelitian diketahui bahwa *T. palmi* ditemukan di semua wilayah survei di dataran tinggi. Pada pertanaman cabai di dataran rendah tidak ditemukan *T. palmi* pada ketinggian kurang dari 100 mdpl. Akan tetapi, pada tumbuhan inang di sekitar pertanaman cabai di dataran tinggi dan di dataran rendah ditemukan *T. palmi*. Hal ini diduga ada kaitannya dengan kompetisi antar spesies dan adanya faktor dominasi yang tinggi dalam pencarian tumbuhan inang di dataran rendah.

SIMPULAN DAN SARAN

4.1. Simpulan

Dari hasil temuan dapat disimpulkan bahwa (1) bulan Agustus–November 2012 di dataran rendah wilayah Jambi ditemukan dua spesies trips yang dikelompokkan kedalam famili Thripidae dan satu dari anggota sub ordo Tubulifera. Di dataran tinggi ditemukan tiga spesies yang digolongkan famili Thripidae dan satu dari anggota sub ordo Tubulifera, (3) keanekaragaman spesies trips di dataran rendah dan dataran tinggi Provinsi Jambi tergolong kategori rendah, (4) *T. parvispinus* ditemukan di setiap lokasi penelitian baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi dengan jumlah individu mendominasi.

4.2. Saran

Mengingat telah diketahui keanekaragaman spesies dan persebaran trips di wilayah Jambi, maka perlu penelitian lanjutan tentang pengendalian trips yang tepat terutama pengendalian hayati trips khas lokal dataran rendah dan dataran tinggi Provinsi Jambi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinas Pertanian Tanaman Pangan. 2010. Data Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura. Provinsi Jambi.p. 78-88.
- [2] Ullman DE, German TL, Sherwood JL, & Westcot DM 1995. Thrips transmission of tospoviruses: Future possibilities for management. *In* B.L. Parker, M. Skinner and T. Lewis. Thrips Biology and Management. p.3-16. NATO ASI Series. Series A: Life Sciences Vol 276. Plenum Press, New York.
- [3] Marullo R. and L. Mound. 2002. Thrips and Tospovirus. Proceedings of the international symposium on Thysanoptera. Australian national insect collection. Canberra. p.391.
- [4] Lewis T. 1997. Thrips as Crop Pests. CAB International. International University Press. p.15-65.
- [5] Talekar NS. 1991. Thrips in Southeast Asia. Proc. Regional Consultation Workshop Bangkok, Thailand, 13 March 1991. AVRDC, Taiwan, ROC. p 61-67.
- [6] Vos JGM, S Sastrosiswojo TS. Uhan, dan Setiawati. 1991. Thrips on hot pepper in Java, Indonesia. *In*: N.S. Talekar. Thrips in Southeast Asia.p.18-28. Proc. Regional consultation workshop. Bangkok, Thailand, 13 March 1991. AVRDC, Taiwan, ROC.
- [7] Vos JGM. 1994. Integrated Crop Management of Hot Pepper (*Capsicum spp.*) In Tropical Lowlands. Wageningen Agricultural University, The Netherlands. P 188.
- [8] Prabaningrum L. dan Yayuk R Suhardjono. 2007. Identifikasi spesies thrips (Thysanoptera) pada tanaman paprika (*Capsicum annum* var. Grossum) di Kabupaten Jawa Barat. *Jurnal Hortikultura* 17(3):270-276.
- [9] Khan I., Din S, Khalil SK, Rafi MA. 2006. Survey of predatory coccinellids (Coleoptera:Coccinellidae) in the Chitral, District, Pakistan. *Journal of Insect Science* 7 (7):13-21.
- [10] Palmer JM, L Mound and GJ du Heaume. 1989. CIE guides to insect of importance to man 2.Thysanoptera. C.R. Betts. CAB International Inst. British Museum Natural History p.72.
- [11] Mound LA & Kibby G. 1998. Thysanoptera. An Identification Guide. CSIRO Entomology, Canberra Australia; Natural Hystory Museum, London, UK. CAB International.
- [12] Moritz G, D Morris, and L Mound. 2001. Thrips ID. Pest Thrips of the world. An interactive identification and information system.CSIRO Publishing Canberra.
- [13] Mound L. 2006. Thysanoptera Biology and Identification. CSIRO Entomology Canberra Australia.
- [14] Funderburk J. 2002. Ecology of Thrips. Proceeding Of the 7 th International Simposium on Thysanoptera 121.
- [15] Romoser WS. 1973. The Science of Entomology. New York: Mac-Millan Publishing.
- [16] Speight MR, Hunter MD, Watt AD. 1999. Ecology of insects-concepts and applications. London: Blackwell Science Ltd.

PERTUMBUHAN GENOTIP PADI SAWAH LOKAL PADA BEBERAPA DAERAH DI SUMATERA BARAT

GROWTH OF LOCAL GENOTYPES RICE FIELD IN SOME LOCATIONS IN WEST SUMATERA

Azwir Anhar, Syaidah Fitri

Biology Department, Padang State University, Padang
anharazwir@yahoo.com

ABSTRACT

Growth of genotype local rice field studies have been conducted in some locations in West Sumatra from March to November 2012. Seven local rice field genotypes are Ciredek, Anak Daro, Randah Putih, Cantiak Manih, Mundam, Bakwan and Sarai Sarumpun planted in four locations in West Sumatra. Planting location were Solok, Bukittinggi, Padang Pariaman and Pesisir Selatan. The randomized block design with four replications was used in each location. Plant height and biomass observed at 21 and 51 days after transplanting. Data obtained were analyzed by ANOVA and further testing with DNMRT at 5% level. The results showed there was interaction between genotype and location on the plant height. The lowest plant height at 21 days after transplanting was found in Sarai Sarumpun grown in Bukittinggi and at 51 days after transplanting was found in Mundam in Bukittinggi. In contrast the highest plant height was found in Sarai Sarumpun grown in the Pesisir Selatan. There was no interaction between genotype and planting location on biomass at 21 and 51 days after transplanting. The highest biomass was obtained on Ciredek and the lowest in Sarai Sarumpun. The lowest biomass was found in Bukittinggi and the highest in the Pesisir Selatan.

Key words: growth, local, rice, genotype, west sumatera

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pertumbuhan genotip padi sawah lokal pada beberapa lokasi tanam di Sumatera Barat. Penelitian dilakukan dari Maret sampai November 2012 dengan cara menanam tujuh genotip lokal padi sawah Sumatera Barat pada empat lokasi tanam. Genotip yang diteliti yaitu Ciredek, Anak Daro, Randah Putih, Cantiak Manih, Mundam, Bakwan dan Sarai Sarumpun. Lokasi penanaman yaitu di daerah Solok, Bukittinggi, Padang Pariaman dan Pesisir Selatan. Pada setiap lokasi tanam digunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 4 ulangan. Parameter pertumbuhan yang diamati adalah tinggi dan biomasa tanaman. Data yang diperoleh diolah dengan ANOVA dan uji lanjut dengan DNMRT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan interaksi antara genotip dan lokasi terhadap tinggi tanaman. Tinggi tanaman terendah pada umur 21 hari ditemukan pada genotip Sarai Sarumpun yang ditanam di Bukittinggi dan pada umur 51 hari ditemukan pada Mundam di Bukittinggi. Sebaliknya, tinggi tanaman tertinggi pada umur 21 dan 51 hari ditemukan pada Sarai Sarumpun yang ditanam di pesisir Selatan. Tidak ada interaksi antara genotip dan lokasi tanam terhadap biomasa tanaman pada umur 21 maupun umur 51 hari. Biomasa tertinggi diperoleh pada genotip ceredek dan terendah pada Sarai Sarumpun. Berdasarkan lokasi tanam, biomasa terendah ditemukan di Bukittinggi dan tertinggi di Pesisir Selatan.

Kata kunci : pertumbuhan, genotip, lokal, padi sawah, Sumatera Barat.

PENDAHULUAN

Beras merupakan komoditi utama untuk memenuhi kebutuhan makan pokok hampir seluruh penduduk Indonesia. Permintaan terhadap beras akan selalu meningkat meskipun laju pertumbuhan penduduk menurun dari 1,49 % pada periode 2000-2010 [1] menjadi 1,38 % pada periode 2010-2015 (2). Hal tersebut disebabkan, secara mutlak jumlah penduduk Indonesia akan terus meningkat dari 238.518.800 pada tahun 2010 menjadi 255.461.000 pada tahun 2015 [2]. Kondisi tersebut mengakibatkan kebutuhan terhadap beras juga akan meningkat. Oleh sebab itu, pemanfaatan teknologi dalam budidaya tanaman padi masih merupakan pilihan utama untuk memenuhi kebutuhan beras dalam negeri.

Salah satu komponen dalam teknologi budidaya tanaman padi adalah penggunaan varitas unggul yang mempunyai potensi hasil tinggi. Antara tahun 1971 sampai 1986 telah dilepas 62 varietas padi unggul hasil introduksi dari luar negeri maupun hasil persilangan yang dilakukan pemulia tanaman di tanah air [3]. Pada periode 1960 sampai tahun 2000, sudah dilepas lebih dari 90 varitas unggul padi [4]. Pada tahun 2011 saja, sudah dilepas 16 varitas unggul baru [5]. Kondisi tersebut mengakibatkan keberadaan varitas lokal makin terdesak. Luas lahan berkurang yang ditanami dengan varitas lokal terus menurun. Luas areal penanaman varitas unggul dalam kurun waktu 1972 sampai 1979 berkurang dari 42 % menjadi 30 %. Persentase luas lahan varitas lokal pada tahun 1986 diperkirakan kurang dari 20% [6].

Meskipun luas lahan yang ditanami dengan varitas lokal berkurang dalam jumlah besar, namun di daerah tertentu varitas lokal masih dominan di tanam petani. Gambaran tersebut diketahui dari ketersediaan beras yang berasal dari varitas lokal. di Kabupaten Solok Sumatera Barat 25 varitas lokal masih dibudidayakan oleh petani setempat [7]

Kelesatrian varitas lokal disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya rasa nasi yang cocok dengan selera masyarakat dan harga jual yang lebih tinggi [7]. Pada umumnya konsumen beras di Indonesia menyukai struktur nasi agak lunak (pulen) dengan kadar amylosa 20-24% [8]. Sebaliknya, konsumen di Medan Makasar, justru menyukai beras dengan nasi agak keras [9]. Penduduk Sumatera Barat menyukai beras dengan tekstur pera atau dengan kandungan amilosa besar dari 24 % [10]. Sementara varitas unggul baru yang dilepas pemerintah pada umumnya mempunyai struktur nasi pera. Enam belas varitas unggul baru (VUB) yang dilepas pemerintah pada tahun 2011, semuanya memiliki tekstur nasi pulen [5]. Hal tersebut mengakibatkan varitas unggul baru tidak banyak diadopsi oleh petani di Sumatera Barat [10].

Varitas unggul mempunyai potensi hasil yang tinggi, meskipun demikian beberapa varitas lokal juga mampu menandingi varitas unggul. Varitas lokal Ceredek Putih asal Tanjung Balik Solok mampu menghasilkan gabah 4,8 ton/ha [11]. Hasil tersebut lebih tinggi dibanding varitas unggul baru. Batang Piaman yang ditanam di Karang Endah Barat Lampung hanya menghasilkan gabah 4,19 t/ha [12]. Oleh sebab itu, beberapa varitas lokal masih populer di Sumatera Barat. Varietas lokal seperti Ciredek, Anak Daro, Kuriak Kusuik, Irkasuma, Silih Baganti, Mundam dan Seribu gantang, masih banyak ditanam petani di lahannya [13]. Kuriak Kusuik adalah varitas lokal yang dominan ditanam petani di Bukittinggi. Mundam mendominasi lahan sawah petani di Padang Pariaman, sedangkan Anak Daro dan Ceredek lebih banyak ditanam di daerah Solok [14].

Pertumbuhan tanaman pada dasarnya dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Penampilan suatu gen dipengaruhi oleh lingkungan. Interaksi genetik dengan lingkungan menunjukkan adanya tanggapan genotip yang diuji pada lingkungan yang berbeda. Interaksi

ini terjadi karena perbedaan kemampuan genetik dalam memanfaatkan pengaruh lokasi yang berlainan [15]. Hal tersebut mengakibatkan hasil tanaman tidak konsisten di setiap lingkungan. Sebaliknya, varietas yang genetisnya stabil tidak banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Oleh sebab itu, varietas tersebut bisa ditanam pada berbagai lingkungan.

Galur atau varietas dikatakan stabil bila mempunyai keragaman yang kecil jika ditanam pada kondisi lingkungan yang berbeda atau memiliki keragaman yang tetap pada berbagai lingkungan [16]. Varietas yang stabil akan memberikan respon pertumbuhan yang relatif sama meskipun lingkungannya berbeda. Untuk memperluas sebaran daerah budidaya varietas padi lokal di Sumatera Barat, maka telah dilakukan penelitian untuk mengetahui respon pertumbuhannya terhadap empat lokasi tanam di sentra produksi padi sawah Sumatera Barat.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Selayo (Solok), Biaro (Bukittinggi), Lubuk Alung (Padang Pariaman) dan Siguntur (Pesisir Selatan). Penelitian dirancang dengan Rancangan Acak Kelompok pada masing-masing lokasi dengan 7 varietas dan tiga kali ulangan. Varietas padi yang diuji adalah Ciredek, Anak Daro, Randah Putih, Cantiak Manih, Mundam, akwan dan Sarai Sarumpun. Pelumpuran tempat persemaian dilakukan 15 hari sebelum benih disemai. Sebelum benih ditabur, persemaian diberi pupuk urea 10 g/ meter persegi.

Pengolahan tanah dilakukan tiga kali. Setelah pengolahan pertama, lahan digenangi dengan air guna mempercepat proses pelapukan sisa tanam, menghindari hilangnya nitrogen dan untuk melunakkan bongkahan tanah [17]. Setelah satu minggu, dilakukan pengolahan kedua. Sehari sebelum pengolahan ke tiga dibuat petakan berukuran 3 x 3 m. Bibit berumur 21 hari, dipindahkan ke petakan percobaan 3 batang per titik tanam dengan jarak tanam 25 x 25 cm. Pupuk Urea, TSP, dan KCl diberikan dengan takaran berturut-turut 200, 100 dan 100 kg/Ha. Pupuk urea diberikan tiga kali yaitu saat tanam, umur 21 hari dan umur 51 hari setelah tanam. Pupuk TSP dan KCl diberikan seluruhnya pada saat tanam. Pemeliharaan dilakukan sebagaimana yang dilakukan dalam budidaya tanaman padi. Pengamatan tinggi tanaman dan biomassa dan tinggi tanaman pada umur 21 dan 51 hari setelah tanam. Data iklim khususnya temperatur di ukur dengan termometer air raksa. Data curah hujan di dapatkan dari stasiun meteorology terdekat. Analisis dilakukan dengan analisis varian dan uji lanjut dilakukan dengan Duncan New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5% [18].

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Lingkungan Penelitian

Berdasarkan data yang didapatkan dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) di daerah Sicincin, jumlah curah hujan tertinggi ditemukan di Pesisir Selatan, Pariaman, Solok dan Bukittinggi. Rata-rata jumlah hari hujan tertinggi ditemukan di Bukittinggi, Pariaman, Solok dan Pesisir Selatan. Perbedaan ketinggian pada lokasi penelitian juga cukup besar khususnya antara Padang Pariaman (Lubuk Alung) dan Pesisir Selatan (Siguntur) dengan Solok (Koto Baru) dan Agam (Biaro). Perbedaan ini memberikan dampak terhadap suhu minimum dan maksimum. Suhu rata-rata di Solok dan Agam relatif lebih rendah dibanding dengan Padang Pariaman dan Pesisir Selatan. (Tabel 1).

Tabel 1. Kondisi iklim di lokasi penelitian

Kondisi	Lokasi			
	Solok	P. Pariaman	Bukittinggi	Pesisir Selatan
Temperatur minimum (°C)	21	24	20	25
Temperatur maksimum (°C)	31	34	30	35
Temperatur rata-rata pagi (°C)	24	26	23	27
Temperatur rata-rata siang (°C)	28	31	29	32
Temperatur rata-rata malam (°C)	23	26	24	25
Curah hujan rata-rata (mm/bulan)	190,6	254,6	137,8	275,4
Hari hujan rata-rata perbulan	12	13	16	12

3.2 Tinggi Tanaman 21 HST

Interaksi antara varietas dan lokasi lokasi mempengaruhi tinggi tanaman secara signifikan. Tinggi tanaman tertinggi diperoleh pada varietas Sarai Sarumpun (67,80 cm), Cantiak Manih dan Mundam yang ditanam di Pesisir Selatan. Meskipun demikian, ketiga varietas menghasilkan tinggi tanaman yang berbeda tidak nyata pada lokasitanam Pesisir Selatan. Sarai Sarumpun bukan hanya varietas dengan tinggi tanaman tertinggi, tetapi juga merupakan varietas yang memberikan tinggi tanaman terendah (30,6 cm) jika ditanam di Bukittinggi. Tinggi tanaman Mundam dan Sarai sarumpun di Bukittinggi berbeda tidak nyata. Secara umum terlihat bahwa Peisir Selatan menghasilkan tinggi tanaman tertinggi untuk semua varietas yang diuji. Sebaliknya, lokasi tanaman Bukittinggi memberikan tinggi tanaman terendah. Tinggi tanaman tujuh varietas pada empat lokasi tanam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman (cm) dan interaksi perlakuan terhadap tujuh padi sawah varietas lokal umur 21 HST pada empat lokasi tanam di Sumatera Barat.

Varietas	Lokasi			
	Solok	Agam	Padang Pariaman	Pesisir Selatan
Ciredek	58,20 rst	34,40 cde	45,30 hij	61,00 uv
Anak Daro	54,40 p	35,40 defg	46,80 jkl	60,00 stu
Randah Putih	63,40 wx	34,40 cd	55,00 pq	61,50 uvw
Cantiak Manih	58,10 rs	33,10 bc	44,40 hi	67,60 zz'
Mundam	51,60 n	31,40 ab	45,80 hijk	66,70 z
Bakwan	41,90bcd	34,70 cdef	49,30 m	64,60 xy
Sarai Sarumpun	57,60 r	30,60 a	44,00 h	67,80 zz'z''

Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

3.3 Tinggi Tanaman 51 HST

Interaksi varietas dan lokasi tanam ternyata juga mempengaruhi tinggi tanaman pada umur 51 hari setelah tanam secara signifikan. Sama seperti pengamatan tinggi tanaman pada umur 21 hari, varietas Sarai Sarumpun (103,4 cm) yang ditanam di Pesisir Selatan memberikan tinggi tanaman tertinggi. Tinggi tanaman tertinggi setelah Sarai Sarumpun diikuti oleh varietas cantiak Manih dan Mundam yang yang ditanam pada lokasi yang sama di Pesisir Selatan. Namun demikian, ketiga varietas tersebut menghasilkan tinggi tanaman yang berbeda

tidak nyata. Tinggi tanaman terendah diperoleh pada varietas Mundam (51,40) yang ditanam di Bukittinggi seperti terlihat pada Tabel 3.

Tinggi tanaman merupakan salah satu indikator pertumbuhan. Pertumbuhan tanaman merupakan fungsi genotip dan lingkungan [19]. Dengan demikian, pertumbuhan tanaman bukan hanya dipengaruhi oleh faktor genetik saja, tetapi juga dipengaruhi oleh lingkungan. Interaksi antara varietas dan lingkungan menunjukkan bahwa ketujuh varietas yang ditanam tergolong mempunyai genotip yang tidak stabil. stabilitas adalah kemampuan tanaman untuk tetap menunjukkan pertumbuhan perkembangbiakan yang baik dalam lingkungan yang bervariasi [20]. Stabilitas hasil merupakan karakter yang diwariskan melalui daya sanga populasi yang secara genetik heterogen. Fluktuasi hasil akibat perubahan faktor lingkungan berkaitan erat dengan mekanisme stabilitas penampilan tanaman [21]. Hal tersebut diketahui dari perbedaan tinggi tanaman pada lokasi tanam yang berbeda. Bahkan varietas Ciredek dan Anak Daro yang berasal dari Solok justru memberikan tinggi tanaman tertinggi jika di tanam di Pesisir Selatan. Hal yang sama juga ditemukan pada varietas Cantiak Manih dan Randah Putih yang merupakan varietas lokal Bukittinggi justru menghasilkan tinggi tanaman tertinggi di Pesisir Selatan. Mundam yang berasal dari Padang Pariaman juga memberikan tinggi tanaman hasil yang sama dengan lokasi Pesisir selatan.

Tabel 3. Tinggi tanaman (cm) varietas lokal padi sawah umur 51 HST pada empat lokasi tanam di Sumatera Barat.

Varietas	Lokasi			
	Solok	Agam	Padang Pariaman	Pesisir Selatan
Ciredek	83,10 nopq	63,30 cdef	81,90 lmnop	94,00 x
Anak Daro	75,30 ij	61,80 cd	89,70 vw	95,60 xy
Randah Putih	78,70 kl	63,80 cdefg	84,1 nopqr	84,90 opqrstu
Cantiak Manih	73,40 i	55,10 b	80,90 lmn	99,30 zz'
Mundam	77,00 jk	51,40 a	81,70 lmno	97,80 yz
Bakwan	79,10 klm	63,10 cde	84,80 opqrst	84,50 opqrs
Sarai Sarumpun	69,10 h	61,20 c	87,70 stuv	103,40 z''

Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

3.4 Biomassa 21 Hari

Biomassa tanaman di pengaruhi oleh jenis varietas dan lokasi. Meskipun demikian, interaksi antara varietas dan lokasi tidak mempengaruhi biomassa tanaman secara nyata. Biomassa varietas tertinggi ditemukan pada varietas Ciredek (8,65 g) dan terendah pada varietas Sarai Serumpun (5,89 g). Lima varietas lainnya memberikan hasil yang berbeda dibanding dengan dua varietas tersebut. Empat dari lima varietas menghasilkan biomassa yang sama yaitu Anak Daro, Randah putih, Cantiak Manih dan Bakwan. Keempat lokasi tanam mempengaruhi biomassa secara signifikan. Biomassa tertinggi ditemukan di Lokasi tanam Pesisir Selatan, kemudian diikuti oleh Solok, Padang Pariaman dan Bukittinggi. Biomassa ketujuh varietas pada empat lokasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Biomassa tujuh varietas lokal padi sawah umur 21 hari pada empat lokasi tanam di Sumatera Barat.

Varietas	Lokasi				Rata-rata
	Solok	Agam	Padang Pariaman	Pesisir Selatan	
Ciredek	11,30	4,00	7,80	11,50	8,65 e
Anak Daro	9,60	1,90	10,00	10,30	7,95 c
Randah Putih	10,30	2,60	6,50	11,50	7,73 bc
Cantiak Manih	10,50	1,70	9,50	11,30	8,25 cd

Mundam	7,70	2,20	7,10	10,30	6,83 b
Bakwan	9,50	2,50	7,10	12,60	7,93 c
Sarai Sarumpun	7,70	2,50	4,20	9,50	5,98 a
Rata-rata	9,51 t	2,49 s	7,46 r	11,00 u	

Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

3.5 Biomassa 51 hari

Biomassa tanaman yang dihasilkan pada umur 51 hari dipengaruhi oleh varitas dan lokasi penanaman. Meskipun demikian, interaksi antara varitas dan lokasi tidak mempengaruhi biomassa secara signifikan. Biomassa tertinggi ditemukan pada Ciredek dan terendah pada Varitas Sarai Serumpun. Keempat lokasi tanam memberikan pengaruh yang nyata terhadap biomassa yang dihasilkan. Biomassa tertinggi ditemukan di Pesisir Selatan dan terendah di Bukittinggi. Pengaruh varitas dan lokasi tanam terhadap biomassa tanaman dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Biomassa tujuh varitas lokal padi sawah pada empat lokasi tanam di Sumatera Barat pada umur 51 hari.

Varietas	Lokasi				Rata-rata
	Solok	Bukittinggi	Padang Pariaman	Pesisir Selatan	
Ciredek	55,40	26,60	73,10	78,10	58,30 f
Anak Daro	56,00	19,30	62,60	74,90	53,20 de
Randah Putih	41,50	19,40	61,80	75,40	49,52 bc
Cantiak Manih	43,70	23,70	74,50	82,50	56,10 f
Mundam	46,20	24,10	51,10	72,90	48,58 b
Bakwan	41,90	23,30	55,20	90,60	52,75 bcd
Sarai Sarumpun	39,80	19,10	53,10	66,20	44,55 a
Rata-rata	46,36 t	22,21 s	61,63 r	77,23 u	

Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terlihat bahwa biomassa tanaman dipengaruhi oleh varitas dan lokasi. Meskipun demikian interaksi varitas dan lokasi tanam tidak mempengaruhi biomassa tanaman secara nyata. Varitas yang menghasilkan biomassa terendah adalah Sarai Sarumpun, sedangkan yang tertinggi yaitu Ciredek dan Cantiak Manih. Keempat lokasi tanam memberikan biomassa yang berbeda, Biomassa tertinggi diperoleh di Pesisir Selatan, selanjutnya diikuti oleh Padang Pariaman, Solok dan Bukittinggi. Biomassa tanaman mencerminkan status hara dan banyaknya unsur hara yang diserap oleh tanaman. Unsur hara pada tanaman berperan dalam proses metabolisme tanaman untuk memproduksi bahan kering yang tergantung pada laju fotosintesis. Bila laju fotosintesis berbeda, maka jumlah fotosintat yang dihasilkan juga berbeda. Dengan demikian, biomassa tanaman juga cerminan dari laju pertumbuhan tanaman. Bila tumbuhan dikeringkan di dalam oven, maka bahan yang tersisa dikenal sebagai bahan kering [22]. Bahan kering atau Biomassa tanaman mencerminkan akumulasi senyawa-senyawa organik yang merupakan hasil sintesa tanaman dari senyawa anorganik yang berasal dari air dan karbondioksida sehingga memberikan kontribusi terhadap berat kering tanaman [23].

Tujuh padi sawah varietas lokal yang ditanam memberikan hasil biomassa yang tinggi di Pesisir Selatan. Faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan diantaranya cahaya, suhu, curah hujan, tanah [24]. Jika dibandingkan tinggi tanaman pada kedua pengamatan, terlihat bahwa Pesisir Selatan adalah daerah yang paling cocok untuk pertumbuhan tanaman uji. Semua varitas menghasilkan tanaman tertinggi di Pesisir Selatan. Sebaliknya, Bukittinggi adalah lokasi yang paling tidak cocok untuk ketujuh varitas lokal

karena tinggi tanamannya terendah. Temperatur di Pesisir Selatan yang lebih tinggi dibanding dengan Bukittinggi mengakibatkan pertumbuhan di Pesisir Selatan lebih baik. Laju pertumbuhan bergerak linier pada saat kenaikan suhu mendekati optimum. Perubahan suhu beberapa derajat, menyebabkan perubahan yang nyata dalam laju pertumbuhan [25]. Pesisir Selatan terletak di dataran rendah, sedangkan Bukittinggi di daerah dataran tinggi. Intensitas cahaya matahari akan berkurang dengan meningkatnya ketinggian tempat dari permukaan laut [24].

Radiasi surya merupakan unsur iklim yang sangat berperan terhadap pertumbuhan, penyediaan atau pembentukan limbung (*sink*) dan sumber (*sources*) [26]. Jika air dan hara tidak menjadi faktor pembatas, maka potensi hasil tanaman secara kuantitatif sangat ditentukan oleh radiasi surya. Radiasi tersebut merupakan sumber energi utama bagi tanaman berhijau daun untuk membentuk karbohidrat [27]. Hasil fotosintesis menjadi bahan utama dalam pertumbuhan dan produksi tanaman [28]. Radiasi surya juga berpengaruh terhadap produksi khlorofil, jumlah dan komposisi khloroplas, struktur dan bentuk daun dan tingkah laku membuka dan menutupnya stomata [29]. Luas daun akan berkurang sejalan dengan makin rendahnya radiasi surya, dan hal tersebut mengakibatkan laju fotosintesis juga akan menurun [30].

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa pertumbuhan tanaman khususnya tinggi tanaman dipengaruhi oleh interaksi varitas dan lingkungan. Tinggi tanaman tertinggi diperoleh pada varitas Sarai Sarumpun, Cantiak Manih dan Mundam yang ditanam di Pesisir Selatan. Sebaliknya, Biomassa tanaman sangat dipengaruhi oleh varitas maupun lokasi tanam. Biomassa tertinggi dihasilkan oleh varitas Cantiak Manih dan Ciredek dan terendah pada Sarai Sarumpun yang merupakan varitas lokal di daerah Pesisir Selatan. Biomassa tanaman tertinggi dihasilkan pada lokasi tanam Pesisir Selatan dan selanjutnya diikuti oleh Padang Pariaman, Solok dan Bukittinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS. 2012. Laju Pertumbuhan Penduduk Menurut Provinsi. bps.go.id (Akses 1 April 2014)
- [2] BPS. 2012. Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035. BPS. bps.go.id (Akses 1 April 2014)
- [3] Harahap, Z. Dan T.S. Silitonga. 1987. Pemuliaan Padi: Suatu Studi Kasus Pemanfaatan Plasma Nutfah. Makalah disampaikan pada Diskusi Panel 3 Hari Plasma Nutfah, Jakarta 12-14 Februari 1987. Djunainas, Susanto dan Kasim. 1993. Deskripsi Varietas Unggul Padi 1943-1992. Puslitbangtan, Bogor.
- [4] Hadi, S., T. Budiarti and Haryadi. 2005. Study on Commercialization of Released Lowland Rice Variety. Bul. Agron. (33)(1):12-18
- [5] Puslitbangtan. 2012. Padi Unggul Baru. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Vol. 34 No. 1
- [6] Siwi, B.H. dan S. Kartowinoto. 1990. Plasma Nutfah Padi: Padi Buku 2. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- [7] Anhar, A. 1996. Kelestarian Plasma Nutfah Padi Lokal Pasca intensifikasi (Studi Kasus di Kabupaten Solok, Sumatera Barat). Disertasi. Program Pascasarjana. Universitas Indonesia.

- [8] IRRI. 1979. Annual report for 1978. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines; 478
- [9] Rachmat, R., R.Thahir, And M. Gummert. 2006. The Empirical Relationship Between Price And Quality Of Rice At Market Level in West Java. Indonesian Jurnal og Agriculture Science. 7 (1) : 27-33
- [10] Atman, 2007. Varitas Unggul Baru Padi Sawah Batang Lembang. Deskripsi dan Teknologi Budidaya. Jurnal Ilmiah Tambua. Vol. VI /2. Mei-Agustus 2007 :153-162
- [11] Dasmal. 2009. Karakteristik Varitas Padi Lokal Solok. BPTP Sumatera Barat. <http://sumbar.litbang.deptan.go.id>. (Akses 2 April 2013)
- [12] Ernawati, Rr. 2008. Potensi Hasil Empat Varietas Unggul Padi Sawah Pada Dua Lokasi di Karang Endah, Lampung. Seminar Nasional Padi 2008. Hal.621-627. digilib.litbang.deptan.go.id. (Akses 3 April 2014)
- [13] Zen, S., H. Bahar, Dasmal, Taufik dan Maizir. 2000. "Pengkajian Varietas/Galur Padi Sawah Spesifik Selera Konsumen Sumatera Barat." *Laporan Akhir Kegiatan Pengkajian BPTP Sukarami Tahun 2000*.
- [14] Anhar, A., I.L.E. Putri and. S.B. Etika. 2013. Stabilitas Mutu Beras Kelas Satu Terhadap Lokasi Tanam di Sumatera Barat. Laporan Penelitian. Universitas Negeri Padang.
- [15] Muhadjir, F. 1998. Karakteristik Tanaman Jagung. Pusat Penelitian Tanaman Pangan, Bogor.
- [16] Becker, H.C. 1981. Correlation Among Some Statistical Measures of Phenotypic Stability. *Euphytica*. 30:835-840
- [17] Ismal, G. 1995. Masukan Energi Satuan Panas Panenan Padi Varietas Cisokan: Pengaruhnya Terhadap Kandungan Gizi Dan Viabilitas Benihnya. JSPS-NODAI CIP, Tokyo University of Agriculture. 21 p
- [18] Gomez, KA. And A.A. Gomez. 1995. Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian. UI-Press, Jakarta
- [19] Gardner, F.P., R.B.Pearce and R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya (terjemahan).UI Press.
- [20] Nor, K.M. and F.B. Cady.1979. Methodology for Identifying Wide Stability In Crop. *Agron.J*. 71:556-559
- [21] Takdir, A., R.N. Iriany., M Dahlan and F. Kasim. 1999. Stabilitas Hasil Beberapa Genotip Jagung Hibrida Harapan pada Sembilan Lokasi. *Zuriat*, Vol. 10, No.2. 54-61
- [22] Salisbury, F.B. and C.W. Rosss, 1978. *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company, Inc. Belmont, California.
- [23] Lakitan, B. 2004. *Dasar-Dasar Fisiologi tumbuhan*. PT. Raja Grafindo Persada: Jakarta. 206 hal.
- [24] Mugnisjah, W.K. dan A. Setiawan. 1990. *Pengantar Produksi Benih*. Rajawali Pers: Jakarta
- [25] Moteith, J.L. 1977. *Principles of Environmental Physics*. Edward Arnold, London. 242 p.
- [26] Las, I dan Muladi. 1986. Penampilan Fisiologis dan Produktivitas Padi Sawah Pada Tingkat Taraf Radiasi Surya. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan, Balittan Bogor 17-18 Desember 1986. Balittan Bogor.
- [27] Las, I. 1985. Peta Agroklimat dan Potensi Pertanaman Berdasarkan Sifat Hujan dan Tanah. Suatu Pemikiran. Seminar Balittan Bogor Tahun 1985. Volume 1. Padi, Palawija. Balittan Bogor.
- [28] Baharsjah, J.S. 1983. Sumberdaya Tanaman Untuk Memanfaatkan Keadaan Iklim Secara Efisien. Direktorat Perlindungan Tanaman, Departemen Pertanian
- [29] Weaver , J.E. and F.E. Clement. 1980. *Plant Ecology*. Tat Mc Graw Hill Publishing Co., New Delhi.
- [30] Las, I., S.O. Manurung dan Muladi. 1986. Efisiensi Penggunaan Air dan Energi Surya Untuk Pertumbuhan Padi Gogo. *Penelitian Pertanian* 6 (1): 29-34.

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN RIMPANG PACING (*Costus speciosus*) ASAL KECAMATAN SELAT KAPUAS KALIMANTAN TENGAH

RHIZOME ANTIOXIDANT ACTIVITY PACING (*Costus Speciosus*) FROM SELAT KAPUAS CENTRAL KALIMANTAN

Evi Mintowati Kuntorini

Program Studi Biologi FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A Yani Km 35,8 Banjarbaru
70714 Kalimantan Selatan Telp/Fax (0511) 4773868 email : evimintowati@yahoo.com

ABSTRACT

This research aims to determine antioxidant activity of ginger rhizome pacing (*Costus speciosus*) at different diameters. The antioxidant activity assayed by DPPH method to obtain the IC_{50} values and analyzed using linear regression equation. Antioxidant activity relationships in diameter, were analyzed by correlationin. The results showed that the IC_{50} value of pacing rhizomes 1 to 1,9 cm in diameter at 100,32 ppm, 2 to 2,9 cm diameter at 89,64 ppm, and 3-4 cm diameter at 71,28 ppm. Antioxidant activity of methanol extract of rhizomes pacing increases with increasing size of diameter the rhizome and the rhizome methanol extract antioxidant activity pacing is lower compared to the control of vitamin C ($IC_{50} = 2,27$ ppm) and BHT ($IC_{50} = 7,32$ ppm).

Key words : Antioxidant, Costus scepciosus, IC_{50}

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan rimpang pacing (*Costus scepciosus*) pada diameter rimpang yang berbeda. Aktivitas antioksidan diuji dengan metode DPPH untuk memperoleh nilai IC_{50} dan dianalisis menggunakan persamaan regresi linier. Hubungan aktivitas antioksidan dengan diameter dianalisis dengan korelasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai IC_{50} rimpang pacing dengan diameter 1-1,9 cm sebesar 100,32 ppm, diameter 2-2,9 cm sebesar 89,64 ppm, dan diameter 3-4 cm sebesar 71,28 ppm. Aktivitas antioksidan ekstrak metanol rimpang pacing meningkat seiring dengan peningkatan ukuran rimpang dan aktivitas antioksidan ekstrak metanol rimpang pacing lebih rendah dibandingkan dengan kontrol vitamin C ($IC_{50}= 2,27$ ppm) dan BHT ($IC_{50}= 7,32$ ppm).

Kata Kunci : Antioksidan, Costus scepciosus, IC_{50}

PENDAHULUAN

Radikal bebas adalah molekul yang tidak stabil karena kehilangan elektron dan selalu berusaha mengambil elektron dari molekul atau sel lain. Terbentuknya radikal bebas dilingkungan semakin mudah akibat kondisi lingkungan yang buruk baik dalam bentuk senyawa logam dan non-logam yang dapat mencemari pangan yang kita konsumsi, sehingga tubuh memerlukan sistem pertahanan antioksidatif apabila terjadi paparan radikal [1].

Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga radikal bebas tersebut dapat diredam. Berdasarkan sumber perolehannya ada 2 macam antioksidan, yaitu antioksidan alami dan antioksidan buatan (sintetik) [2]. Adanya kekhawatiran akan kemungkinan efek samping yang belum diketahui dari antioksidan sintetik menyebabkan antioksidan alami menjadi alternatif yang sangat dibutuhkan [3][4].

Buah-buahan, sayuran, dan biji-bijian adalah sumber antioksidan alami yang baik dan bisa meredam reaksi berantai radikal bebas dalam tubuh yang pada akhirnya dapat mencegah timbulnya penyakit dan menekan proses penuaan dini [5]. Selain itu, menurut Silalahi [6] antioksidan untuk mencegah berbagai penyakit akan lebih efektif jika dikonsumsi dari sayuran dan buah-buahan yang kaya antioksidan daripada menggunakan antioksidan tunggal.

Salah satu tanaman yang banyak diminati dan digunakan masyarakat sebagai sumber antioksidan berasal dari tanaman obat [7]. Tanaman-tanaman obat sudah lama dikenal mengandung komponen fitokimia yang berperan sebagai antioksidan dan pengobatan berbagai penyakit, salah satunya adalah pacing (*Costus speciosus*) [8].

Pacing merupakan jenis tanaman herba tegak yang dapat menyembuhkan penyakit bengkak pada ginjal, perut busung, infeksi saluran kemih, nyeri buang air kecil, pengerutan hati, batuk rejan, mencegah kehamilan, diare, dan bisul. Rimpang pacing mengandung senyawa metabolit sekunder diantaranya saponin, flavonoid, dan tannin. Selain itu rimpang tersebut juga mengandung diosgenin, fenol dan minyak atsiri yang mampu untuk menyembuhkan berbagai penyakit [8]. Studi menunjukkan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid mempunyai aktivitas antioksidan penangkap radikal [9][10].

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui aktivitas antioksidan ekstrak metanol rimpang pacing asal Kecamatan Selat, Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah pada diameter rimpang yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Ekstraksi rimpang menggunakan metode maserasi. Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode DPPH dengan parameter berupa nilai IC_{50} . Andayani *et al.* [11] melakukan analisis aktivitas antioksidan sampel ditentukan oleh besarnya hambatan serapan radikal DPPH melalui perhitungan persentase penghambatan (inhibisi) serapan DPPH dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Penghambatan} = \frac{(A_{blanko} - A_{sampel})}{A_{blanko}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

A_{blanko} : Serapan radikal DPPH 1 mM dalam metanol pada panjang gelombang 515 nm.

A_{sampel} : Serapan radikal DPPH 1 mM yang diberi perlakuan sampel dalam metanol pada panjang gelombang 515 nm.

Aktivitas antioksidan yang dianalisis menggunakan persamaan regresi linier, sehingga diperoleh nilai IC_{50} . Hubungan aktivitas antioksidan dengan diameter rimpang dianalisis dengan korelasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Rimpang Pacing

Nilai IC_{50} dari ketiga sampel uji pada diameter rimpang yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis regresi antioksidan ekstrak metanol rimpang pacing menunjukkan bahwa ekstrak rimpang pada diameter 3-4 cm memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi dibandingkan dengan rimpang dengan diameter 2-2,9 cm dan rimpang ukuran 1-1,9 cm. Hal ini menunjukkan bahwa rimpang dengan diameter 3-4 cm memiliki keaktifan

yang lebih tinggi dalam menghambat radikal bebas dibandingkan dengan diameter yang lebih kecil.

Tabel 1. Nilai IC50 Pada Tiap Ukuran Diameter Rimpang Pacing

Diameter Rimpang Pacing (cm)	Nilai IC50 (ppm)	Aktivitas Antioksidan
1-1,9	100,32	Sedang
2-2,9	89,64	Kuat
3-4	71,28	Kuat

Aktivitas antioksidan rimpang pacing dengan diameter 1-1,9 cm tergolong rendah dibandingkan rimpang dengan diameter 2-2,9 cm dan 3-4 cm yang termasuk dalam golongan aktivitas antioksidan kuat. Penggolongan ini berdasarkan Molyneux [12] yang menyatakan bahwa antioksidan dikatakan sangat kuat apabila nilai IC₅₀ kurang dari 50 ppm, kuat untuk IC₅₀ bernilai 50-100 ppm, sedang jika IC₅₀ bernilai 100-150 ppm, dan lemah jika IC₅₀ bernilai 151-200 ppm.

Untuk mengetahui hubungan antara aktivitas antioksidan dan diameter rimpang pacing dilakukan dengan analisis korelasi antara diameter rimpang dan nilai IC₅₀. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai $r = -0,981$, artinya besarnya nilai IC₅₀ berbanding terbalik dengan ukuran diameter rimpang dimana bila nilai r mendekati +1 atau -1 artinya ada hubungan yang kuat antara keduanya, dimana rimpang dengan diameter yang kecil akan mempunyai nilai IC₅₀ yang besar. Dengan demikian semakin besar diameter rimpang maka semakin tinggi aktivitas antioksidannya yang ditunjukkan dengan nilai IC₅₀ yang mengecil.

Diameter rimpang 1-1,9 cm memiliki aktivitas antioksidan yang lebih rendah dibandingkan dengan rimpang pada diameter 2-2,9 cm dan 3-4 cm. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh umur tanaman serta kadar metabolit sekunder yang dihasilkan oleh masing-masing rimpang. Rimpang pacing yang berukuran kecil dapat diasumsikan memiliki umur yang lebih muda karena ukuran sel-selnya masih kecil dan belum berdiferensiasi dengan optimal sehingga akumulasi metabolit sekunder juga masih sedikit yang menyebabkan aktivitas antioksidannya juga lebih rendah, dan sebaliknya rimpang dengan ukuran yang lebih besar diasumsikan berumur lebih tua sehingga aktivitas antioksidannya lebih tinggi karena telah melalui tahap diferensiasi dan spesifikasi lebih baik yang menyebabkan akumulasi metabolit sekunder lebih optimal.

Ibrahim dkk. [13] mengungkapkan bahwa semakin tua umur tanaman akumulasi metabolit sekunder dalam hal ini hormon endogen akan semakin banyak tersimpan di dalam sel tanaman yang ditunjukkan dari hasil penelitiannya dimana pembentukan kalus embriogenik lebih banyak diperoleh dari eksplan rimpang yang berumur tua daripada yang berumur muda dan ternyata berpengaruh terhadap berat kalus dan diameter kalus yang terbentuk. Hal ini diduga karena adanya pengaruh hormon endogen di dalam tanaman. Hasil penelitian tersebut didukung oleh Kaufman *et al.* [14] yang menyatakan bahwa hormon di dalam tanaman merupakan produk metabolit, sehingga kandungan hormon endogen di dalam tanaman akan berbeda jika umur tanaman berbeda.

Akumulasi metabolit sekunder yang semakin meningkat seiring dengan bertambahnya umur juga dapat ditemukan pada penelitian Khaerana *et al.* [15] yang menyatakan bahwa umur panen temulawak berpengaruh terhadap kandungan *xanthorizol*. Kandungan *xanthorizol* rimpang temulawak pada umur 7 bulan lebih tinggi dibandingkan dengan temulawak yang dipanen pada umur 5 bulan. Selain itu, Sirait *et al.* [16] dalam Khaerana *et al.* [15] pada penelitiannya menyatakan bahwa kandungan *xanthorizol* dalam minyak atsiri rimpang temulawak meningkat dari umur 8 bulan dan maksimal pada umur 12

bulan. Hasil penelitian Soetarno [17] dari *Vanilla planifolia* yang mengandung senyawa vanilin, biosintesisnya mencapai kecepatan tinggi pada umur 8 bulan setelah fertilisasi juga mendukung bahwa ada hubungan antar pertumbuhan tanaman dengan perkembangan organ dan pembentukan metabolit sekunder.

Dari beberapa hasil penelitian di atas membuktikan bahwa umur tanaman merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pembentukan senyawa metabolit didalam sel. Hal ini ditegaskan pula oleh Baikar & Malpathak [18] yang menyatakan bahwa pembentukan senyawa aktif secara maksimum seperti metabolit sekunder dalam sel atau jaringan sangat bergantung pada kondisi fisiologis seperti umur serta tahap-tahap pertumbuhan dan perkembangan organ tanaman yang berbeda-beda.

Tanaman yang memiliki ukuran yang lebih kecil berarti memiliki umur yang lebih muda dan hasil produksi metabolit sekunder juga lebih sedikit dibandingkan tanaman yang lebih tua. Hal ini menunjukkan bahwa faktor umur serta pertumbuhan dan perkembangan tanaman memberikan pengaruh pada pembentukan metabolit sekunder. Metabolit sekunder merupakan senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan, seperti yang dikemukakan Kumalaningsih [1] bahwa antioksidan alami dapat berupa tokoferol, vitamin C, betakaroten, dan flavonoid. Apabila kadar metabolit sekunder di dalam tanaman rendah maka aktivitas antioksidan tanaman tersebut juga rendah begitu pula sebaliknya.

3.2. Uji Fitokimia Ekstrak Metanol Rimpang Pacing

Aktivitas antioksidan dari suatu tanaman salah satunya dipengaruhi oleh kandungan dan kadar metabolit sekunder yang dimilikinya. Senyawa-senyawa metabolit sekunder yang biasanya diteliti keberadaannya dalam suatu tanaman adalah tannin, saponin, flavonoid, alkaloid, dan steroid/triterpenoid. Hal itu dikarenakan senyawa-senyawa tersebut diketahui merupakan senyawa-senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan alami dari suatu tanaman. Oleh karena itulah pada penelitian ini juga dilakukan uji fitokimia untuk mengetahui komponen kimia yang terkandung dalam rimpang pacing yang berpotensi sebagai antioksidan. Senyawa yang terkandung dalam ekstrak metanol rimpang pacing berdasarkan uji fitokimia dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Metanol Rimpang Pacing

Senyawa Metabolit Sekunder	Pereaksi	Hasil Uji Fitokimia
Triterpenoid	Lieberman-Burchad	+
Steroid	Lieberman-Burchad	-
Alkaloid	-Meyer	+
	-Dragendorff	+
	-Wagner	+
Flavonoid	HCl dan Mg	+
Saponin	Akuades	+
Tanin	Feriklorida 1%	+

Hasil uji fitokimia pada Tabel 2 menunjukkan bahwa ekstrak metanol rimpang pacing positif pada semua uji kecuali pada uji steroid. Hal ini menunjukkan bahwa rimpang pacing memiliki potensi sebagai antioksidan alami karena mengandung senyawa-senyawa metabolit sekunder seperti senyawa fenol.

Menurut Harborne [19], flavonoid merupakan golongan senyawa fenol terbesar. Flavonoid secara umum bertindak sebagai antioksidan yaitu sebagai penangkap radikal bebas karena mengandung gugus hidroksil. Flavonoid bersifat sebagai reduktor sehingga dapat bertindak sebagai donor hidrogen terhadap radikal bebas [6]. Prosesnya yaitu melalui mekanisme pengambilan atom hidrogen dari senyawa antioksidan oleh radikal bebas sehingga radikal bebas menangkap satu elektron dari antioksidan..

Senyawa DPPH bereaksi dengan senyawa antioksidan untuk memperoleh pasangan elektron. Senyawa bereaksi sebagai penangkap radikal akan mereduksi DPPH yang akan membentuk DPPH-H tereduksi, kemudian radikal tersebut menjadi tidak reaktif dan dapat berfungsi sebagai antioksidan yang efektif [20].

KESIMPULAN

Nilai IC₅₀ pada rimpang pacing dengan diameter 1-1,9 cm sebesar 100,32 ppm, pada rimpang pacing dengan diameter 2-2,9 cm dan rimpang pada diameter 3-4 cm, diperoleh nilai IC₅₀ berturut-turut sebesar 89,64 ppm dan 71,28 ppm. Aktivitas antioksidan ekstrak metanol rimpang pacing meningkat seiring dengan peningkatan diameter rimpang, namun aktivitas antioksidan ekstrak metanol rimpang pacing lebih rendah dibandingkan dengan kontrol vitamin C (IC₅₀ = 2,27 ppm) dan BHT (IC₅₀ = 7,32 ppm).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Anis Jamilah dan staf laboran Biologi laboratorium dasar FMIPA UNLAM atas bantuannya selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kumalaningsih. 2006. *Antioksidan Alami*. Trubus Agrisarana. Surabaya hal.16
- [2] Dalimartha, S. dan M. Soedibyo. 1999. *Awet Muda Dengan Tanaman Obat dan Diet Suplemen.*, Trubus Agriwidya, Jakarta. hal. 36-40
- [3] Rohdiana, D. 2001. Antioksidan Beberapa Klon Teh Unggulan, *Majalah Jurnal Indonesia* 12, (1), 53-58.
- [4] Sunarni, T., S. Pramono, & R. Asmah. 2005. Flavonoid Antioksidan Penangkap Radikal Bebas Dari Daun Kepel (*Stelechocarpus burahol* (Bl) Hook f. & Th.), *Jurnal Farmasi Indonesia* 18 (3), 2007, 11-116.
- [5] Kosasih. 2004. *Peranan Antioksidan Pada Umur Lanjut*. Pusat Kajian Nasional Masalah Lanjut Umur. Jakarta
- [6] Silalahi, J. 2006. *Makanan Fungsional*. Kanisius. Yogyakarta
- [7] Sirigrusa, P. 1999. *Thai Zingiberaceae : Species Diversity and Their Uses*. <http://www.iupac.org>. Diakses tanggal 9 Agustus 2011
- [8] Wijayakusuma, H. M. H., S. Dalimartha, A. S. Wirian, T. Yaputra & R. Wibowo. 1996. *Tanaman Berkhasiat Obat di Indonesia Jilid 2*. Pustaka Kartini. Jakarta
- [9] Cos, P., M. Calomme., J.B Sindambiwe., T.D Bruyne., K. Cimanga., L. Pieters., A.J Vlietinck., and D.V Berghe., 2001. Cytotoxicity and Lipid Peroxidation-Inhibiting Activity of Flavonoids. *Planta Med.* 67: 515-519. Diakses tanggal 17 Agustus 2011
- [10] Gulcin, I., M.T Uguz., M. Oktay., S. Beydemir., and O.I Kufrevioglu. 2004. Evaluation of the Antioxidant and Antimicrobial Activities of Clary Sage (*Salvia sclarea* L.), *Turk I. Agriculture.* 28: 25-33.
- [11] Andayani, R., Y. Lisawati, & Maimunah. 2008. Penentuan Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolat Total dan Likopen Pada Buah Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, Vol. 13 No. 1
- [12] Molyneux, P. 2004. *The use of Stable Free Radical Diphenyl picrylhydrazil (DPPH) For Estimaty Antioxidant Activity*. Songklanakarin J. Sci Technol. 6(2):211-217
- [13] Ibrahim, M. S. D., Oti, R., , Dan Nurul, K. 2003. Pengaruh Umur Eksplan Terhadap Keberhasilan Pembentukan Kalus Embriogenik Pada Kultur Meristem Jahe (*Zingiber Officinale* Rosc). *Jurnal Littri* Vol. 16 No. 1

- [14] Kaufman, P.B., Cseke, L.J, Warber, S, . Duke, J.A. And Brielman, H.L. 1991. *Natural Products From Plants*. Crc Press. Boca Raton, Boston. London, New York. Washington D.C. 343p.
- [15] Khaerana, G. Munif, dan D. P. Edi. 2008. Pengaruh Cekaman Kekeringan dan Umur Panen Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Xanthorrhizol Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza roxb.*). *Buletin Agronomi* 36, (3), 241 – 247
- [16] Sirait, M., Moesdarsono, A. Gana. 1985. Pemeriksaan kadar xanthorrhizol dalam *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. Simposium Nasional Temulawak. Lembaga Penelitian Universitas Padjajaran. Bandung
- [17] Soetarno, S. 1997. Persiapan Ekstraksi Bahan Alam, hlm. 11-35. Dalam *Ekstraksi Dan Isolasi Preparatif Bahan Alam*. Prosiding Temu Ilmiah Nasional Bidang Farmasi Volume II. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Bandung, Bandung
- [18] Baicar, S. & N. Malpathak. 2010. Secondary Metabolites as DNA Topoisomerase Inhibitors: A New Era Towards Designing Of Anticancer Drugs. *Pharmacognosy Review*. Vol. 4(7):12-26
- [19] Harborne, J. B. 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tanaman*. Penerbit ITB. Bandung.
- [20] Fessenden, R. J dan J. S. Fessenden. 1982. *Kimia Organik*. Jilid 1. Terjemahan Pudjaatmaka, A. Penerbit Erlangga. Jakarta

KEANEKARAGAMAN DAN POLA DISTRIBUSI TUMBUHAN PAKU DI TAMAN HUTAN RAKYAT SULTAN ADAM, BANJARBARU, KALIMANTAN SELATAN

THE DIVERSITY AND DISTRIBUTION PATTERN OF FERN IN THE COMMUNITY FOREST PARK SULTAN ADAM, BANJARBARU, SOUTH BORNEO

Gunawan¹, Siti Zulaikha², Nurul Huda³

¹²³ Prodi Biologi FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan
Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan/08123432500
Email : gunawan_unlam@yahoo.com

ABSTRACT

The aim of the study was to analyse the diversity, distribution patterns, and potential ferns in the community forest park Sultan Adam. Research used descriptive method by direct sampling, and identifying plant in laboratory, and measuring environmental parameters. Result showed that there were 548 individual plant, consisting 2 class (Filicinae and Lycopodinae), 6 Ordo and 8 families. There were also found 8 epiphyte and 8 terrestrial ferns. Diversity indeks in the zone I- II was middle level, and the third zone has a low diversity indeks. The distribution pattern is uniform. Based on their utilization all ferns can be used as ornamental plants, medicinal herbs and for food material.

Keyword : Fern, diversity, distribution pattern

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman tumbuhan paku, pola distribusi dan potensi tumbuhan paku di taman hutan rakyat Sultan Adam Mandiangin. Metode pengumpulan data meliputi pengambilan sampel di lapangan, pengukuran parameter lingkungan dan identifikasi tumbuhan paku. Hasil penelitian menunjukkan di lokasi penelitian ditemukan 548 individu tumbuhan paku, yang terdiri dari 2 kelas (Filicinae dan Lycopodinae), 6 Ordo dan 8 Famili. Diantara tumbuhan paku yang ditemukan terdapat 8 jenis paku epifit dan 8 jenis paku teresterial. Indeks keanekaragaman pada zona I-II tergolong sedang dan pada zona III tergolong rendah. Pola distribusinya adalah seragam. Tumbuhan paku yang ditemukan mempunyai potensi sebagai tanaman hias, bahan obat dan sayuran.

Kata kunci : Tumbuhan paku, keanekaragaman, pola distribusi

PENDAHULUAN

Tumbuhan paku (Pteridophyta) tersebar di seluruh bagian dunia, sebagian besar tumbuh di daerah tropika basah yang lembab. Tumbuhan paku banyak dijumpai di hutan tropika, daerah beriklim sedang, dan di padang rumput yang lembab [1]. Jones melaporkan di muka bumi ini terdapat 13.000 jenis tumbuhan paku, sedangkan total spesies yang sudah diketahui jenisnya mencapai 10.000 jenis, diperkirakan 3000 diantaranya hidup di Indonesia.

Tjitrosoepomo [2] mengatakan bahwa, tumbuhan paku merupakan salah satu jenis tumbuhan yang memiliki keanekaragaman yang tinggi dengan penyebaran yang luas. Tumbuhan paku dapat ditemukan mulai dari ketinggian 0 sampai 3200 meter di atas permukaan laut, hal ini berarti tumbuhan paku dapat tumbuh mulai dari tepi pantai sampai pegunungan yang tinggi [3].

Taman Hutan Rakyat (Tahura) Sultan Adam Mandiangin yang terletak di Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan merupakan kawasan konservasi sumber daya alam dengan luas 1.800 Ha. Tahura Sultan Adam Mandiangin mempunyai topografi datar,

bergelombang, berbukit-bukit. Tahura merupakan bagian dari rangkaian pegunungan yang membentuk zona pegunungan meratus.

Tahura diperkirakan memiliki jenis-jenis tumbuhan paku yang banyak, sedangkan data tentang keberadaan tumbuhan paku di Tahura Sultan Adam belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman, mengetahui pola distribusi dan potensi tumbuhan paku di Tahura Sultan Adam Mandiangin.

METODE PENELITIAN

Penentuan Zona Penelitian

Lokasi penelitian dibagi menjadi 3 zona berdasarkan ketinggian tempat: zona I: dengan ketinggian 14-80 dpl, zona II: dengan ketinggian 81-150 dpl, dan zona III dengan ketinggian 151-223 dpl.

Penentuan petak contoh dilakukan dengan secara *purposive sampling*, petak contoh dibuat dengan metode kuadrat dengan ukuran 10x10 m dan di dalamnya dibuat sub petak contoh sebanyak 4 buah dengan ukuran 5x5 m

Pengukuran Parameter Lingkungan

Parameter lingkungan yang diukur adalah intensitas cahaya, kelembaban udara, pH tanah, dan kelembaban tanah

Identifikasi Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku yang ditemukan diidentifikasi di Laboratorium Dasar FMIPA Unlam.

Keanekaragaman Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku yang ditemukan dihitung nilai kerapatan (K), kerapatan relatif (KR), frekuensi (F), frekuensi relatif (FR), indeks nilai penting (INP), indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks kesamaan (IS) (Soerianegara & Indrawan, 1998).

Pola Distribusi

Pola distribusi dihitung menggunakan rumus indeks penyebaran Morisita

Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tumbuhan paku yang ditemukan di lokasi penelitian yaitu pada zona 1 terdapat 16 jenis, yang terdiri dari 9 jenis paku teresterial dan 7 jenis paku epifit, pada zona II, terdapat 14 jenis tumbuhan paku, sedangkan pada zona III ditemukan 3 jenis tumbuhan paku. Tumbuhan paku yang ditemukan di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa semakin tinggi tempat maka jumlah jenis tumbuhan paku yang ditemukan semakin menurun. Menurunnya jumlah jenis pada ketinggian disebabkan oleh faktor lingkungan yang sesuai dengan kehidupan tumbuhan paku tersebut. Pada zona I intensitas cahaya 1337 Lux dengan kelembaban udara 75%, Zona II intensitas cahaya 1523 Lux dengan kelembaban udara 59%, sedangkan pada zona III intensitas cahaya 1701 Lux dengan kelembaban udara 49%, dan naungan yang sudah mulai berkurang. Hal ini sesuai dengan Kusrinawati [4], yang menyatakan bahwa dengan bertambahnya ketinggian maka jumlah jenis semakin berkurang, tetapi diikuti dengan jumlah individu.

Tabel 1. Jenis jenis Tumbuhan paku yang ditemukan di Tahura Sultan Adam Mandiangin

No	Kelas	Ordo	Famili	Jenis	Jumlah Individu	Zona		
						I	II	III
1	Filicinae	Pteridales	Hypolepidaceae	<i>Pteridium</i> sp	156	20	22	114
				<i>Aquilinum</i> sp				
				<i>Pteris cretica</i>	33	8	25	0
			<i>Pteris vittata</i>	26	12	14	0	
			<i>Adiantum tenerum</i>	18	11	7	0	
			<i>Pteris ensiformis</i>	21	16	5	0	
			Aspleniaceae	<i>Asplenium nidus</i>	1	1	0	0
				Dryopteridaceae	<i>Nephrolepis</i> sp1.	28	14	14
			<i>Cordifolia</i> sp.					
			<i>Nephrolepis</i> sp2		20	13	7	0
			<i>Biserrata</i> sp					
			Polypodiaceae	<i>Stenochlaena</i> sp.	9	9	0	0
				<i>Palustris</i> sp.				
				<i>Rasamala</i> sp.				
			Polypodiaceae	<i>Pyrrosia</i> sp.	28	9	19	0
				<i>Numularifolia</i> sp.				
				<i>Drymoglossum</i> sp.	22	11	11	0
				<i>Piloselloides</i> sp.				
				Athyriales	<i>Cystopteris</i> sp.	31	27	4
<i>Montana</i> sp.								
Gleicheniales	Gleichenia linearis	<i>Gleichenia linearis</i>	47	25	18	4		
		Filicinales	Aspidiaceae	<i>Tectaria</i> sp.	22	13	9	0
<i>Grandidentata</i> sp.								
2	Lycopodinae	Lycopodiales	Lycopodiaceae	<i>Lycopodium cernuum</i>	57	15	17	25

Faktor lingkungan abiotik (kelembaban, intensitas cahaya, suhu udara) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tumbuhan paku dan merupakan faktor pembatas. Hal ini sesuai dengan pernyataan Noviasari [5], bahwa kelembaban merupakan salah satu faktor pembatas dalam budidaya paku. Tanpa kelembaban udara yang cukup, umumnya paku akan tumbuh kurang subur, kelembaban udara yang baik bagi pertumbuhan paku berkisar antara 60-80%.

Tabel 2. Jumlah famii, jenis dan individu tumbuhan paku di Tahura Sultan Adam

No	Keterangan	zona		
		I	II	III
1	Famili	8	7	3
2	Jenis	16	14	3
3	Individu	216	189	143

Penurunan jenis yang sangat jelas terlihat pada zona III (Tabel 2). Hal ini disebabkan karena kurangnya pepohonan pada Zona III sebagai tempat berlindung sehingga intensitas cahaya matahari lebih tinggi dari pada zona I dan II. Ewusie [6] menyatakan, bahwa cahaya, temperatur dan air secara ekologis merupakan faktor lingkungan yang penting untuk pertumbuhan paku. Kebanyakan tumbuhan paku tumbuh baik pada kondisi ternaungi,

dengan kisaran intensitas cahaya antara 200-600 f.c [5]. Selain itu menurut Lubis [7], berkurangnya keanekaragaman dalam jumlah jenis dapat disebabkan karena adanya ketinggian tempat.

Komposisi Tumbuhan Paku

Komposisi tumbuhan paku merupakan susunan tegakan yang meliputi jumlah jenis spesies ataupun banyaknya individu dari suatu jenis tumbuhan paku [7]. Jenis tumbuhan paku di Tahura Sultan Adam yang terdapat pada 3 ketinggian, adalah relatif berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa tiap jenis tumbuhan paku memiliki daya adaptasi yang berbeda pada masing-masing zona di lokasi penelitian.

Kerapatan Relatif (KR)

Tinggi rendahnya nilai KR tersebut disebabkan karena adanya faktor abiotik seperti intensitas cahaya dan kelembaban yang sangat berpengaruh pada pertumbuhan paku, dan adanya pengaruh vegetasi lingkungan yang sangat spesifik. Menurut Mackinson, et al [8] pada umumnya semakin ekstrim kondisi lingkungan, baik karena iklim, tanah ataupun ketinggian tempat yang bertambah, akan semakin berkurang keragaman jenis tumbuhan paku tersebut dan satu atau dua jenis saja yang semakin dominan.

Tabel 3. Nilai KR, INP Tumbuhan Paku Terrestrial

No	Zona	Kerapatan Relatif (KR)	Indeks Nilai Penting
1	I	12,5	20,87
2	II	13,22	21,73
3	III	39,86	84,3

Tabel 4. Nilai KR, INP Tumbuhan Paku epifit

No	Zona	Kerapatan Relatif (KR)	Indeks Nilai Penting
1	I	7,40	13,45
2	II	10,05	18,86
3	III		

Perbedaan nilai INP pada 3 ketinggian disebabkan oleh perbedaan faktor abiotik yang ada pada lokasi tersebut. Sehingga hanya jenis-jenis paku tertentu saja yang dapat hidup. Jenis tumbuhan yang mempunyai nilai INP tertinggi disebut juga jenis yang dominan, hal ini mencerminkan tingginya kemampuan jenis tersebut dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan yang ada dan dapat bersaing terhadap jenis lainnya [9]. Loveless [10] juga menyatakan bahwa tumbuhan yang dominan mempunyai pengaruh yang besar terhadap habitat dan mendominasi seluruh komunitas. Menurut Indriyanto, keberhasilan jenis-jenis tumbuhan paku yang tumbuh dan berkembang banyak tidak lepas dari adanya kemampuan beradaptasi tumbuhan tersebut terhadap lingkungannya.

Tabel 5. Nilai indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Keseragaman (E) tumbuhan

Zona	Indeks Keanekaragaman (H')	Indeks Keseragaman (E)
I	2,632	0,949
II	2,508	0,950
III	0,581	0,529

Berdasarkan Tabel 5 di atas, maka pada zona I-II mempunyai indeks keanekaragaman sedang, sedangkan pada zona III mempunyai indeks keanekaragaman yang rendah. Tinggi rendahnya nilai H' dikarenakan oleh adanya faktor biotik yang berbeda antara ketinggian, faktor biotik tersebut adalah intensitas cahaya dan kelembaban. Berdasarkan hal tersebut maka dapat diketahui bahwa lokasi yang optimum untuk pertumbuhan adalah pada zona I. Krebs [11], menyatakan bahwa kelembaban tanah mempengaruhi penyebaran geografi pada hutan pegunungan dan mempengaruhi kandungan atau ketersediaan air tanah. Suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman jenis

yang tinggi jika komunitas tersebut disusun oleh banyak spesies dengan kelimpahan spesies yang sama atau hampir sama. Menurut Odum [12], menyatakan bahwa semakin banyak jumlah spesies maka semakin tinggi keanekaragamannya.

Indeks Kesamaan (IS)

Indeks kesamaan berguna untuk mengetahui seberapa besar kesamaan organisme yang dapat hidup, dan juga digunakan untuk mengetahui penyebarannya. Semakin besar nilai IS maka jenis yang sama pada lokasi yang berbeda semakin banyak [11]. Indeks kesamaan pada lokasi penelitian disajikan pada Tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6. Nilai Indeks Kesamaan (IS) Tumbuhan Paku di Tahura Sultan Adam

Zona	Indeks Keanekaragaman (H')
I - II	93,33 %
II-III	35,29 %
I-III	31,57 %

Pengelompokan nilai IS oleh Suin [13], sebagai berikut :

- a. Kesamaan $\leq 25\%$: sangat tidak mirip
- b. Kesamaan 25%-50% : tidak mirip
- c. Kesamaan 50%-75% : mirip
- d. Kesamaan $\geq 75\%$: sangat mirip

Berdasarkan Tabel di atas menunjukkan bahwa jenis paku yang ada di antara kedua ketinggian adalah sangat mirip. Hal ini disebabkan karena adanya faktor abiotik seperti suhu dan kelembaban yang tidak berbeda jauh antara zona I dan II yaitu berkisar antara 33⁰ C sampai 34⁰ C dan kelembaban yang berkisar antara 59% sampai 75%. Sedangkan nilai terendah terdapat pada zona I sampai III yaitu berkisar 31,57%, nilai ini menurut pengelompokan Suin [13] menunjukkan bahwa jenis paku yang ada di antara kedua ketinggian adalah tidak mirip, hal ini disebabkan karena adanya perbedaan pada faktor abiotik, diantaranya suhu dan kelembaban yang berbeda pada setiap ketinggian tersebut.

c Pola Distribusi Tumbuhan Paku

Untuk mengetahui pola distribusi digunakan indeks Morisita (Id). Terdapat tiga tipe pola distribusi tumbuhan paku yaitu: 1. Random (acak), pola ini mencerminkan homogenitas habitat, 2. Berkelompok (Clumped) pola ini mencerminkan habitat yang heterogen, 3. Beraturan (Uniform), mencerminkan adanya interaktif negatif antara individu seperti persaingan untuk ruang unsur hara dan cahaya.

Tabel 7. Nilai Indeks Morisita Tumbuhan Paku di Tahura Sultan Adam

No	Nama Jenis	Indeks Morisita	Keterangan
1	<i>Pteridium aquilinum</i>	0,238	seragam
2	<i>Pteris cretica</i>	0,005	seragam
3	<i>Pteris vittata</i>	0,001	seragam
4	<i>Gleichenia linearis</i>	0,016	seragam
5	<i>Cystopteris montana</i>	0,004	seragam
6	<i>Nephrolepis cordifolia</i>	0,002	seragam
7	<i>Adiantum tenerum</i>	0,002	seragam
8	<i>Pyrosia numularifolia</i>	0,002	seragam
9	<i>Pyrosia rasamalae</i>	0,002	seragam
10	<i>Asplenium nidus</i>	0000	seragam
11	<i>Stenochlaena palustris</i>	0000	seragam
12	<i>Lycopodium cernuum</i>	0,027	seragam
13	<i>Drymoglossum piloselloides</i>	0000	seragam
14	<i>Tectaria grandidentata</i>	0000	seragam
15	<i>Nephrolepis biserrata</i>	0000	seragam
16	<i>Pteris ensiformis</i>	0000	seragam

Berdasarkan pengelompokan Indeks Morisita (Id) adalah :

- a. $Id < 1$: Seragam
- b. $Id =$: Acak
- c. $Id >$: berkelompok (Krebs [11]).

Tumbuhan paku di Tahura Sultam Adam Mandiangin memiliki tipe pola distribusi seragam. Hal ini dikarenakan faktor biotik yang sesuai dengan pertumbuhan tumbuhan paku, selain itu adanya faktor kompetisi ruang dan waktu menyebabkan tipe pola distribusinya seragam.

d Potensi Tumbuhan Paku

Keanekaragaman jenis tumbuhan paku di Tahura Sultan Adam Mandiangin memiliki potensi yang cukup bagus. Tumbuhan paku yang ditemukan dapat dimanfaatkan sebagai sayuran, tanaman obat, dan tanaman hias.

Berdasarkan kategori jenis-jenis tumbuhan Indonesia yang terdaftar pada apendiks I, II, dan II CITIES dan IUCN, jenis-jenis tumbuhan paku yang ditemukan pada lokasi penelitian tidak tergolong dalam konservasi IUCN Red List, yang merupakan kriteria untuk mengevaluasi status kelangkaan suatu spesies.

KESIMPULAN

Pada ketinggian yang berbeda ditemukan 548 individu yang terdiri dari 16 jenis tumbuhan paku, diantaranya 8 jenis adalah tumbuhan paku terestrial dan 8 jenis tumbuhan paku epifit. Tumbuhan paku tersebut termasuk ke dalam 2 kelas yaitu Filicinae dan Lycopodinae, dengan pola distribusi yang seragam. Tumbuhan paku yang ditemukan di lokasi penelitian dapat dimanfaatkan sebagai tanaman hias, tanaman obat dan sayuran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tjitrosepomo, Siti Sutarmi, H. Sudarnadi dan A. Zakaria. 1983. Botani Umum 3. Angkasa. Bandung.
- [2] Tjitrosepomo, G. 1994. Taksonomi Tumbuhan. Gajah mada University Press. Yogyakarta.
- [3] Sulistyani, Yani, E. dan Widyastuti. A. 1997. Distribusi paku-pakuan di Lereng Selatan Gunung Slamet Baturaden, KPH Banyumas Timur. Fakultas Biologi Universitas Jendral Soedirman.
- [4] Kusriawati, S. 2005. Studi Taksonomi Vegetasi Bawah pada Jalur Pendakian Gunung Sinabung Karo. Universitas Sumatra Utara.
- [5] Noviasari, F. 2011. Karakterisasi dan analisis kandungan Nitrat tanaman pakis sayur (*Pleocnemia iiregularis*) di kecamatan Dramaga, Bogor. Fakultas Pertanian Istitut Pertanian Bogor.
- [6] Ewusie, J. Y. 1990. Pengantar Ekologi Tropika. ITB. Bandung.
- [7] Lubis, S. R. 2009. Keanekaragaman dan Pola distribusi tumbuhan paku di Hutan wisata alam taman eden kabupaten Toba Samosir, Provinsi Sumatra Utara. Tesis. Pasca Sarjana Universitas Sumatra Utara. Medan
- [8] Mackinson, K. G. Hatta, H. Halim. & A. Mangalik. 2000. Ekologi Kalimantan Buku III. Prenhallindo. Jakarta.
- [9] Wirakusumah, S. 2003. Dasar-dasar Ekologi bagi Populasi dan Komunitas. Edisi pertama. Univesitas Indonesia Press, Jakarta.
- [10] Loveless, A. R. 1989. Prinsip- prinsip Biologi Tumbuhan unuk Daerah Tropik 2. Gramedia Jakarta.

- [11] Krebs, C. Z. 1985. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Third Edition. New York: Harper and Row Publisher Inc.
- [12] Odum, P. E. 1996. Dasar-dasar Ekologi. Terjemahan Tjahyono Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [13] Suin, N. M. 2003. Metode Ekologi. Universitas Andalas. Padang

POLA SEBAR DAN KUANTITAS PATI PADA UMBI-UMBIAN YANG BERASAL DARI DATARAN TINGGI DAN DATARAN RENDAH DI SUMATERA BARAT

SPREAD PATTERNS AND QUANTITY STARCH OF TUBERS FROM THE HIGHLANDS AND LOWLANDS IN WEST SUMATRA

Gustina Indriati^{1*}, Lince Meriko², Nursyahra³

Prodi Biologi STKIP PGRI Sumatera Barat, Padang^{1,2,3}
Belanti Barat IV/12 Lolong, Padang, 081267446750^{1*}
gustina_indriati@yahoo.com

ABSTRACT

The potential diversity of plant starch source in West Sumatra particular and Indonesia in general must be explored. Each plant potentially producing different quantity and quality of starch. Therefore, to see the potential of plants produce starch needs to be compared to each other. In the end after each known potential to produce starch, it can be determined which is suitable for processing each tuber into food or other uses appropriate. Basic knowledge of the quality and quantity of starch at each plant producing starch is also necessary to diversify food. Although both contain starch, but there are variations in the pattern of spread and quantity of starch in each plant species. With the spread pattern variation and quantity of granular starch material descriptions can be helpful in the field of biology to classify these plants at the level of species and varieties. For it research on patterns of spread and quantity of starch in tubers derived from the highlands and lowlands in West Sumatra has done on December 2013 in the laboratory of Botany, Biology Education Program STKIP West Sumatra. From this study showed that the pattern of spread and quantity of starch in each of the different bulbs.

Key words : patterns of spread , quantity , starch , tuber

ABSTRAK

Kekayaan keragaman tumbuhan sumber pati yang ada di Sumatera Barat khususnya dan di Indonesia pada umumnya harus terus menerus digali potensinya. Setiap jenis tumbuhan yang berpotensi penghasil pati berbeda pula kuantitas dan kualitas pati yang dihasilkannya. Oleh sebab itu untuk melihat potensi tumbuhan menghasilkan pati perlu dibandingkan satu sama lain. Pada akhirnya setelah diketahui potensi masing-masing dalam menghasilkan pati maka dapat ditentukan pengolahan yang cocok untuk masing-masing umbi menjadi makanan atau kegunaan lainnya yang tepat. Pengetahuan dasar mengenai kualitas dan kuantitas pati pada setiap tanaman penghasil pati adalah juga modal dasar yang sangat diperlukan untuk melakukan diversifikasi pangan. Meskipun sama-sama mengandung pati, namun ada variasi pola sebar dan kuantitas pati pada setiap jenis tumbuhan. Dengan adanya variasi pola sebar dan kuantitas granular pati dapat dijadikan bahan pertelaan yang sangat membantu dalam bidang biologi untuk mengelompokkan tumbuhan tersebut pada tingkat jenis maupun varietas. Untuk itu telah dilakukan penelitian tentang pola sebar dan kuantitas pati pada umbi-umbian yang berasal dari dataran tinggi dan dataran rendah di Sumatera Barat pada Desember 2013 di laboratorium Botani, Program Studi Pendidikan Biologi STKIP Sumatera Barat. Dari penelitian didapatkan hasil bahwa jenis, pola sebar dan kuantitas pati pada masing-masing umbi berbeda-beda.

Kata kunci: pola sebar, kuantitas, pati, umbi

PENDAHULUAN

Kebutuhan pangan terutama karbohidrat sebagai makanan pokok merupakan permasalahan yang sangat penting di Indonesia. Kebutuhan pangan tersebut terus meningkat setiap tahun seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Untuk mengimbangi peningkatan kebutuhan tersebut, produksi sumber karbohidrat terutama beras terus dipacu agar jumlah produksinya tetap mencukupi kebutuhan masyarakat. Dalam upaya mendukung program percepatan keanekaragaman konsumsi pangan berbasis sumber daya lokal, pengembangan kelompok tumbuhan sumber karbohidrat/pati khususnya umbi-umbian perlu mendapat perhatian.

Pati adalah suatu karbohidrat yang berbentuk granula yang terdapat dalam organ tumbuhan seperti pada biji-bijian serelia (jagung, gandum, sorgum, dan beras), umbi (kentang, gadung) dan akar (ubi kayu dan bengkoang) [1]. Granula pati sering kali berbentuk spesifik pada suatu tumbuhan sehingga dapat dibedakan antar jenis tumbuhan berbeda. Bentuk granula pati bervariasi dari bentuk butiran, lonjong berlamella dan memanjang. Granula pati tersebar dalam jaringan dalam jumlah yang sangat bervariasi [2].

Sampai sekarang Indonesia masih tercatat sebagai negara pengimpor produk pati termodifikasi. Tingginya nilai impor Indonesia akan produk pati termodifikasi atau dekstrin maupun produk modifikasi lainnya menggambarkan tingginya tingkat kebutuhan Indonesia akan produk tersebut terutama bagi industri pangan maupun nonpangan, sedangkan potensi dan peluang pati dari sumber karbohidrat, umbi-umbian sangat besar dan tersebar di seluruh pelosok Indonesia [3].

Kelompok umbi-umbian sumber pati yang belum banyak dimanfaatkan di Indonesia khususnya Sumatera Barat antara lain umbi gadung, ubi kayu, ubi talas/keladi, ubi jalar dan bengkuang. Umbi-umbian ini merupakan beberapa bahan pangan lokal yang berpotensi untuk dikembangkan di masa yang akan datang.

Pada penelitian terdahulu telah diketahui bahwa pada gadung *Dioschorea bulbifera* diketahui bahwa antar populasi ditemukan adanya variasi genetik [4]. Hal ini mengindikasikan bahwa populasi gadung jenis ini sudah ada secara alami dalam waktu yang panjang. Penelitian tentang pembuatan tepung bengkuang dengan konsentrasi Natrium Metabisulfit telah dilakukan oleh Damayanti [5], tetapi penelitian tentang pola sebaran pati untuk masing-masing umbi-umbian yang tersebar di Sumatera Barat belum pernah dilakukan. Berdasarkan latar belakang diatas maka telah dilakukan penelitian tentang Identifikasi Pola Sebar Dan Kuantitas Pati Pada Umbi-umbian Yang Berasal dari Dataran Tinggi dan Dataran Rendah di Sumatera Barat

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dari bulan Nopember 2013 sampai bulan Februari 2014. Sampel umbi-umbian di koleksi dari Padang dan Bukittinggi. Proses pemeriksaan pati dilakukan di Laboratorium Botani Program Studi Pendidikan Biologi STKIP PGRI Sumatera Barat.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroskop, kaca objek, kaca penutup, kamera digital, kuas kecil, label, dan silet. Bahan yang digunakan adalah umbi gadung, ubi kayu, ubi talas, bengkuang dan ubi jalar, larutan fiksatif Formalin Acetic Acid Alcohol (FAA), formalin 4%, dan aquades.

Pemeriksaan Sebaran Pati dalam Jaringan

Pada penelitian ini dibuat preparat segar irisan memanjang permukaan bawah epidermis umbi gadung, umbi ubi kayu, umbi ubi talas, umbi bengkuang dan umbi ubi jalar untuk mengamati pola sebar dan kuantitas patinya. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Umbi gadung, umbi ubi kayu, umbi ubi talas, umbi bengkuang dan umbi ubi jalar diambil di Padang dan Bukittinggi, Sumatera Barat dan dibawa ke lokasi penelitian.
2. Umbi gadung, umbi ubi kayu, umbi ubi talas, umbi bengkuang dan umbi ubi jalar yang dipakai sebagai sampel dibuat irisan melintangnya.
3. Masing-masing irisan diletakkan pada kaca benda, lalu ditetesi dengan air. Preparat ditutup dengan kaca penutup dan diamati di mikroskop pada pembesaran 10X10 dan 40x10.

Parameter Pengamatan

Pola sebar dan kuantitas pati beberapa umbi-umbian meliputi:

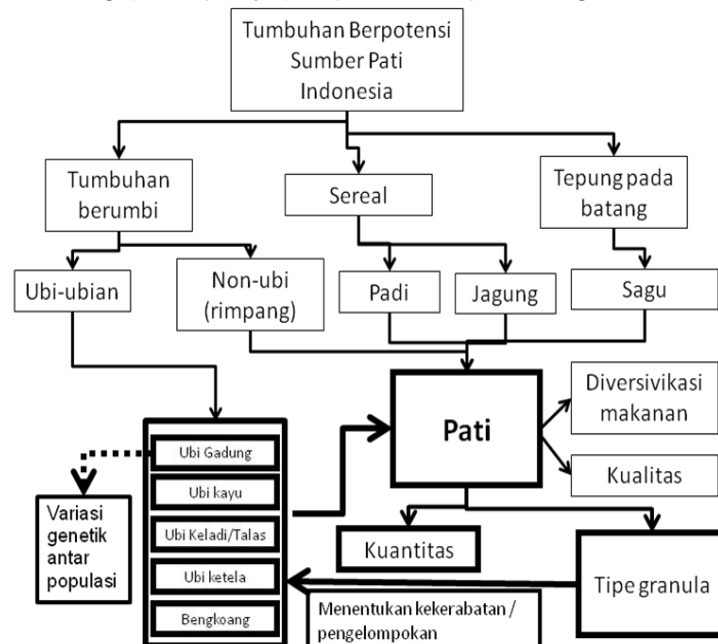
1. Jenis Pati
2. Pola sebar pati dalam satu sel korteks
3. Jumlah granula pati dalam satu sel korteks

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif, yaitu menggambarkan dan menginterpretasi jenis, pola sebar dan kuantitas pati umbi-umbian.

Bagan Alir Penelitian

Penelitian yang dilakukan baik yang telah dilakukan maupun yang akan dilakukan sekarang dan masa datang (selanjutnya) dapat dilihat pada bagan Gambar 1 berikut.



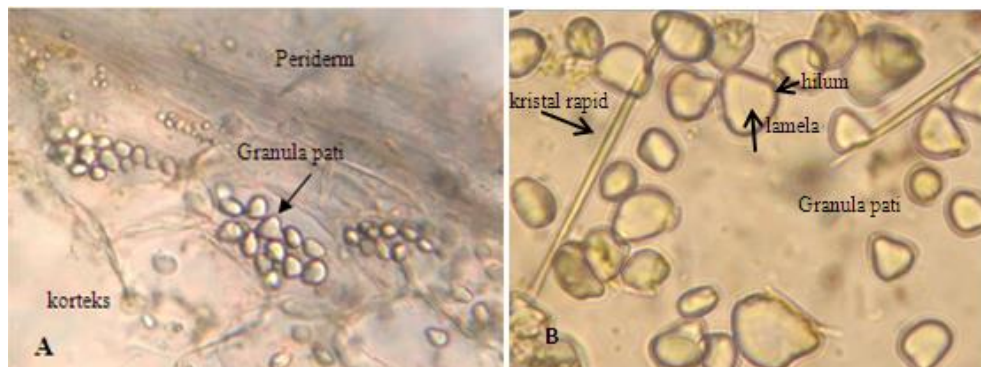
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian tumbuhan berpotensi penghasil pati. Kotak pada garis putus-putus sudah diteliti, sedangkan kotak dengan garis tebal adalah penelitian yang dilakukan sekarang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang telah dilakukan tentang identifikasi, jenis, pola sebar dan kuantitas pati terhadap umbian-umbian yang ada di Sumatera barat didapatkan hasil sebagai berikut.

Gadung (*Dioscorea bulbifera* L.)

Pada sayatan melintang umbi *Dioscorea bulbifera* terlihat sebaran pati (amilum) dalam jaringan korteks. Pati pada *Dioscorea bulbifera* tersebar dengan pola sebar tidak teratur (acak) dan tidak penuh mengisi sel, dengan jumlah pati dalam satu sel itu berkisar antara $\pm 9-14$ granula pati (Gambar 2). Menurut Mulyani [6] pati dipecah dan diubah menjadi gula untuk disimpan di dalam jaringan, yang nantinya dapat disintesis kembali di dalam amiloplas.



Gambar 2. Sayatan Melintang Umbi *Dioscorea bulbifera*, A. Sebaran granula pati dalam jaringan korteks, B. Kristal rapid dan granula pati

Butir besar granula pati pada *Dioscorea bulbifera* menunjukkan lapisan yang mengelilingi sebuah titik di pinggir granula yang disebut lamela. Titik tempat terpusatnya lamela disebut hilum. Pati dengan hilum terletak di pinggir disebut pati eksentris (Gambar 2B). Menurut Hidayat [7] pada butir tepung (amilum) biasanya tampak adanya lapisan mengelilingi titik atau hilum yang disebut lamella.

Jenis pati pada *Dioscorea bulbifera* ini adalah pati tunggal atau *monoadelf* yaitu butir amilum yang mempunyai sebuah hilum yang dikelilingi oleh lamela. Mulyani [6] menyatakan bahwa butir amilum yang mempunyai sebuah hilum yang dikelilingi oleh lamella disebut pati tunggal (*monoadelf*).

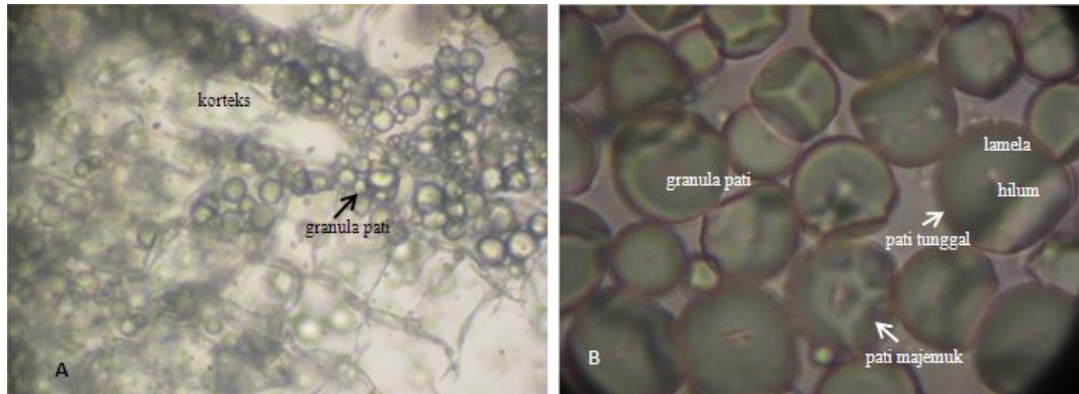
Ubi Kayu (*Manihot utilissima*)

Umbi pada *Manihot utilissima* jika disayat melintang terlihat pola sebaran pati dalam jaringan korteks yang tidak teratur dengan penyebaran pati yang memenuhi sel. Jumlah granula pati *Manihot utilissima* dalam satu jaringan itu berkisar antara $\pm 7-12$ granula pati (Gambar 3). Hidayat (1995)⁷ menyatakan bahwa pati merupakan zat ergastik yang paling umum. Butir pati yang dibentuk dalam kloroplas selanjutnya dapat terurai dan diangkut dalam bentuk gula ke dalam jaringan penyimpanan cadangan makanan.

Pati pada *Manihot utilissima* adalah pati sentris yaitu hilum terletak di tengah granula, dengan hilum dikelilingi oleh lamela (Gambar 3B). Mulyani [6] dan Hidayat [7] menyatakan bahwa tumbuhan memiliki 2 tipe pati yaitu pati sentris dan pati eksentris.

Pati tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama yaitu amilosa, amilopektin dan material antara seperti, protein dan lemak. Umumnya pati mengandung 15–30% amilosa, 70–

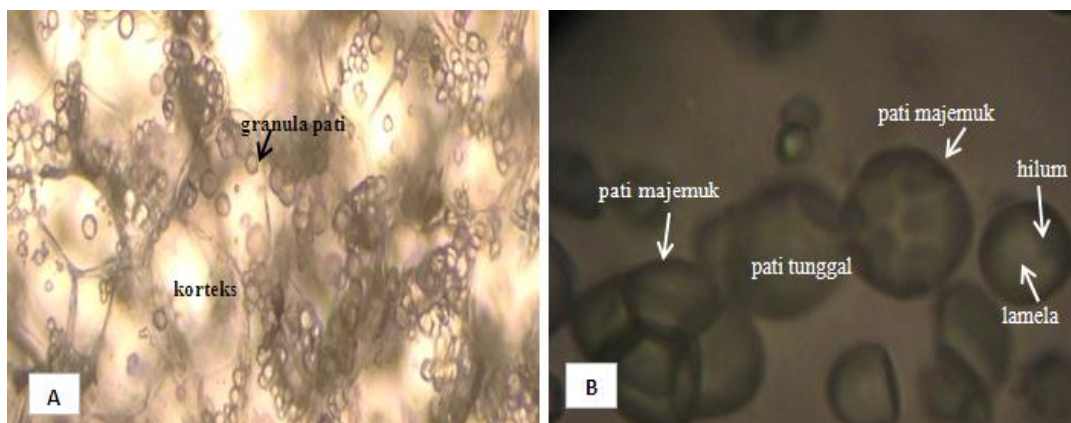
85% amilopektin dan 5–10% material antara. Struktur dan jenis material antara tiap sumber pati berbeda tergantung sifat-sifat botani sumber pati tersebut.



Gambar 3. Sayatan melintang Umbi Manihot utilissima, A. Sebaran granula pati dalam jaringan korteks, B. Granula pati yang memperlihatkan jenis pati

Talas (*Colocasia esculenta*)

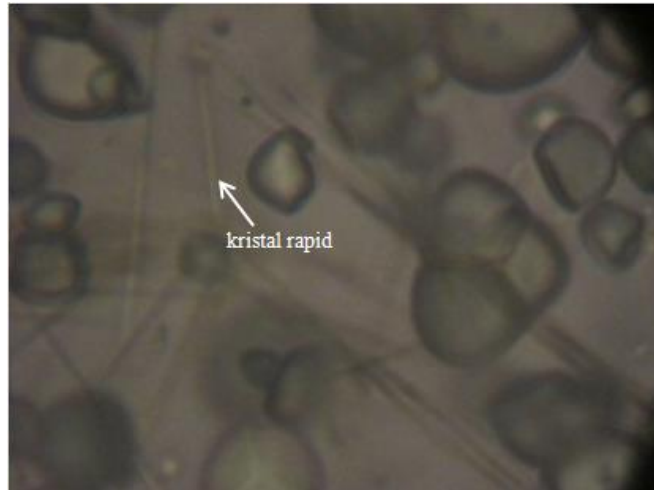
Umbi *Colocasia esculenta* disayat melintang terlihat mengandung pati yang tersebar dalam korteks. Pola sebar pati tidak teratur dengan sel korteks tidak seluruhnya dipenuhi oleh pati. Jumlah pati dalam satu sel berkisar antara 6-35 granula pati dimana dalam satu sel tersebut terdapat pati tunggal dan pati majemuk (Gambar 4).



Gambar 4. Sayatan Melintang *Colocasia esculenta* A. Sebaran granula pati dalam jaringan korteks, B. Granula pati

Pati pada umbi *Colocasia esculenta* adalah pati sentris yaitu hilum terletak di tengah granula, dengan hilum dikelilingi oleh lamela (Gambar 4B). Menurut Mulyani [6] dan Hidayat [7] tumbuhan memiliki 2 tipe pati yaitu pati sentris dan pati eksentris.

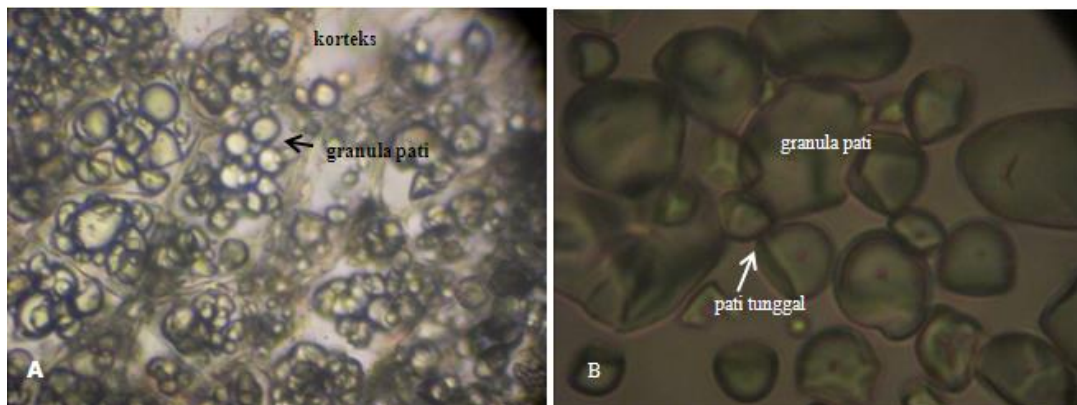
Pada umbi *Colocasia esculenta* juga terdapat kristal rapid yang tersebar dalam jaringan korteks (Gambar 5). Mulyani [6] dan Hidayat [7] mengatakan kalau kristal rapid merupakan salah satu zat ergastik.



Gambar 5. Kristal Rapid pada Umbi *Colocasia esculenta*

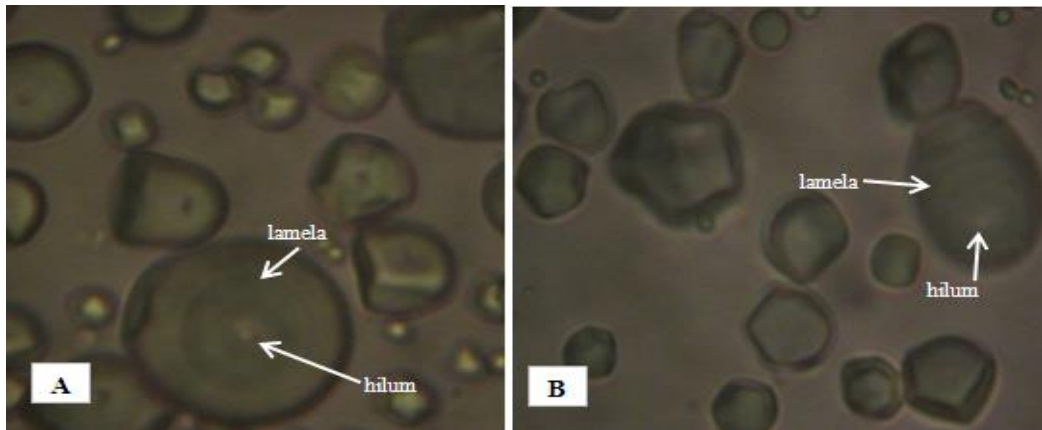
Ketela Rambut (*Ipomoea batatas*)

Pada sayatan melintang umbi *Ipomoea batatas* terlihat bahwa pola sebaran patinya sama dengan umbi-umbi yang lain yaitu tersebar dalam korteks secara tidak teratur. Jumlah pati dalam satu sel $\pm 6-21$ granula pati, dimana granula pati memenuhi sel korteks. Jenis pati pada *Ipomoea batatas* ini adalah pati tunggal atau *monoadelf* yaitu butir amilum yang mempunyai sebuah hilum yang dikelilingi oleh lamella (Gambar 6). Mulyani [6] menyatakan bahwa butir amilum yang mempunyai sebuah hilum yang dikelilingi oleh lamella disebut pati tunggal (*monoadelf*).



Gambar 6. Sayatan Melintang *Ipomea batatas*, A. Sebaran Granula Pati dalam Jaringan Korteks, B. Granula Pati

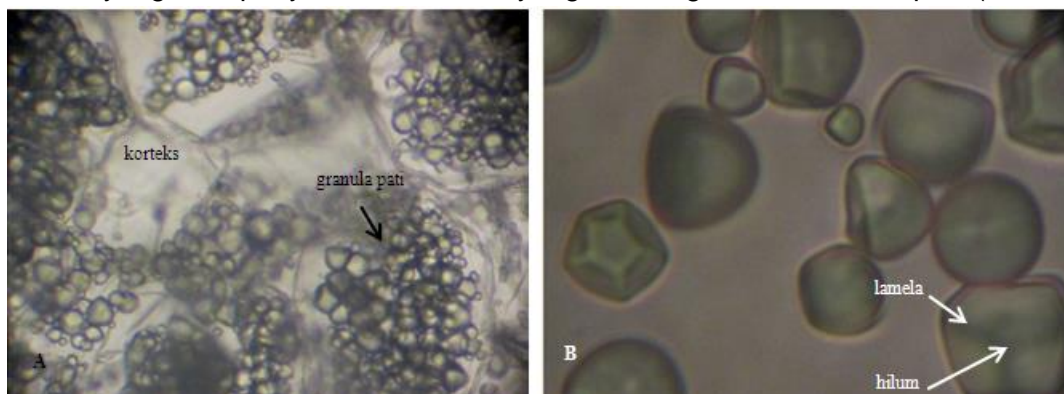
Butir besar granula pati pada *Ipomoea batatas* menunjukkan lapisan lamela dan hilum yang jelas. Tipe pati *Ipomoea batatas* yaitu sentris dimana hilum terletak ditengah granula dan eksentris dimana pati dengan hilum terletak di pinggir granula (Gambar 7). Menurut Hidayat [7] pada butir tepung (amilum) biasanya tampak adanya lapisan mengelilingi titik atau hilum yang disebut lamella.



Gambar 7. Granula pati *Ipomoea batatas*, A. Pati Tipe Sentris, B. Pati Tipe Eksentris

Bengkung (*Pachyrhizus erosus*)

Umbi *Pachyrhizus erosus* disayat melintang terlihat mengandung pati yang tersebar dalam jaringan korteks. Pola sebar pati dalam jaringan korteks adalah teratur dimana semua sel dipenuhi oleh granula pati. Jumlah pati dalam satu jaringan itu berkisar antara $\pm 27-100$ granula pati. Jenis pati pada *Pachyrhizus erosus* ini adalah pati tunggal atau *monoadelf* yaitu butir amilum yang mempunyai sebuah hilum yang dikelilingi oleh lamella. Tipe (Gambar 8).



Gambar 8. Sayatan Paradermal *Pachyrhizus erosus*, A. Sebaran granula pati dalam jaringan korteks, B. granula pati tipe sentris dengan jenis pati tunggal (*monoadelf*)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pati pada umbi *Dioscorea bulbifera* tersebar dengan pola sebar tidak teratur (acak) dan tidak penuh mengisi sel, jumlah pati dalam satu sel itu berkisar antara $\pm 9-14$ granula, tipe pati yaitu pati eksentris dengan jenis pati tunggal atau *monoadelf*, juga terdapat kristal rapid.
2. Pati pada umbi *Manihot utilissima* memiliki pola sebar yang tidak teratur dengan penyebaran pati yang memenuhi sel korteks. Jumlah granula pati dalam satu jaringan itu berkisar antara $\pm 7-12$ granula dan tipe pati adalah sentris dengan jenis pati tunggal atau *monoadelf* dan pati majemuk atau *poliadelf*
3. Pati pada umbi *Colocasia esculenta* memiliki pola sebar pati tidak teratur dengan sel korteks tidak seluruhnya dipenuhi oleh pati. Jumlah pati dalam satu sel berkisar antara 6-35 granula pati, dalam satu sel tersebut terdapat pati tunggal dan pati majemuk. Tipe pati adalah pati sentris dengan jenis pati tunggal atau *monoadelf* dan pati majemuk atau *poliadelf* dan pada umbi juga terdapat kristal rapid.

4. Pati umbi *Ipomoea batatas* memiliki pola sebaran pati dalam korteks secara tidak teratur. Jumlah pati dalam satu sel \pm 6-21 granula pati, dimana granula pati memenuhi sel korteks, jenis pati adalah pati tunggal atau *monoadelf* dengan tipe pati sentris dan eksentris
5. Pati umbi *Pachyrhizus erosus* memiliki pola sebar pati dalam jaringan korteks adalah teratur dimana semua sel dipenuhi oleh granula pati. Jumlah pati dalam satu jaringan itu berkisar antara \pm 27-100 granula pati dan adalah pati tunggal atau *monoadelf* dengan tipe sentris.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disarankan untuk melihat bentuk dan karyotip umbi-umbian yang tersebar di Sumatera Barat, sehingga bisa menambah informasi tentang umbi-umbian yang banyak tersebar di Sumatera Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Samsuri, B. 2008. Penggunaan Prigelatinisasi. FMIPA. UI
- [2] Fahn, A. 1992. Anatomi Tumbuhan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- [3] Nusifera, S dan A. Kurniawan. 2009. Respon Tanaman Bengkuang Budidaya (*Pachyrhizus erosus* L. Urban) Terhadap Pemangkasan Reproduksi Untuk karakter Hasil dan Kualitas Ubi. Jurnal Bionatura 11(1) : 1-10. Unpad. Bandung.
- [4] Damayanti, K. 2010. Pembuatan Tepung Bengkuang Dengan Kajian Konsentrasi Natrium Metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) dan Lama Perendamannya. Skripsi. Program Studi Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Surabaya.
- [5] Maideliza, T. dan Mansyurdin. 2005. Keragaman protein *Dioscorea bulbifera* L. dengan memakai poliakrilamid gel elektroforesis. *Makara*. UI.
- [6] Mulyani, E.S. 2006. Anatomi Tumbuhan. Kanisius. Yogyakarta.
- [7] Hidayat, E. B. 1995. Anatomi Tumbuhan Berbiji. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

PERANAN INOKULASI PSEUDOMONAD FLUORESEN DAN BLOOD DISEASE BACTERIA (BDB) PADA PLANLET PISANG TERHADAP PRODUKSI ENZIM PEROKSIDASE

ROLE OF FLUORESCENT PSEUDOMONADS AND *BLOOD DISEASE BACTERIA* (BDB) INOCULATION ON BANANA PLANTLETS PEROXIDASE PRODUCTION

Linda Advinda^{1*}, Azwir Anhar²

Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Padang^{1*}

linda_advinda@yahoo.com; 08126724308

Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Padang²

ABSTRACT

Blood Disease Bacteria (BDB) is a major disease that causes a decrease in banana production in Indonesia. An alternative to control the disease is application of biological control agent fluorescent pseudomonads. Fluorescent pseudomonads have the ability to trigger plant's enzyme defense activity, such as peroxidase. The purpose of this study was to determine the effect of the inoculation of fluorescent pseudomonads biological control agents and *Blood Disease Bacteria* (BDB) pathogen on banana plantlets. Parameter measures was production of peroxidase. Completely randomized design with 6 treatments and 3 replications was used in this study. Six treatments were used, namely A= control (without Pf, without BDB), B= BDB inoculation (without Pf), C= inoculation of PfMp.2 (without BDB), D= inoculation of PfMp.2 (BDB inoculation), E= inoculation PfCas.3 (without BDB), F= inoculation of PfCas.3 (BDB inoculation). Peroxidase enzyme activity was measure by *Spectro UV-Vis RS Spectrophotometer UV-2500*. Data were analyzed using ANOVA and further test using DNMRT with 5% significance level. The result showed that theinoculation of fluorescent pseudomonads did not increase the peroxidase activity of banana plantlets at 2 days after BDB inoculation. The increase in peroxidase activity, in the contrary, occurred at the inoculation of PfMp.2 and PfCas.3 treatment after 6 days of BDB inoculation.

Keywords: Fluorescent pseudomonads, *Blood Disease Bacteria*

ABSTRAK

Blood Disease Bacteria (BDB) adalah penyakit utama yang menjadi penyebab penurunan produksi pisang di Indonesia. Salah satu alternative pengendalian penyakit ini ialah dengan menggunakan agens hayati pseudomonad fluoresen karena memiliki kemampuan memicu aktivitas enzim pertahanan tanaman, diantaranya peroksidase. Tujuan penelitian yang dilakukan ialah untuk mempelajari pengaruh inokulasi agen pengendali hayati pseudomonad fluoresen dan patogen *Blood Disease Bacteria* (BDB) terhadap aktivitas peroksidase planlet pisang. Rancangan penelitian Acak Lengkap dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan ialah A= Kontrol (tanpa Pf, tanpa BDB), B= Inokulasi BDB (tanpa Pf), C= Introduksi PfMp.2 (tanpa BDB), D= Introduksi PfMp.2 (inokulasi BDB), E= Introduksi PfCas.3 (tanpa BDB), F= Introduksi PfCas.3 (inokulasi BDB). Aktivitas enzim peroksidase diamati dengan mengukur ekstrak kasar menggunakan *Spectro UV-Vis RS Spectrophotometer UV-2500*. Analisis data dilakukan dengan ANOVA dan uji lanjut DNMRT pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi pseudomonad fluoresen sebagai biokontrol tidak meningkatkan aktivitas peroksidase planlet pisang pada 2 hari setelah inokulasi patogen BDB. Peningkatan aktivitas peroksidase terjadi pada perlakuan inokulasi biokontrol PfMp.2 dan PfCas.3 setelah 6 hari inokulasi patogen BDB.

Kata kunci: Pseudomonad fluoresen, *Blood Disease Bacteria*, *Musa* sp., peroksidase

PENDAHULUAN

Pisang (*Musa paradisiaca* L.) merupakan salah satu komoditi yang berpotensi tinggi untuk ketahanan pangan dan agribisnis Indonesia. Tanaman pisang terdiri dari berbagai kultivar. Budidaya tanaman ini tidak rumit, dan dapat tumbuh hampir di seluruh pelosok Indonesia. Disamping itu, tanaman pisang sangat potensial dikembangkan, baik untuk pasar di dalam maupun di luar negeri, karena mempunyai keunggulan komparatif yang tinggi.

Potensi pengembangan pisang mengalami beberapa kendala, terutama tingginya serangan hama dan penyakit yang mewabah dalam tiga dasawarsa terakhir [1]. Penyakit utama yang menjadi penyebab rendahnya produksi pisang di Indonesia ialah penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Blood Disease Bacteria* (BDB). Inang utama dari BDB adalah semua jenis pisang (*Musa*), terutama pisang olahan (ABB). Bakteri ini dapat menyerang semua bagian tanaman pisang, seperti daun, akar, batang, bunga dan buah. Di Indonesia, BDB diperkirakan menyebar dengan kecepatan 25 km per tahun melalui serangga pengunjung bunga. Sampai saat ini belum ada satu jenis pisangpun yang tahan terhadap BDB [2].

Berbagai pengendalian telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan serangan BDB, antara lain pengendalian secara mekanis dan kimiawi. Pengendalian secara mekanis hanya mampu mengurangi kerugian yang ditimbulkan tetapi tidak menekan pertumbuhan penyakit. Pengendalian secara kimiawi dengan menggunakan pestisida tidak saja mahal tetapi juga mencemari lingkungan dan belum tentu berhasil [3]. Sebagai salah satu alternatif untuk pengendalian penyakit layu bakteri pada tanaman pisang adalah dengan mengoptimalkan fungsi agens hayati seperti pseudomonad fluoresen. Pseudomonad fluoresen dapat menginduksi ketahanan tanaman karena kemampuannya menghasilkan zat pengatur tumbuh, meningkatkan ketersediaan fosfat bagi tanaman, dan menghasilkan senyawa yang merupakan sinyal bagi tanaman untuk memproduksi fitoaleksin yaitu senyawa metabolit sekunder yang bersifat antimikroba. Agrios [4] mengemukakan ketahanan tanaman dapat terinduksi dengan menginokulasikan tanaman terlebih dahulu dengan agens penginduksi, dan mekanismenya dikenal dengan istilah imunisasi.

Inokulasi patogen, bukan patogen, dan metabolit asal mikrob pada tanaman dapat menginduksi ketahanannya terhadap patogen. Satu jenis agen penginduksi dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai jenis patogen [5]. Srivastava dan Shalini [6] melaporkan lima galur pseudomonad fluoresen mempunyai aktivitas antimikroba terhadap beberapa jenis cendawan seperti *Alternaria cajani*, *Curvularia lunata*, *Fusarium* sp., *Bipolaris* sp. dan *Helminthosporium* sp. Leeman *et al.*, 1995 *cit* Bakker *et al.*, [7] melaporkan aplikasi *Pseudomonas fluorescens* WCS374 pada tanaman lobak di rumah kaca dapat menginduksi ketahanan sistemik tanaman tersebut terhadap *Fusarium* penyebab penyakit layu.

Akar tanaman zaitun yang di introduksi dengan beberapa galur *P. fluorescens* sangat berpengaruh dalam mengurangi insiden penyakit layu yang disebabkan oleh *Verticillium* [8]. Sedangkan Paul dan Sarma [9] mengemukakan tanaman lada hitam yang diintroduksi beberapa galur *P. fluorescens* berpotensi menekan penyakit busuk akar yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici* di rumah kaca.

Induksi ketahanan suatu tanaman dapat diidentifikasi dari terbentuknya senyawa metabolit sekunder berupa fitoaleksin dan meningkatnya aktivitas enzim-enzim pertahanan. Peroksidase adalah salah satu enzim yang aktivitasnya mempengaruhi ketahanan tanaman. Govindappa *et al.*, [10] melaporkan aplikasi *P. fluorescens* pada tanaman safflower (*Carthamus tinctorius* L.) dapat meningkatkan aktivitas peroksidase setelah diinokulasi

cendawan *Macrophomina phaseolina* penyebab penyakit busuk akar. Aktivitas peroksidase tertinggi setelah 6 hari inokulasi *M. phaseolina*, dan terjadi resistensi terhadap patogen tersebut. *P. fluorescens* isolat CTPf31 dan CTPf36 sangat efektif dalam meningkatkan peroksidase dibandingkan isolat CTPf9, CTPf10 dan CTPf23.

Peroksidase berperan penting dalam pembentukan lignin, dan aktivitasnya mempengaruhi ketahanan tanaman terhadap penyakit [11]. Chen *et al.*, 2000, *cit* Paulitz *et al.*, [12] mengemukakan bahwa introduksi *P. fluorescens* pada tanaman dapat menginduksi enzim pertahanan tanaman fenilalanin amonia liase, peroksidase, dan polifenol oksidase, dan lain-lain. Ramamoorthy *et al.*, [13] melaporkan introduksi *P. fluorescens* galur Pf-1 pada tanaman tomat mampu menginduksi aktivitas peroksidase terhadap patogen *Pythium* maupun *F. oxysporum* F.sp. *lycopersici*. Oleh karena itu penerapan *P. fluorescens* dalam meningkatkan aktivitas enzim ketahanan tanaman terhadap penyakit mempunyai peluang untuk dikembangkan.

Hasil uji *in vitro* dari pseudomonad fluoresen isolat Mp.2 dan Cas 3 terhadap BDB memperlihatkan kemampuan terbaik dalam menghasilkan antibiotik dan siderofor [14]. Selanjutnya Doni [15] melaporkan pseudomonad fluoresen isolat Cas.3 terbaik dalam meningkatkan tinggi tanaman padi, isolat Cas.3 dan Mp.2 terbaik dalam meningkatkan jumlah anakan padi, dan isolat Mp.2 terbaik dalam meningkatkan bobot basah tanaman padi. Kemampuan pseudomonad fluoresen isolat Mp.2 dan Cas.3 dalam menginduksi aktivitas peroksidase terhadap BDB pada planlet pisang belum diketahui. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mempelajari aktivitas peroksidase planlet pisang yang diinokulasi pseudomonad fluoresen Mp.2 dan Cas.3, dan BDB.

METODE PENELITIAN

Pseudomonad fluoresen yang digunakan adalah isolat Mp.2 dan Cas.3. Buah pisang yang terserang BDB di ambil di Nagari Surian, Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat. Planlet yang digunakan adalah planlet pisang ambon hijau yang diperoleh dari PT. Dafa Teknoargo Mandiri Bogor. Rancangan penelitian yang digunakan ialah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan ialah inokulasi pseudomonad fluoresen isolat Mp.2 dan Cas.3, serta BDB pada planlet pisang. Perlakuan tersebut yaitu: A = Kontrol (tanpa introduksi Pf, tanpa inokulasi BDB); B = Inokulasi BDB (tanpa introduksi isolat Pf); C = Introduksi Pf Mp.2 (tanpa inokulasi BDB); D = Introduksi Pf Mp.2, inokulasi BDB; E = Introduksi Pf Cas.3 (tanpa inokulasi BDB); dan F = Introduksi Pf Cas.3, inokulasi BDB. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Anova dan uji lanjut DNMRT pada taraf nyata 5%.

Peremajaan dan Perbanyakan Pseudomonad Fluoresen

Pseudomonad fluoresen isolat Mp.2 dan Cas.3 dihomogenkan dengan *vortex* dan diremajakan dalam cawan Petri pada medium King's B padat dengan metode gores, dan diinkubasi selama 48 jam. Perbanyakan inokulum dilakukan dengan mengambil satu ose biakan murni dalam cawan Petri, kemudian dibiakkan dalam medium 25 mL King's B cair dalam erlemeyer 100 mL dan digoyang selama 24 jam (pra-kultur). Kemudian diambil 1 mL pra-kultur dan dimasukkan ke dalam 50 mL medium King's B cair dan digoyang selama 2 x 24 jam (kultur utama).

Penyediaan BDB

BDB diisolasi dari buah pisang yang terserang BDB yaitu daging buah berlendir dan berwarna kemerahan. Buah pisang dikupas kulitnya dan direndam dalam alkohol 70 % selama 2 menit, kemudian dibilas dengan akuades steril dan dipotong dengan ukuran 1 cm³ (terbawa jaringan sakit dan sehat). Selanjutnya jaringan tersebut digerus dan disaring dengan kain kasa, kemudian dilakukan pengenceran suspensi hingga populasi BDB mencapai 3 x 10⁸ sel/mL (berdasarkan skala 1 McFarland's).

Introduksi Pseudomonad Fluoresen

Akar planlet pisang direndam dalam 10 mL suspensi pseudomonad fluoresen (populasi 3 x 10⁸ sel/mL, skala 1 McFarland's) selama 15 menit sesuai perlakuan C, D, E, dan F. Selanjutnya planlet pisang ditanam dalam gelas plastik yang telah berisi tanah, lalu diletakkan di laboratorium selama 2 minggu. Setelah 2 minggu pisang dipindahkan ke *polybag* yang telah berisi tanah ke rumah kaca.

Inokulasi BDB

Tanaman pisang yang telah berumur 9 minggu setelah inokulasi Pf, selanjutnya diinokulasi patogen BDB sesuai perlakuan (perlakuan B, D, dan F) dengan cara menyuntikkan 0,5 mL suspensi BDB pada batang semu tanaman pisang. Pengamatan dilakukan pada hari ke 2 dan 6 setelah inokulasi BDB dengan cara mengukur konsentrasi enzim peroksidase.

Pengukuran Konsentrasi Peroksidase

Daun segar tanaman pisang ditimbang sebanyak 1 gram dipotong-potong sampai halus, kemudian jaringan dihancurkan dengan mortar dan ditambahkan 2,5 mL 0,5 M dapar kalium fosfat pH 7 dan 0,1 gram PVP. Campuran tersebut diambil ekstraknya dan disaring dengan dua lapis kain kasa, disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 7 menit (2x) pada suhu 4 °C. Supernatan digunakan untuk mengukur aktivitas peroksidase. Aktivitas peroksidase diukur dengan memasukkan ekstrak kasar sebanyak 0,2 mL ditambah 5 mL larutan pirogalol (0,631 gram pirogalol dalam dapar fosfat 0.005 M, pH 6, dan volume akhir 100 mL), dimasukkan kedalam kuvet, kemudian dikocok. Kuvet diletakkan pada spektrofotometer, kemudian angka absorban diatur sampai menunjukkan angka nol pada panjang gelombang 420 nm dan dicatat nilai absorbansinya. Kuvet kemudian dikeluarkan dan ditambah 0.5 mL larutan H₂O₂ 1 %, dikocok, dan segera absorbannya diukur pada panjang gelombang yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tabel 1 memperlihatkan konsentrasi enzim peroksidase planlet pisang yang diinokulasi isolat pseudomonad fluoresen dan BDB (2 hari setelah inokulasi) tidak memberikan pengaruh yang nyata untuk setiap perlakuan. Disamping itu, aktivitas peroksidase tidak dipengaruhi oleh jenis isolat pseudomonad fluoresen.

Setelah 6 hari inokulasi BDB, hasil analisis statistik memperlihatkan adanya pengaruh yang nyata dari perlakuan yang diberikan. Pada perlakuan D dan F, aktivitas peroksidasesnya adalah 1,36 g/menit berbeda nyata dengan perlakuan A dan B. Sebaliknya aktivitas peroksidase pada perlakuan C dan E tidak berbeda nyata dengan perlakuan A, B, D, dan F.

Tabel 1. Konsentrasi peroksidase planlet pisang 2 hari setelah inokulasi BDB (perubahan absorbans/g/menit)

Perlakuan	Aktivitas Peroksidase	Hari ke
A. Kontrol (tanpa Pf, tanpa BDB)	1,29	2
F. Introduksi PfCas.3, inokulasi BDB	1,33	2
E. Introduksi PfCas.3 tanpa BDB	1,35	2
B. Inokulasi BDB, tanpa Pf	1,40	2
C. Introduksi PfMp.2, tanpa BDB	1,40	2
D. Introduksi PfMp.2, inokulasi BDB	1,44	2
B. Inokulasi BDB, tanpa Pf	0,84 a	6
A. Kontrol (tanpa Pf, tanpa BDB)	0,95 a	6
C. Introduksi PfMp.2, tanpa BDB	1,05 ab	6
E. Introduksi PfCas.3 tanpa BDB	1,17 ab	6
D. Introduksi PfMp.2, inokulasi BDB	1,36 b	6
F. Introduksi PfCas.3, inokulasi BDB	1,36 b	6

Ket: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DNMRT dengan taraf 5%.

Pembahasan

Pseudomonad fluoresen adalah kelompok agens hayati yang berpengaruh menguntungkan bagi tanaman karena dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen. Samiyappan [6] melaporkan introduksi *P. fluorescens* galur Pf-1 dapat menginduksi ketahanan tanaman padi dan kapas secara sistemik terhadap bakteri *Xanthomonas*. Hal ini disebabkan karena *P. fluorescens* galur Pf-1 mampu memproduksi antibiotik DAPG, phenazine, pyrrolnitrin dan HCN, serta enzim litik seperti kitinase dan glukonase. Disamping itu bakteri ini mampu menekan serangan patogen seperti cendawan, bakteri dan virus.

Ketahanan tanaman terhadap suatu patogen dikendalikan oleh satu atau beberapa enzim. Ramamoorthy *et al.*, [13] melaporkan tanaman tomat yang diinokulasi *P. fluorescens* galur Pf-1 dapat menginduksi aktivitas fenilalanin amonia liase, peroksidase, *thumatin-like* protein (TLP) dan akumulasi senyawa fenol pada akar, serta menekan pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp.*lycopersici*.

Pada penelitian ini aktivitas peroksidase planlet pisang yang diintroduksi pseudomonad fluoresen pada 2 hari setelah inokulasi BDB tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata dari masing-masing perlakuan (Tabel 1.). Aktivitas peroksidase yang diintroduksi pseudomonad fluoresen setelah inokulasi BDB (perlakuan D) meningkat dibandingkan dengan kontrol, begitu juga perlakuan F, E, B, C, aktivitas peroksidase meningkat dibandingkan dengan kontrol. Namun demikian aktivitas peroksidase yang meningkat tersebut tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan. Hal ini diduga karena pada hari ke 2 setelah inokulasi BDB, isolat pseudomonad fluoresen Mp.2 dan Cas.3 yang digunakan masih sulit untuk mengkolonisasi perakaran tanaman pisang karena diduga kurang kompatibel dengan eksudat akar planlet pisang. Long *et al.*, [16] mengemukakan rhizobakteria sebagai agen hayati harus kompatibel dengan tanaman inang agar dapat mengkolonisasi jaringan tanaman sehingga mampu meningkatkan sistem ketahanan tanaman. Sullivan dan Gara 1992, *cit* Saravanan *et al.*, [17] mengemukakan bahwa salah satu syarat efektifnya suatu agens hayati dalam mengendalikan suatu penyakit adalah kemampuan mengkolonisasi daerah perakaran tanaman.

Menurut Bruce dan West, 1989 *cit* Mathiyazhagan *et al.*, [18] aktivitas peroksidase

Sebagai komponen awal dari respon tanaman terhadap patogen, berperan penting dalam biosintesis lignin untuk membatasi meluasnya serangan patogen. Samiyappan [6] mengemukakan aktivitas peroksidase berasosiasi dengan ketahanan tanaman terhadap penyakit dan meningkat dalam tanaman inang seiring dengan infeksi patogen. Zen dkk [19] melaporkan aktivitas peroksidase daun cabai yang terinfeksi antraknos lebih tinggi dibanding yang tidak terinfeksi. Sedangkan Habazar dan Rivai [20] menyatakan kultivar pisang yang tahan mempunyai aktivitas enzim pertahanan lebih tinggi dari pada tanaman rentan.

Dari hasil penelitian pada Tabel 2 terlihat aktivitas peroksidase pada perlakuan B menurun jika dibandingkan dengan kontrol, namun pada perlakuan C terjadi peningkatan aktivitasnya, tetapi aktivitas peroksidase cenderung meningkat lagi dengan adanya inokulasi BDB (perlakuan D, isolat Mp.2). Begitu juga dengan aktivitas peroksidase yang cenderung meningkat setelah diinokulasikan dengan BDB (perlakuan F, isolat Cas.3). Saravanan *et al.*, [17] melaporkan aktivitas peroksidase tanaman pisang meningkat setelah enam hari inokulasi *P. fluorescens*. Aktivitas enzim lebih tinggi setelah delapan hari introduksi *P. fluorescens* dan inokulasi *F. oxysporum* f.sp. *cubense*.

KESIMPULAN

Inokulasi pseudomonad fluoresen isolat Mp.2 dan Cas.3 tidak berpengaruh terhadap aktivitas peroksidase planlet pisang pada 2 hari setelah inokulasi BDB, namun aktivitas enzim planlet pisang meningkat signifikan pada hari ke 6 setelah inokulasi BDB.

PROSPEK

Pseudomonad fluoresen isolat Mp.2 dan Cas.3 memiliki prospek sebagai agens hayati dalam mengendalikan penyakit BDB pada pisang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hermanto C, Setyowati T. 2009. *Petunjuk Teknis Pengendalian Penyakit Utama Tanaman Pisang*. Solok: Departemen Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika.
- [2] Mackie A, Hamond D, Kumar S. 2007. *Banana Blood Disease*. Department of Agriculture and Food. Factsheet.
- [3] Sumardiyono C. 2000. *Imunisasi Planlet Untuk Pengendalian Penyakit Layu Fusarium Pada Pisang Dengan Strain Avirulen*. Yogyakarta: Lembaga Penelitian UGM.
- [4] Agrios GN. 2005. *Plant Pathology*. 5th Edition. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- [5] Tuzun S, Kuc J. 1990. *Plant Immunization: an alternative to pesticides for control of Plant Diseases in the Greenhouse and Field*. FFTC Book Series No. 42.
- [6] Samiyappan R. 2003. Molecular Mechanisms Involved in the PGPR Mediated Suppression of Insect Pest and Plant Pathogens Attacking Major Agricultural and Horticultural Crops in India. 6th International PGPR Workshop, 5-10 October 2003. Calicut, India.
- [7] Bakker PAHM, Pieterse CMJ, van Loon LC. 2007. Induced Systemic Resistance by Fluorescent Pseudomonas spp. *Symposium*. The Nature and Application of Biocontrol Microbes III: Pseudomonas spp.
- [8] Blanco JM, Jurado DR, Hervas A, Diaz RMJ. 2004. Suppression of *Verticillium* wilt in Olive Planting Stocs by Root-Associated Fluorescent *Pseudomonas* spp. *Biological Control*. www.elsevier.com

- [9] Paul D, Sarma YR. 2006. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)-Mediated Root Proliferation in Black Pepper (*Piper nigrum* L.) as Evidenced Through GS Root ® Software. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. Month 2006; 39(0): 1-4
- [10] Govindappa M, Ravishankar R, Lokesh S. 2011. *Pseudomonas fluorescens* isolates for biological control of *Macrophomina phaseolina* root-rot of safflower. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 6(29), pp. 6256-6266, 5 December, 2011
- [11] Ward EWB. 1986. Biochemical mechanisms involved in resistance of plants to fungi. In: Baily, J.A. (Ed.), *Biology and Molecular Biology of Plant-Pathogen Interactions*. Springer-Verlag KG, Berlin, Germany, pp. 107–131.
- [12] Paulitz TC, Chen C, Belanger R, Benhamou N. 2004. *Induced Systemic resistance by Pseudomonas spp Against Pythium Root*. [http:// www. Ag. Auburn. Edu/argentina / pdf manuscripts/paulitz](http://www.Ag.Auburn.Edu/argentina/pdf/manuscripts/paulitz). Pdf. Diunduh april 2004.
- [13] Ramamoorthy V, Raguchander T, Prakasam V, Samiyapan R. 2002. Induction of systemic resistance by Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Crop Plant Against Pests and disease. *Crop Protection* (Vol.20).
- [14] Netrina NH. 2010. Kemampuan Isolat *Pseudomonas fluorescens* dalam menghasilkan antibiotik dan siderofor terhadap bakteri penyebab penyakit darah (*Blood disease bacteria*) tanaman pisang. *Skripsi*. Program Studi Biologi Universitas Negeri Padang. Padang.
- [15] Doni F. 2011. Respon Pertumbuhan Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Terhadap Introduksi *Pseudomonas fluorescens*. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [16] Long HH, Schmidt DD, Baldwin IT. 2008. Native Bacterial Endophytes Promote Host Growth in a Species-Specific Manner; Phytohormone Manipulations Do Not Result in Common Growth Responses. *PLoS ONE* 3(7): e2702. doi:10.1371/journal.pone.0002702. Diunduh 10 April 2014.
- [17] Saravanan T, Bhaskaran R, Muthusamy M. 2004. *Pseudomonas fluorescens* Induced Enzymological Changes in Banana Root (Cv. Rasthali) against Fusarium Wilt Disease. *Plant Pathology Journal*.
- [18] Mathiyazhagan S, Kavitha K, Nakkeeran S, Chandrasekar G, Manian K, Renukadevi P, Krishnamoorthy AS, Fernando, WGD. 2004. PGPR Mediated Management of Stem Blight of *Phyllanthus amarus* (SCHUM AND THONN) caused by *Corynespora cassiicola* (berk and curt) WEI. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. August, 2004, Vol. 37, pp. 183 – 199
- [19] Zen K, Setiamihardja R, Murdaningsih, Suganda T. 2002. Aktivitas enzim peroksidase pada lima genotip cabai yang mempunyai ketahanan berbeda terhadap penyakit antraknos. *Zuriat* (Vol 13).
- [20] Habazar T, Rivai F. 2004. *Bakteri Patogenik Tumbuhan*. Padang : Andalas University Press.

INDUKSI TUNAS DAN PEMBENTUKAN AKAR DARI EKSPLAN KOTILEDON JERUK SIAM (*CITRUS NOBILIS* LOUR.) ASAL KAMPAR SECARA IN VITRO

SHOOT INDUCTION AND ROOTING OF COTYLEDON EXPLANT SIAM ORANGE (*CITRUS NOBILIS* LOUR.) FROM KAMPAR USING *IN VITRO* TECHNIQUE

Mayta Novaliza Isda¹, S. Fatonah¹, W. Lestari¹, E.Y. Hutapea¹ dan L. Purba¹

¹ Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau
E-mail: maytaisda@yahoo.com

ABSTRACT

Tissue culture was an alternative way in micropropagation of siam orange (*Citrus nobilis* Lour.) from Kampar one of the main commodity in Riau province. Shoot induction as an early stage propagation and the rooting stage were very important parts to produce plantlet *in vitro* technique. The aim of this study was to determine the best BAP and NAA concentration for shoot induction and rooting of siam orange from Kampar. This study using a randomized block design with faktorial treatment. The results of this study show that the best shoot induction was obtained from cotyledon explant grown on MS medium without BAP. The percentage and the average number of shoot were 91,67% and 1,50 respectively. The combination of MS medium with 1 mg/L NAA was the most optimum concentration in rooting induction of siam orange from Kampar, with the percentage of root growth and the highest average number of root 90% and 6.3 roots respectively.

Key words: *in vitro*, *Citrus nobilis* Lour., BAP, NAA, cotyledon explant

ABSTRAK

Kultur *in vitro* adalah cara alternatif perbanyakan jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) asal Kampar yang merupakan salah satu komoditas andalan provinsi Riau. Induksi tunas merupakan tahap awal dalam perbanyakan tanaman dan tahap perakaran, merupakan bagian penting terhadap pembentukan plantlet secara *in vitro*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi BAP dan NAA dalam menginduksi tunas dan perakaran jeruk siam asal Kampar. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan faktorial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa induksi tunas terbaik diperoleh dari MS tanpa BAP dengan persentase dan jumlah dari tunas sebanyak 91,67% dan 1,5 tunas. Kombinasi medium MS dengan 1 mg/L NAA merupakan perlakuan terbaik dan optimal dalam menginduksi perakaran jeruk siam asal Kampar dengan konsentrasi optimum terbaik dan jumlah perbentukan akar tertinggi sebanyak 90% dan 6,3 akar.

Kata kunci: *In vitro*, jeruk siam, BAP, NAA, eksplan kotiledon

PENDAHULUAN

Tanaman jeruk merupakan empat komoditas andalan hortikultura Propinsi Riau disamping nenas, durian dan pisang. Tanaman jeruk tersebar di seluruh propinsi Riau. Penanaman terluas berada di Kabupaten Rokan Hulu dan Kampar [1]. Pada umumnya tanaman jeruk di Propinsi Riau didominasi oleh jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.). Jeruk siam di Kabupaten Kampar merupakan hasil hortikultura yang berpotensi sebagai komoditas agribisnis di Propinsi Riau. Distribusi jeruk siam Kampar sudah mencapai keluar propinsi seperti Sumatera Barat dan Jakarta. Akan tetapi, saat ini terjadi penurunan luas lahan tanam jeruk siam di Kabupaten Kampar. Pada tahun 2002 luas tanam jeruk siam mencapai

mencapai 4.249 ha dengan produksi 33.569 ton. Sedangkan pada tahun 2005 luas tanam jeruk menurun menjadi 1.548 ha.

Jeruk siam asal 'Kampar' perlu dilestarikan guna mempertahankan dan menyelamatkan keberadaannya, oleh sebab itu perlu pengadaan bibit dalam jumlah yang banyak. Perbanyak tanaman jeruk dapat dilakukan secara generatif dan vegetatif. Perbanyak bibit jeruk siam dapat dilakukan secara generatif menggunakan biji dan secara vegetatif dengan okulasi, setek dan cangkok. Kedua perbanyak ini membutuhkan tanaman induk yang lebih banyak, jumlah bibit yang dihasilkan sedikit dan waktunya lama. Keterbatasan tanaman induk menjadi kendala dalam pengadaan bibit jeruk siam dalam skala besar. Salah satu alternatif perbanyak tanaman dapat dilakukan dengan perbanyak secara *in vitro*. Perbanyak tanaman secara *in vitro* menawarkan peluang besar untuk menghasilkan jumlah bibit yang banyak dalam waktu relatif singkat dengan menggunakan bahan tanaman yang sedikit. Hasilnya dapat lebih menguntungkan karena sifatnya akan sama dengan induknya (seragam) dan dalam waktu yang singkat bibit dapat diproduksi dalam jumlah banyak dan bebas penyakit

Keberhasilan *in vitro* tergantung jenis dan bagian tanaman yang dipakai sebagai eksplan, kondisi kultur dan zat pengatur tumbuh yang diberikan pada media [2]. Zat pengatur tumbuh berfungsi untuk menstimulasi pertumbuhan eksplan misalnya kalus, akar dan tunas [3]. Konsep hormon dalam pembentukan organ, yaitu adanya keseimbangan antara rasio auksin dan sitokinin. Rasio auksin yang tinggi akan memacu pertumbuhan dari akar, sedangkan rasio sitokinin yang tinggi akan memacu pertumbuhan tunas, jika rasio auksin dan sitokinin sama akan membentuk kalus [4]. Faktor eksogen meliputi faktor pH, kelembaban, cahaya, temperatur dan media [5].

Tahapan kultur jaringan yang umum dilakukan untuk tujuan mikropropagasi antara lain: induksi tunas, multiplikasi, induksi akar (pembentukan planlet) dan aklimatisasi. Salah satu eksplan yang dapat digunakan untuk induksi tunas adalah biji. Beberapa biji dari tumbuhan bersifat poliembrioni termasuk biji jeruk yang jika dikecambahkan akan menghasilkan dua macam anakan yaitu anakan generatif yang berasal dari fertilisasi (zigot) dan anakan vegetatif atau disebut anakan nuselar yang berasal dari embrio yang terbentuk dari sebuah atau sekelompok sel pada nuselus. Embrio nuselar mempunyai sifat yang sama dengan induknya [6]. Kotiledon merupakan bagian biji yang mengandung embrio nuselar [7]. Penelitian yang dilakukan oleh Ramkrishna *et al.* [8] pada eksplan kotiledon yang diuji dengan penanda *Random Amplification of Polymorphic DNA* dari hasil perbanyak jeruk secara *in vitro* menunjukkan sifat yang sama dengan induknya. Keberhasilan aklimatisasi ini dipengaruhi oleh kondisi eksplan, salah satunya adalah keberhasilan perakaran. Tunas *in vitro* pada media induksi atau multiplikasi pada umumnya tidak mempunyai akar yang cukup untuk langsung diaklimatisasi. Oleh karena itu, tunas *in vitro* yang dihasilkan perlu disubkultur pada media perakaran. Pembentukan akar dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh dan jenis media yang digunakan [3].

Media MS (Murashige and Skoog) merupakan media yang banyak digunakan dalam kultur jaringan. Menurut Razdan [4] dan George *et al.* [9], kandungan garam yang tinggi dapat menghambat perakaran. Oleh karena itu, banyak penelitian yang menggunakan media dengan kandungan garam yang lebih rendah dari media induksi atau multiplikasi. Media yang cocok pada keberhasilan kultur jaringan selain komposisi zat pengatur tumbuh yang diberikan juga ditentukan kandungan gula sebagai karbohidrat. Gula dalam hal ini berupa sukrosa pada kultur *in vitro* berperan sebagai karbohidrat. Gula secara umum ditambahkan dalam media sebanyak 1-3%. Media yang kekurangan gula akan menghasilkan plantlet dengan

persentase dan jumlah akar yang sedikit. Huimei *et al* [10] melaporkan bahwa penambahan gula sampai 3% meningkatkan persentase dan jumlah akar. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi BAP dan NAA dalam menginduksi tunas dan perakaran jeruk siam asal Kampar secara *in vitro*.

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan yaitu : *Laminar Air Flow Cabinet* (L AFC) merk LabTech, autoklaf merk All Americana tipe 25X-2, *oven* merk PSelecta tipe 2001244, timbangan analitik merk Kern tipe ABJ 120-4M, *hot plate* merk PSelecta tipe 048432, rak kultur, erlenmeyer, cawan petri, gelas ukur, pipet tetes, botol kultur, pinset, *scalpel*, lampu bunsen, botol *sprayer*, aluminium foil, kertas pH, kertas label, kertas saring, karet gelang, plastik, tisu gulung. Sedangkan bahan yang digunakan sebagai eksplan adalah biji jeruk siam yang berasal dari kebun jeruk di desa Belimbing 2, kecamatan Kuok, kabupaten Kampar, media MS (*Murashige and Skoog*) merk Phyto Technology Laboratories, agar-agar merk Fisons sebagai pematat, sukrosa, zat pengatur tumbuh BAP dan NAA, natrium hipoklorit (bayclin), alkohol 70%, akuades, detergen, spiritus, NaOH 1 N, HCl 1 N, betadine, fungisida merk Dithane M-45, bakterisida merk Plantomycin. *scalpel*, pinset. Semua peralatan disterilkan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121⁰ C dan tekanan 15 psi selama ± 15 menit. Laminar yang akan digunakan sebagai tempat penanaman harus dalam keadaan steril. Sterilisasi dilakukan dengan melakukan penyemprotan dengan alkohol 70% sebelum dan sesudah kegiatan penanaman.

2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Untuk pembentukan tunas menggunakan kotiledon dan zat pengatur tumbuh BAP (0 mg/l, 1mg/l, 3 mg/l dan 5 mg/l), masing-masing dengan 12 ulangan sehingga diperoleh 48 unit percobaan. Pembentukan perakaran yang digunakan eksplan tunas yang dihasilkan dari konsentrasi BAP yang terbaik dalam pembentukan tunas dengan menggunakan media Murashige Skoog (MS).

2.2 Induksi tunas *in vitro* dan kondisi kultur

Bagian tanaman yang digunakan sebagai eksplan adalah biji dari buah jeruk yang sudah matang dan siap panen. Biji selanjutnya dicuci dengan air mengalir dan direndam dengan larutan detergen selama 2 menit, biji dibilas dengan akuades steril. Kemudian direndam dalam 2 g/l fungisida selama 5 menit, bilas dengan akuades steril kemudian dilanjutkan dengan perendaman dengan 2 g/l bakterisida selama 5 menit dan dibilas dengan akuades steril. Selanjutnya sterilisasi eksplan dilakukan dalam laminar. Biji direndam dengan larutan natrium hipoklorit (bayclin) 20% selama 20 menit kemudian biji dicuci dengan akuades steril. Biji direndam kembali dengan larutan alkohol 70% selama 10 menit dan dibilas kembali dengan akuades steril. Eksplan diletakkan ke dalam cawan petri berisi sedikit akuades yang telah ditetesi 2 tetes betadine. Kulit biji bagian luar dilepaskan, embrio zigotik diambil dan kedua bagian kotiledon digunakan sebagai eksplan dimana kedua bagian kotiledon diletakkan dalam 1 botol. Pengamatan dilakukan pada akhir penelitian (42 HST) dengan menghitung waktu muncul tunas (HST), persentase tunas (%) dan tinggi tunas (cm). Eksplan yang hidup ditandai dengan warna yang masih hijau dan tidak mengalami kontaminasi.

2.3. Induksi Perakaran dari Tunas *In vitro*

Untuk induk perakaran, tunas *in vitro* berumur 42 hari dipindahkan ke cawan petri yang diberi kertas saring. Tunas dipotong sepanjang 2 cm dari ujung tunas kemudian dimasukkan pada botol kultur yang berisi media yang sudah diberi perlakuan dengan posisi berdiri setiap botol terdiri dari 1 tunas *in vitro*. Botol-botol kultur diletakkan kembali pada rak kultur. Kultur diinkubasi pada ruangan yang bersuhu 23-25 °C dengan penyinaran lampu. Pengamatan dilakukan selama 1 bulan dengan mengamati parameter waktu muncul akar (HST), persentase perakaran (%) dan panjang akar (cm).

2.4. Analisis Data

Data yang diperoleh pada induksi tunas dan perakaran biji jeruk asal Kampar dianalisis dengan ANOVA (analysis of variance). Jika hasil menunjukkan pengaruh nyata maka diuji lanjut dengan uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh pemberian BAP terhadap persentase eksplan yang hidup dan potensi morfogenesis eksplan kotiledon dapat dilihat pada Tabel 1.

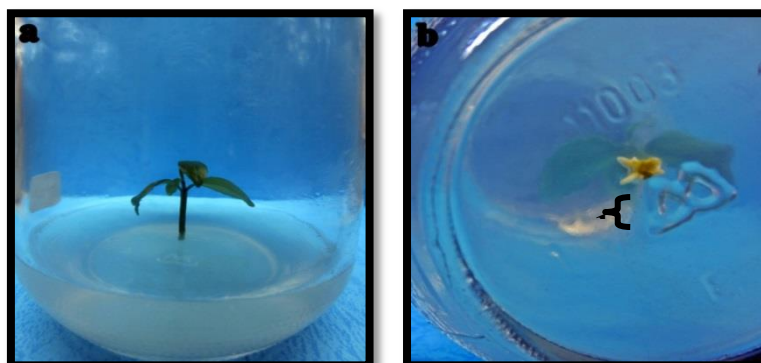
Tabel 1. Persentase eksplan yang hidup, waktu terbentuk tunas, jumlah tunas dan tinggi tunas dari eksplan kotiledon jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) 'Kampar' dengan pemberian BAP (*Benzil Amino Purine*) secara *in vitro*

Konsentrasi BAP (mg/l)	Eksplan hidup (%)	Waktu terbentuk tunas (HST)	Tunas (%)	Jumlah tunas (buah)	Tinggi tunas(cm)
0	100	10	91,67 ^c	1,5	3,10 ^c
1	100	14	75 ^b	1,5	1,55 ^b
3	100	12	58,33 ^{ab}	1,33	1,00 ^{ab}
5	100	14	33,33 ^a	0,75	0,42 ^a

Tabel 1 menunjukkan bahwa berdasarkan analisis ragam pemberian BAP tidak memberi pengaruh yang nyata terhadap persentase eksplan yang hidup, waktu terbentuknya tunas dan jumlah tunas. Pada Tabel 1 terlihat memberi pengaruh nyata hanya pada persentase tunas yang terbentuk dan tinggi tunas. Persentase eksplan hidup pada keseluruhan perlakuan sama yaitu 100%. Waktu yang dibutuhkan untuk pembentukan tunas ditentukan dengan menghitung hari pertama tunas muncul. Pada penelitian ini, waktu yang dibutuhkan untuk menginduksi tunas pada eksplan kotiledon lebih cepat pada perlakuan tanpa BAP yaitu 10 HST. Persentase pembentukan tunas dari eksplan kotiledon dengan pemberian BAP cenderung turun. Persentase pembentukan tunas tertinggi didapatkan pada perlakuan tanpa pemberian BAP mencapai 91,67%, semakin menurun pada konsentrasi BAP yang lebih tinggi. Ini mungkin disebabkan kandungan sitokinin endogen dalam kotiledon masih mencukupi untuk pembentukan tunas. Evans *et al* [11] menyatakan zat pengatur tumbuh sitokinin dapat menghambat terjadinya perpanjangan sel sehingga eksplan yang ditanam tidak bertambah tinggi. Menurut Salisbury dan Ross [12] batang yang sedang memanjang tidak memerlukan sitokinin dari luar karena kandungan sitokinin dalam jaringan telah mencukupi untuk perpanjangan sel.

Induksi pembentukan akar secara *in vitro* jeruk Siam (*Citrus nobilis* Lour.) 'Kampar' diperoleh dari tunas *in vitro* berumur 42 hari. Tunas *in vitro* yang digunakan memiliki jumlah daun 2 atau lebih dan daun berwarna hijau. Tunas *in vitro* dikultur pada media MS dengan pemberian zat pengatur tumbuh NAA dari jenis auksin dengan beberapa konsentrasi (Kontrol; 0,5; 1; 1,5; 2 mg/L NAA) dengan 12 ulangan masing-masing perlakuan. Pertumbuhan akar mulai terlihat setelah dua minggu setelah tanam (MST). Akar muncul dari bekas

pemotongan pada pangkal tunas. Awalnya pangkal tunas akan berubah warna agak kekuning-kuningan, kemudian pangkal tunas akan mulai membengkak dan muncul akar berwarna putih (Gambar 1).



Gambar 1. a. Tunas *in vitro* baru ditanam b. akar mulai terbentuk 11 hst (bawah botol) 1. akar

Berdasarkan uji ANOVA waktu pembentukan akar, persentase pembentukan akar dan jumlah akar jeruk Siam (*Citrus nobilis* Lour.) 'Kampar' ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Waktu Muncul Akar, Persentase Pembentukan Akar dan Jumlah Akar jeruk Siam (*Citrus nobilis* Lour.) 'Kampar'

Jenis Media	Konsentrasi NAA (mg/L)				
	Kontrol	0,5 mg/L	1 mg/L	1,5 mg/L	2 mg/L
Waktu Muncul akar	12,6	11,3	11,6	11	12
Akar (%)	90 ^a	60 ^a	90 ^a	20 ^b	30 ^b
Jumlah akar	1,3 ^b	2,0 ^b	6,3 ^a	1,8 ^b	1,5 ^b

Pada Tabel 2 pada penelitian ini waktu muncul akar jeruk Siam (*Citrus nobilis* Lour.) 'Kampar' berkisar antara 11-12,6 HST. Menurut Razdan [4], waktu muncul akar tanaman secara *in vitro* bervariasi antara 10-15 hari tergantung dari jenis spesies tanaman. Spesies jeruk siam yang waktu muncul akar antara 11 HST tergolong spesies yang cepat berakar. Namun beberapa spesies, akar terbentuk dalam waktu yang lama. Media merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi persentase pembentukan akar. Tunas *in vitro* yang dikultur pada media multipikasi maupun induksi dengan menggunakan media MS penuh pada media perakaran dapat meningkatkan keberhasilan perakaran [4]. Penggunaan zat pengatur tumbuh dalam menginduksi perakaran mempunyai peranan penting. Pemberian auksin (NAA) terhadap waktu munculnya akar tidak terlihat berpengaruh nyata sedangkan pemberian auksin (NAA) pada beberapa konsentrasi untuk menginduksi perakaran jeruk Siam (*Citrus nobilis* Lour.) 'Kampar' berpengaruh signifikan terhadap persentase perakaran dan jumlah akar. Berdasarkan uji ANOVA persentase terbentuknya akar pada perlakuan Kontrol (0 mg/L NAA), 0,5 dan 1 mg/L NAA berbeda nyata terhadap perlakuan 1,5 dan 2 mg/L NAA. Persentase pembentukan akar terbaik terlihat pada kontrol (0 mg/L NAA) sebesar 90% diikuti dengan 1 mg/L NAA dan 0,5 mg/L NAA, yaitu masing-masing 90% dan 60%. Jumlah akar tertinggi dihasilkan pada perlakuan dengan pemberian NAA 1,5 mg/L. Hal ini berarti pembentukan akar yang terbaik adalah perlakuan dengan pemberian 1,5 mg/L NAA dibandingkan dengan penambahan NAA dengan konsentrasi yang lain.

KESIMPULAN

1. Induksi tunas terbaik diperoleh dari MS tanpa BAP dengan persentase dan jumlah tunas sebanyak 91,67% dan 1,5 tunas.
2. Kombinasi medium MS dengan 1 mg/L NAA merupakan perlakuan terbaik dan optimal dalam menginduksi perakaran jeruk siam asal Kampar dengan persentase perakaran yang terbentuk dan jumlah akar tertinggi, berturut-turut sebesar 90% dan 6,3 akar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh dana berbasis laboratorium tahun 2012 dari Lembaga Penelitian Universitas Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balitbang. 2011. Jendela Informasi Riau. <http://www.riauonline.com/berita/print/balitbang-sukses-teliti-jeruk-carizzo-dan-siam-kampar.html>. [Diakses tanggal 09 Nopember 2013]
- [2] Smith RH. 2000. *Plant Tissue Culture Techniques and Experiments Second Edition*. USA: Academic Press
- [3] Zulkarnain, H. 2009. *Solusi Perbanyak Tanaman Budidaya In vitro Tanaman*. Jambi. Bumi Aksara.
- [4] Razdan, M.K. 2003. *Introduction Plant Tissue Second Edition*. USA. Science Publisher Inc
- [5] Hendaryono DPS dan A Wijayani. 1994. *Teknik Kultur Jaringan*. Yogyakarta. Kanisius
- [6] Chanana YR, Gill MIS. 2008. *Propagation and Nursery Management*. Ludhiana. Punjab Agricultural University.
- [7] Jajoo A. 2010. *In vitro* Propagation of *Citrus limonia* Osbeck Through Nucellar Embryo Culture. *Current Research Journal of Biological Sciences* 2(1):6-8
- [8] Ramkrishna N, Khawate, Sanjay K, Singh. 2005. *In vitro* adventitive embryony in *Citrus*: a technique for *Citrus* germplasm exchange. *Current Science* 88(8): 1309-1311.
- [9] George E.F., Hall M., Jan D.K. 2008. *Plant Propagation by Tissue Culture. Edition Third*. Publisher by Sprinzer. Netherlands.
- [10] Huimei W., Yuangang Z., Hongmei L. 2007. Efficient Rooting and Root Development after Transfer of Regenerated Plantlets of *Camptotheca acuminata*. *Eurasian Journal of Forest Research* 10(2): 179-184.
- [11] Evans D.E., Coleman J., Kearns A. 2003. *Plant Cell Culture*. Bios Scientific Publisher Tailor & Francis Group. London and New York.
- [12] Salisbury FB dan CW Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuha*. Bandung. ITB.

IDENTIFIKASI SARANG PERIPHTHALMODON SCHLOSSERI DI WILAYAH PASANG SURUT MUARA SUNGAI BARITO

IDENTIFICATION OF PERIPHTHALMODON SCHLOSSERI NEST IN THE TIDAL ESTUARY OF BARITO RIVER

Muhamat

Program Studi Biologi FMIPA Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru Kalsel
e-mail : muhamatbjbr@gmail.com

Jl. A. Yani Km 36 Banjarbaru Kalimantan Selatan telp: 0511-4773112, Fax, 0511-4782899

ABSTRACT

Periophthalmodon schlosseri is the largest amphibious fish that live in the tidal estuary of Barito River and threatened by land conversion. Specificity of *P. schlosseri* behavior is making a nest in the ground. The purpose of this study was to describe the external morphology of *P. schlosseri* nest in the tidal estuary of Barito River. This research was conducted by survey method. *P. schlosseri* samples taken by the line transect method. The sampling area was 25 acres. Sampling results obtained seven nests contained *P. schlosseri*. The front part of *P. schlosseri* nest has circle shape with 30-56 cm diameter. The width of it associated with fish length. The front of it likes a pool which used to rest and spies prey. Nesting mostly in vegetation shaded grass, shrubs and canopy trees, compared sun-exposed areas. In general nest submerged by water until it surface.

Keywords : *P. schlosseri*, nest, Barito River

ABSTRAK

Ikan *Periophthalmodon schlosseri* merupakan ikan amphibious terbesar yang hidup di perairan pasang surut muara Sungai Barito dan terancam punah akibat alih fungsi lahan. Kekhasan perilaku *P. schlosseri* adalah membuat sarang di dalam tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan morfologi luar sarang *P. schlosseri* di wilayah pasang surut Muara Sungai Barito. Penelitian ini dilakukan dengan metode survai. Sampel *P. schlosseri* diambil dengan metode line transek. Luas area pengambilan sampel adalah 25 hektar. Hasil pengambilan sampel diperoleh 7 sarang yang terdapat *P. schlosseri*. Sarang *P. schlosseri* pada bagian depan berbentuk lingkaran dengan diameter 30-56cm. Lebar sarang bagian depan berhubungan dengan panjang ikan Sarang bagian depan seperti kolam yang digunakan untuk aktivitas istirahat dan mengintai mangsa.. Letak sarang lebih banyak di tempat ternaungi vegetasi rumput, perdu dan kanopi pohon dari pada terdedah sinar matahari. Pada umumnya sarang terendam air sampai permukaan sarang.

Kata kunci; *P. schlosseri*, Sarang, muara Sungai Barito

PENDAHULUAN

Sarang adalah sesuatu yang sengaja atau tidak dibangun untuk dipergunakan sebagai tempat berkembang biak dan atau sebagai tempat istirahat (tidur). Letak sarang tersebut dapat bermacam-macam (1) di atas pohon pada ranting, dahan atau cabang pohon, (2) pada batang pohon dengan membuat lubang-lubang, dan (3) di tanah, antara lain diletakkan di atas permukaan tanah, lubang dalam tanah, ataupun di dalam gua. Bentuk sarang dari jenis satwa liar tertentu biasanya memiliki ciri khas tersendiri sehingga dapat dibedakan dari jenis lainnya [1].

Kekhasan hewan dalam membuat sarang dapat dijadikan identifikasi jenis hewan apa yang tinggal di dalam sarang. Seperti halnya penelitian dari Chrismiawati [2], terhadap sarang komodo, pada penelitian ini dipelajari bentuk sarang-sarang komodo baik yang digunakan maupun tidak digunakan lagi. Identifikasi ini penting bagi hewan liar yang tujuan untuk memudahkan pengelolaan konservasinya.

Beberapa ikan mampu membuat sarang. Ada 3 cara ikan membuat sarang, yaitu (1). Menggali tanah lumpur maupun pasir contohnya beberapa ikan dari family Gobiidae, (2) menumpuk, baik pasir maupun barang-barang yang ada disekitarnya (3) menggunakan perekat dari mucus, contohnya ikan gurami [3].

Ikan *Periophthalmodon schlosseri* merupakan salah satu spesies dari famili Gobiidae dan subfamili Oxudercinae. Ada 4 genus subfamili Oxudercinae yang bersifat amphibi, yaitu *Boleophtalamus*, *Periophtalamus*, *Periophthalmodon* dan *Scartelaos* dari sepuluh genus. [4]

P. schlosseri, mempunyai panjang tubuh dapat mencapai 11 inci (27 cm), sedangkan kebanyakan dari ikan ampibious lainnya mencapai 10 inci (25 cm) [5]. *P. schlosseri* yang terbesar mampu mencapai 30 cm [6]. Anggota dari *Periophthalmodon* ditandai dengan dua deret gigi pada rahang atas. Ikan ini dapat berjalan di daratan dengan menggunakan sirip dada [4](Gb 1)



Gambar 1. Ikan *P. schlosseri* (sumber dokumen pribadi)

Habitat *P. schlosseri* di dataran berlumpur pada ekosistem mangrove. [4]. Ikan timpakul memiliki keunikan dibanding ikan pada umumnya, yaitu cara beradaptasinya yang seperti amphibi. Meskipun tergolong ikan, tetapi timpakul cenderung menghabiskan waktu yang lebih banyak di luar air dan aktif ketika keluar dari air [7]

Wilayah pasang surut Muara Sungai Barito merupakan habitat bagi banyak hewan-hewan lantai, antara lain kepiting, biawak, kadal, ular tanah, belut, ikan timpakul dan sebagainya. Masing-masing hewan-hewan lantai ini membuat sarang dengan cara menggali tanah. Dalam mempelajari biologi dan ekologi *P. schlosseri* di wilayah ini akan merasa kebingungan untuk memilih habitat yang tepat dimana keberadaan ikan ini. Salah satu cara termudah adalah menemukan sarang, tetapi banyak sarang dari hewan-hewan lantai yang memiliki bentuk yang mirip satu dengan yang lainnya. Oleh karena itu penelitian ini memfokuskan gambaran dan profil lingkungan sarang *P. schlosseri* di wilayah pasang surut Muara Sungai Barito. Tujuan dari penelitian ini adalah identifikasi awal sarang *P. schlosseri* yang dapat digunakan sebagai data awal untuk menghitung populasi *P. schlosseri* dengan tujuan akhir untuk konservasi ikan ini dari kepunahan.

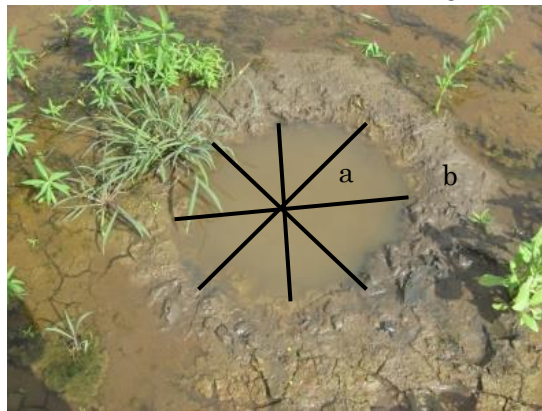
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan alat sebagai berikut perahu, alat pancing, tempat ikan dan meteran, sedangkan bahan yang digunakan adalah umpan ikan (anak katak) Metode pengumpulan sampel dilakukan pada bulan Juli 2013 di wilayah pasang surut di muara

Sungai Barito dengan metode sampling line transek. Sarang yang akan dijadikan sampel adalah sarang yang masih ada ikannya.

Cara kerja adalah dengan menelusuri sungai dan memantang sungai, jika dijumpai sarang yang ada ikannya, maka diamati posisi ikan dan aktivitas ikan yang ada dibagian muka sarang, kemudian dilakukan penangkapan ikan. Cara peangkapan ikan *P. schlosseri* dengan cara ikan dipancing dengan umpan anak katak atau udang kecil, (cara memancingnya mirip memancing kadal). Ikan yang tertangkap diukur panjangnya kemudian dilepaskan kembali.

Sarang ikan yang sudah ditangkap kemudian diukur diameter muka sarang dengan meteran, Muka sarang pada umumnya tidak selalu berbentuk lingkaran maka dilakukan pengukuran 4 kali pengukuran. Hasil pengukuran diambil rata-rata. Selain diukur muka sarang, juga dilakukan pencatatan profil sarang yang meliputi letak, ada tidak naungan, jauh tidaknya dengan badan air dan permukaan air dalam sarang dan diambil gambarnya.

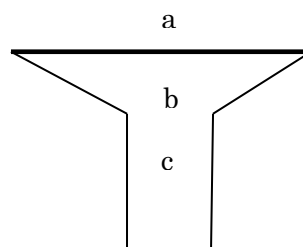


Gambar 2. Sarang *P.schlosseri* yang diambil dari atas; diameter muka sarang; a muka sarang; b pematang sarang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian sarang *P.schlosseri* yang dilakukan di wilayah pasang surut muara Sungai Barito diperoleh 7 sarang. Luas area pengambilan sampel adalah 25 hektar. Ikan yang berhasil ditangkap sebanyak 7 ekor dengan panjang tubuh ikan keseluruhan mulai 20-27 cm dengan panjang rata-rata 23,3 cm (Tabel 1).

Hasil pengukuran diameter muka sarang mulai dari 30-56 cm dengan rata-rata 45,3 cm. Bentuk muka sarang pada umumnya berbentuk kolam yang melingkar dengan bagian tengah berlubang ke dalam tanah. Kolam berisi air dengan bagian pinggirnya dibendung dengan tanah hasil dari penggalian. Kedalaman kolam semakin ke tengah atau puast lubang sarang kolam semakin dalam. Jika dibuat bagan kolam sarang *P.schlosseri* secara melintang seperti gambar 3.



Gambar 3 Bagan melintang Sarang *P.schlosseri*
a panjang muka sarang; b kolam muka sarang; c bagian dalam sarang

Posisi sarang terhadap arah sinar matahari diperoleh 4 sarang ternaungi baik naungan rumput, rumputan, perdu maupun terkena kanopi pohon dan 3 sarang terdedah sinar matahari. Jarak sarang dengan badan air yang lebih dari 1 meter sebanyak 4 sarang dan 3 sarang kurang dari 1 meter atau berada di pinggir badan air. Permukaan air pada muka sarang sebanyak 4 sarang muka air menggenangi sarang dan 3 sarang muka air tidak sampai menggenangi sarang (dan gambar 4-9).

Tabel 1. Hasil pengukuran morfologi sarang luar *P.schlosseri* ikan yang ada disarang

Sarang ke	Panjang Ikan (cm)	Diameter rata2 (cm)	Naungan		Jarak dengan badan air		Permukaan air	
			Ternaungi	Terdedah	≥ 1m	≤ 1m	Penuh	tidak
1	27	56		√		√		√
2	25,5	54	√		√		√	
3	22,5	44	√			√	√	
4	22	30	√		√		√	
5	23	40		√	√		√	
6	23	55		√	√			√
7	20	38	√			√		√
Rata-rata	23,3	45,3						

P. schlosseri yang berada di muara Sungai Barito kemungkinan besar ikan yang terancam punah dikarenakan habitat ikan ini sudah mulai dialih fungsikan menjadi tambak ikan dan udang. Untuk mengkonservasi ikan ini dapat dimulai dengan salah satunya pengetahuan terhadap ekologi, perilaku reproduksi, karakteristik fisik yang mempengaruhi distribusi dan karakteristik sarang dan lokasi pemilihan sarang dari *P. schlosseri*, Hal ini seperti halnya dilakukan terhadap konservasi biawak komodo di Taman Nasional Komodo. [8]

P. schlosseri yang ada di muara Sungai Barito merupakan ikan amphibious yang membuat sarang di dalam tanah. Ikan ini mampu menggali sampai kedalaman 1 meter dengan menggunakan gigi-giginya yang terdiri dua baris. Kemampuan membuat sarang ini tidak hanya dibagian tanah yang lembek, namun juga ditemukan sarang yang berada pada bagian tanah yang cukup keras.

Muka sarang yang melebar pada umumnya berfungsi sebagai melindungi telur dan anaknya, tempat beristirahat, tempat makan hasil buruan dan mengitai mangsa. Fungsi sarang seperti ini mirip dengan sarang hewan tanah seperti komodo. Sarang bagi komodo sebagai tempat berteduh, mengatur kestabilan suhu, dan melindungi telur dan anaknya dari predator [8] Sarang sebagai tempat istirahat di kolam sarang dimana pada umumnya ikan berposisi kepala ikan sebagian terendam air kecuali bagian mata sedangkan pada bagian badan dan ekor terendam air (Gb 4). Fungsi sarang sebagai tempat makan hasil buruan, hal ini ditandai dengan terdapatnya sisa-sisa makanan sekitar muka sarang.

Wilayah pengambilan sampel, di sekitar sarang *P. schlosseri* juga banyak ditemukan sarang dari spesies ikan ampibious yang lainnya dan sarang kepiting. Sarang ikan ampibious yang lainnya pada umumnya berdiameter sarang lebih kecil dibandingkan dengan sarang *P. schlosseri* dan pada umumnya terletak di badan air. Hal ini juga menunjukkan bahwa pemilihan lokasi sarang juga berhubungan dengan sumber pakan. Salah satu jenis pakannya adalah kepiting.

Bentuk dan ukuran Sarang *P. schlosseri* sangat berbeda nyata dengan sarang kepiting. Lubang sarang *P. schlosseri* umumnya sangat lebar dengan rata-trata

diameternya adalah dibandingkan dengan diameter lubang sarang kepiting yang umumnya 5-15 cm. Selain itu lubang sarang kepiting yang baru umumnya tertutup dengan tanah galian, sedangkan yang sudah lama lubangnya terbuka dengan diameter muka lubang sarang rata-rata sama dengan diameter lubang bagian dalam. Hal ini berbeda dengan lubang muka sarang *P. schlosseri* yang terbuka dengan bagian muka, sedangkan bagian yang lebih dalam mengecil. Letak sarang *P. schlosseri* bervariasi sedangkan sarang kepiting umumnya di tepi badan air dan tidak tergenangi air (Gambar 10 dan 11).

Bentuk sarang *P. schlosseri* pada umumnya mempunyai bentuk yang relatif sama. Ada beberapa hewan yang mempunyai sarang dengan berbagai bentuk dan berbagai tujuan seperti sarang untuk bertelur, menyamar dan membesarkan anak seperti biawak komodo [9]. Sarang *P. schlosseri* hanya mempunyai 1 bentuk sarang sehingga semua aktivitas dipusatkan di sarang, kecuali aktivitas mencari makan yang akan banyak dilakukan di luar sarang. Lokasi sarang *P. schlosseri* yang bervariasi. Hal ini kemungkinan disebabkan ikan ini mempunyai sifat soliter dan karnivora sehingga akan memilih lokasi sarang yang berjauhan satu dengan yang lainnya [10]. Seperti halnya sarang komodo di pulau komodo yang juga mempunyai variasi lokasi yang relatif banyak [8].

Sarang *P. schlosseri* dijumpai ada yang berisi air penuh sampai permukaan maupun tidak penuh. Sarang-sarang ini pada bagian muka kadang tidak tergenangi tetapi bagian dalam tetap tergenangi. Sarang yang terendam air ini bertujuan agar ikan ketika kembali ke sarang untuk mengambil oksigen dapat dengan mudah mengambil oksigen dan membasahi tubuhnya yang kering ketika di lama berada di darat. Jika sarang terdapat telur, air berfungsi untuk menjaga telur-telur yang ada di dalam sarang tidak sampai kering [11]

P. schlosseri merupakan salah satu ikan yang mampu beradaptasi terhadap paparan sinar matahari dalam waktu yang lama. Cara hidup yang berburu mangsa di daratan menyebabkan beberapa sarang terletak di wilayah relatif jauh dari badan air. Kemampuan ini didukung oleh adanya adaptasi sistem metabolisme ikan yang mampu bertahan pada lingkungan yang panas [12]



Gambar 4. Sarang ternaungi dan di badan air



Gambar 5. Sarang tidak ternaungi dan jauh dari badan air



Gambar 6. Sarang ternaungi terendam air



Gambar 7. Sarang ternaungi rumput dan terendam air



Gambar 8. Sarang terdedah dan tidak terendam



Gambar 9. Sarang terdedah dan tidak digenangi air



Gambar 10. Sarang timpakul dari spesies yang lainnya



Gambar 11. Sarang kepiting yang sudah lama

KESIMPULAN

Lubang muka Sarang *P. schlosseri* mempunyai berdiameter 30-56cm umumnya terletak didekat badan air, ternaungi dan tidak selalu terendam air sampai permukaan sarang dengan diameter sesuai dengan panjang ikan

PUSTAKA

- [1] Alikodra, H.S. 1990. Pengelolaan Satwa Liar. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- [2] Chrismiawati, M. 2008. Identifikasi Karakteristik Sarang Berbiak Komodo (*Varanus komodoensis* Ouwens, 1912) Di Loh Buaya Pulau Rincataman Nasional Komodo, Nusa Tenggara Timur Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan Dan Ekowisata Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- [3] Reeb, S.G. 2009. *Can Fishes Build Things?* Université de Moncton, Canada. www.howfishbehave.ca. Diakses tanggal 9 November 2013.
- [4] Murdy EO, 1989. A Taxonomic Revision and Cladistic Analysis of the Australian *Oxudercine* Gobies (Gobiidae: Oxudercinae). *Records of the Museum*, Supplement, 11:193.
- [5] Burton, M and Burton R. 2002. *International Wildlife Encyclopedia*. Marshall Cavendish, New York.
- [6] Piper, R. 2007. *Extraordinary Animals: An Encyclopedia of Curious and Unusual Animals*. Greenwood Press, London
- [7] Ravi, V and Rajagopal S. 2007. *Mudskippers*. Centre of Advanced Study in Marine Biology Annamalai University, India
- [8] Tim SJ, Sumner J, Rudiharto H, Purwandana D, Imansyah MJ, and Phillips JA .2003. Studi Distribusi, Penggunaan dan Pemilihan Tipe Sarang oleh Biawak Komodo : Implikasi untuk Konservasi dan Manajemen. *Laporan*. Zoological Society Of San Diego The Nature Conservancy. Komodo National Park
- [9] Chrismiawati M. 2012. Identifikasi Karakteristik Sarang Berbiak Komodo (*Varanus komodoensis* Ouwens, 1912) Di Loh Buaya Pulau Rinca Taman Nasional Komodo, Nusa Tenggara Timur. *Skripsi* Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan Dan Ekowisata Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor
- [10] Zulkifli, S.Z, Mohamat-Yusuff F., Ismail A, and Miyazaki N.. 2012. Food preference of the giant mudskipper *Periophthalmodon schlosseri* (Teleostei: Gobiidae). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 405(07): 1-10

- [11] Mazlan A.G. and Rohaya M., 2008. Size, growth and reproductive biology of the giant mudskipper, *Periophthalmodon schlosseri* (Pallas, 1770), in Malaysian waters. *J. Appl. Ichthyol.*, 24, 290–296.
- [12] Emuebie OR, Adedayo AH, Adenike K and Kayode AF. 2011. Physicochemical Properties of Mudskipper (*Periophthalmus Barbarus* Pallas) Liver Rhodanese *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(8): 507-514.

**KELIMPAHAN DAN KERAGAMAN MEIOBENTOS DI ZONA INTERTIDAL
KAWASAN MARINE STATION UNIVERSITAS RIAU, OTA DUMAI PROPINSI RIAU**

**THE ABUNDANCE AND DIVERSITY OF MEIOBENTHOS FROM INTERTIDAL ZONE IN
MARINE STATION OF THE UNIVERSITY OF RIAU, DUMAI, RIAU PROVINCE**

Radith Mahatma^{1*}, Khairijon², Sufiana Nasution², Andika Permala²

Jurusan Biologi Universitas Riau, Pekanbaru^{1*}
Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas
E-mail: radith_mahatma@yahoo.com
Jurusan Biologi Universitas Riau, Pekanbaru²

ABSTRACT

Study on the diversity and abundance of meiobenthos was conducted on the intertidal zone in the Marine Station of University of Riau, Dumai, Riau Province. Sampling had done at 9 stations within two different habitats, i.e. area with (mangrove) and without vegetation area. The abundance of meiobenthos from both types of habitat was analyzed with t-test. Structure community of meiobenthos consists of 10 taxa, namely Nematode, Oligochaeta, Polychaeta, Copepods, Ostracoda, Insecta, Kynorhincha, Holothuroidea, Gastropod and Tardigrada. Nematode, Oligochaeta and Polychaeta dominate Meiobenthos composition, they accounted for 74, 12 and 8% respectively of the total sampled meiobenthos. The densities of meiofauna from area with vegetation and without vegetation were 579ind/10 cm² and 503-ind./10 cm², respectively The t-test indicated that the abundance of meiobenthos in both types of habitat was not significantly different.

Key words: meiobenthos, intertidal, mangrove, Marine Station

ABSTRAK

Kajian mengenai keanekaragaman dan kelimpahan meiobentos ini dilakukan pada zona intertidal di kawasan *Marine Station* Universitas Riau Kota Dumai. Sampling dilakukan pada 9 stasiun yang berada dalam dua habitat yang berbeda, bervegetasi mangrove dan tidak bervegetasi mangrove. Kelimpahan meiobentos pada dua habitat yang berbeda dianalisis dengan uji t. Struktur komunitas meiobentos terdiri dari 10 taksa yang terdiri dari Nematoda, Oligochaeta, Polychaeta, Copepoda, Ostracoda, Insekta, Holothuroidea, Kynorhincha, Gastropoda dan Tardigrada Komposisi meiobentos didominasi oleh Nematoda, Oligochaeta, dan Polychaeta, secara beurutannya jumlahnya mencapai 74%, 12% dan 8% dari total meiobentos yang disampling. Densitas meiofauna yang berasal dari habitat bervegetasi mangrove adalah 579 ind./10cm², sedangkan daerah yang tidak bervegetasi 503 in./10cm². Hasil uji t mengindikasikan bahwa kelimpahan meiobentos di kedua tipe habitat, bervegetasi dan tidak bervegetasi, tidak berbeda nyata.

Kata kunci: meiobentos, intertidal, mangrove, Marine Station

PENDAHULUAN

Meiobentos adalah istilah yang digunakan untuk mendefinisikan kelompok hewan metazoa yang hidup didasar perairan (bentik) dan berukuran antara 42 µm – 1000 µm. Berdasarkan ukurannya kelompok hewan meiobentos memiliki ukuran yang lebih kecil dari makrobentos, tetapi lebih besar dari mikrobentos. Secara garis besar mkelompok hewan meiobentos dapat dibagi menjadi meiobentos temporer dan meiobentos permanen [1, 2]. Meiofauna dapat dijumpai hampir di semua habitat perairan, mulai dari perairan tawar, payau sampai dengan laut. Di wilayah laut, meiofauna dapat ditemukan mulai dari daerah intertidal sampai dengan laut dalam [3, 4, 5, 6, 7]. Meiofauna juga dapat ditemukan di perairan yang

bervegetasi maupun tidak bervegetasi. Pada kawasan yang bervegetasi meiofauna dapat dijumpai pada daun makroalga, lamun dan mangrove, sedangkan pada kawasan yang tidak bervegetasi meiofauna dapat ditemukan pada hamparan pasir pantai yang luas, pantai berlumpur dan pantai berbatu [1, 2, 8, 9].

Kajian tentang meiobentos, yang meliputi distribusi dan kelimpahan serta keanekaragamannya, sebagian besar dilakukan di Amerika dan Eropa [10, 6, 11, 12, 9, 13]. Bila dibandingkan dengan negara lain kajian tentang meiobentos di Indonesia, khususnya di kawasan pantai masih sangat sedikit dibandingkan luas wilayah yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman dan kelimpahan meiobentos di dua tipe habitat di kawasan *Marine Station* Universitas Riau, Kota Dumai.

METODE

2.1 Daerah Kajian

Daerah kajian merupakan zona intertidal yang termasuk dalam kawasan *Marine Station* Universitas Riau, Kecamatan Dumai Barat, Kota Dumai (Gambar 1). Kawasan ini memiliki substrat lumpur berpasir dan banyak ditumbuhi oleh vegetasi mangrove. Sembilan stasiun pada dua lokasi yang berbeda, daerah yang bervegetasi mangrove *Avicennia alba*, *Sonneratia alba*, *Rhizophora apiculata*, dan *Xylocarpus granatum* dan daerah yang tidak bervegetasi telah dipilih untuk sampling meiobentos. Kedua lokasi memiliki kemiripan dalam pasang surut, tetapi berbeda dalam ada/tidaknya vegetasi.

2.2 Sampling Meiobentos

Sampel meiobentos yang berasal dari daerah yang tidak bervegetasi dikoleksi pada bulan Oktober 2010 [14] sedangkan pada daerah yang bervegetasi dikoleksi pada bulan Februari 2012 [15]. Masing-masing sampling meiobentos dilakukan menggunakan pipa paralon yang dimodifikasi menjadi corer dengan diameter dalam 4,4 cm. Sampling dilakukan pada daerah yang bervegetasi (4 stasiun : I, II, III, IV) dan tidak bervegetasi (5 stasiun : 1, 2, 3, 4, 5), masing-masing dengan 3 ulangan. Segera setelah sampling, sampel difiksasi dengan 4% formol. Dilaboratorium fauna dipisahkan dari sedimen dengan cara disaring menggunakan saringan berukuran 42 μm . Selanjutnya, hasil saringan diberi warna dengan Bengal Rose dan dianalisis menggunakan *disecting microscope* untuk dipisah berdasarkan mayor taksa.

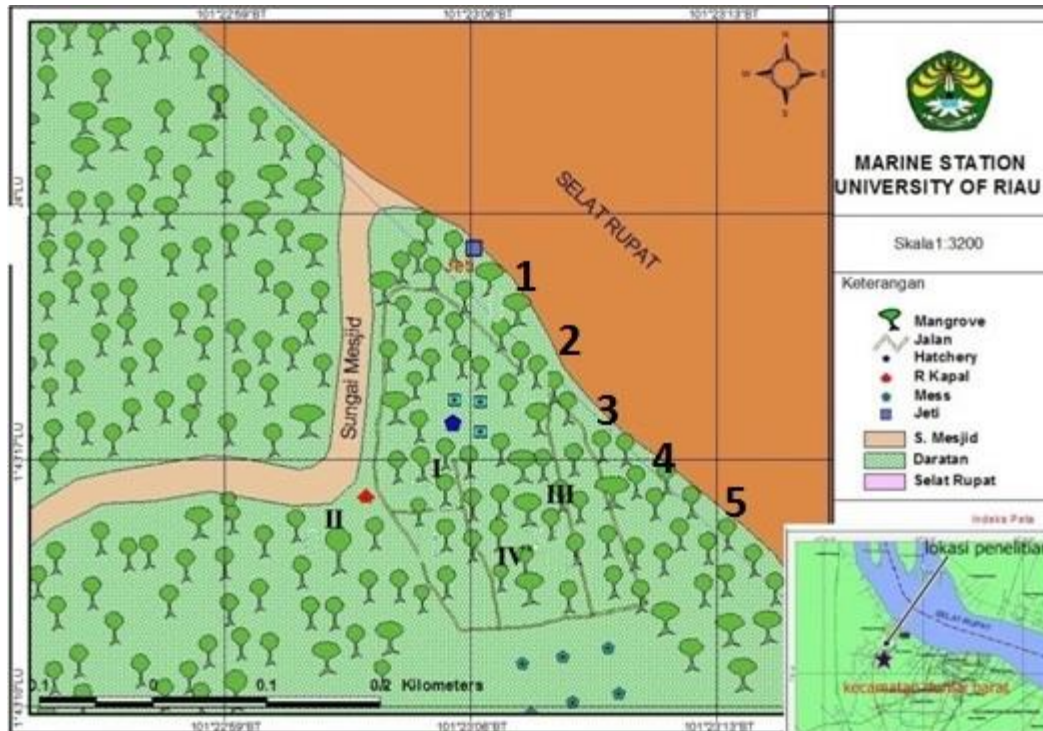
2.3 Analisis Data

Komposisi meiobentos dianalisis menggunakan statistik deskriptif sedangkan kelimpahan meiobentos diantara dua habitat (bervegetasi dan tidak bervegetasi) dianalisis dengan uji t. Sebelumnya, homogenitas sampel di dianalisis dengan uji F.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Keanekaragaman dan komposisi meiobentos

Total meiobentos yang ditemukan di kawasan *Marine Station* Universitas Riau berjumlah 6675 individu yang terdiri dari Nematoda, Polychaeta, Oligochaeta, Copepoda, Ostracoda, Insekta, Holothuroidea, Kinorhyncha, Gastropoda, dan Tardigrada. Taksa yang paling dominan adalah Nematoda (74%) diikuti oleh Oligochaeta (12%), Polychaeta (8%), dan Copepoda (4%). Taksa yang lain yaitu, Ostracoda, Insekta, Holothuroidea, Kinorhyncha, Gastropoda, dan Tardigrada ditemukan dalam jumlah sedikit, bersama-sama kontribusinya hanya 2% dari total meiobentos yang ditemukan (Tabel 1).

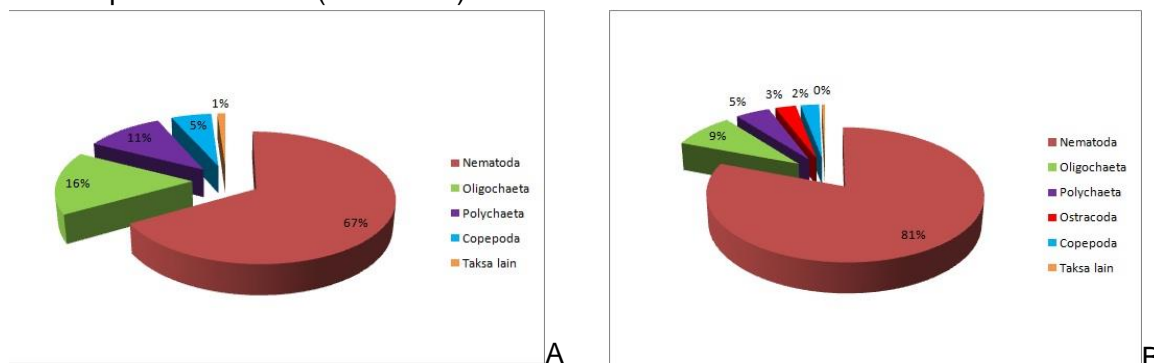


Gambar 1 Daerah Kajian, Kawasan Marine Station Universitas Riau.

Tabel 1 Kelimpahan meiobentos di Marine Station UR

No	Taksa	Jumlah	Prosentase
1	Nematoda	4943	74
2	Oligochaeta	808	12
3	Polychaeta	509	8
4	Copepoda	266	4
5	Taksa lainnya (Ostracoda, Insekta, Holothuroidea, Kinorhyncha, Gastropoda dan Tardigrada)	149	2

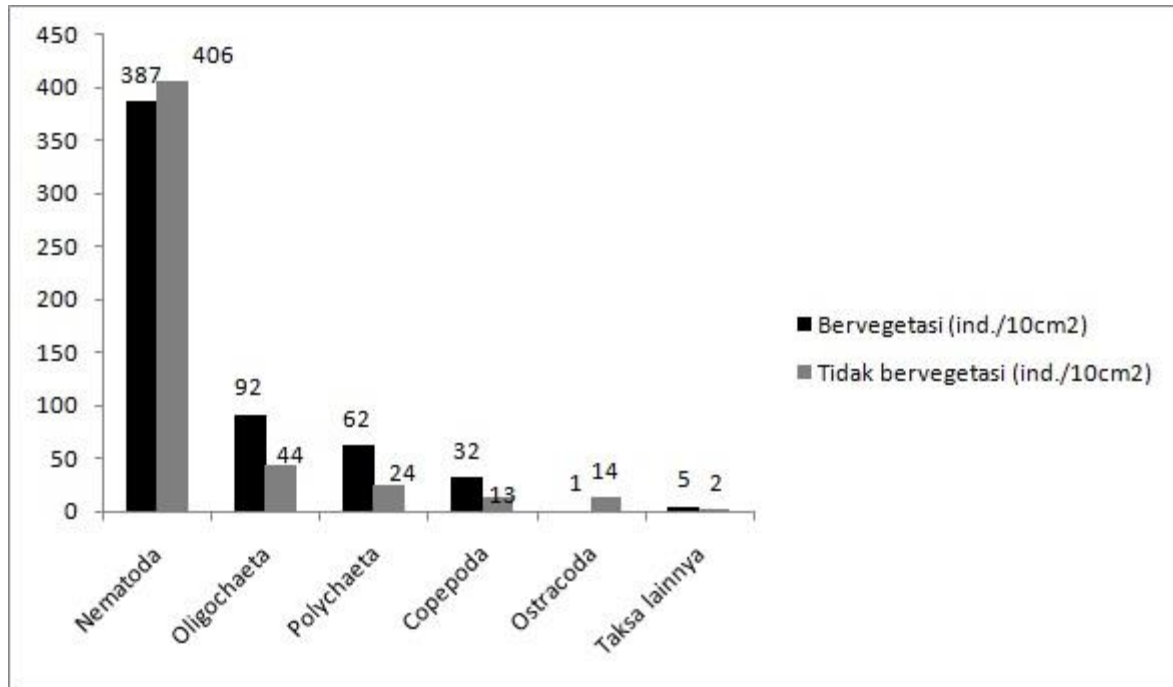
Dalam penelitian ini dominansi Nematoda, Oligochaeta dan Polychaeta terlihat konsisten. Pada daerah bervegetasi mangrove dan daerah yang tidak bervegetasi taksa-taksa tersebut terlihat mendominasi taksa lainnya. Dominansi Copepoda terlihat tidak konsisten, pada daerah bervegetasi mangrove kelimpahannya mencapai 5% dari total sampel meiobentos sedangkan pada daerah yang tidak bervegetasi jumlahnya hanya 2% dari total sampel meiobentos (Gambar 2).



Gambar 2 Komposisi Meiobentos di Marine Station UR. A. Daerah bervegetasi (mangrov). B. Daerah tidak bervegetasi.

Dominansi Nematoda dalam penelitian ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh beberapa penulis di tempat yang berbeda [16, 17, 18, 19]. Kemudian, tingginya dominansi

Oligochaeta dan Polychaeta dalam penelitian ini juga sama dengan yang dilaporkan oleh peneliti lain [20, 21, 22]. Gastropoda ditemukan dalam jumlah yang sedikit, hal ini adalah sesuatu yang normal mengingat pada umumnya ukuran gastropoda berada diatas meiofauna [23].



Gambar 3 Densitas Meiobentos di Kawasan Mangrov Marine Station, Universitas Riau. Taksa lainnya meliputi Insekta, Ostracoda, Holothuroidea, Gastropoda, Tardigrada dan Kinorhyncha.

3.2 Kelimpahan dan densitas meiobentos

Hasil penelitian menunjukkan kelimpahan meiobentos di kawasan *Marine Station* Universitas Riau yang bervegetasi adalah 579 ind/10 cm². Nematoda merupakan taksa yang paling tinggi kepadatannya (387 ind/10cm²), diikuti oleh Oligochaeta (92 ind/10cm²), Polychaeta (62 ind/10cm²) dan Copepoda (32 ind/10cm²). Taksa lain yang ditemukan adalah Insekta, Ostracoda, Holothuroidea, Gastropoda, Tardigrada dan Kinorhyncha. Masing-masing densitasnya sangat kecil yaitu 1-2 ind/10cm² bersama-sama densitasnya hanya mencapai 6 ind/10cm² (Gambar 3).

Pada kawasan *Marine Station* yang tidak bervegetasi densitas meiobentos yang tertinggi juga didominasi oleh Nematoda (406 ind/10cm²), diikuti oleh Oligochaeta (44 ind/10cm²), Polychaeta (24 ind/10cm²), Ostracoda (14 ind/10cm²) dan Copepoda (13 ind/10cm²). Taksa lain yang ditemukan adalah Insekta dan Kinorhyncha. Masing-masing densitasnya sangat kecil yaitu 1 ind/10cm², bersama-sama densitasnya hanya mencapai 2 ind/10cm² (Gambar 3). Sedangkan total densitas meiobentos di kawasan yang tidak bervegetasi adalah sebesar 503 ind/10cm².

Hasil uji t menunjukkan bahwa rata-rata densitas meiobentos di daerah tidak bervegetasi dan daerah bervegetasi mangrov tidak berbeda nyata (t hitung = 0.44; p = 0.05). Tidak adanya beda nyata antara densitas meiobentos di daerah bervegetasi dan yang tidak bervegetasi diduga karena lokasi samplingnya relatif dekat sehingga perbedaan parameter lingkungan, baik fisik maupun kimia, tidak berbeda secara signifikan.

Densitas meiobentos pada kedua tipe habitat sebanding dengan densitas meiobentos dari berbagai kawasan lainnya. Contohnya, densitas meiobentos di kawasan intertidal di Cilacap, Jawa Tengah dan di kawasan pantai berlumpur di India adalah sebesar 473 ind/10 cm² dan 413 ind/10 cm² [24, 25].

Densitas meiobentos dalam penelitian ini lebih kecil dibanding densitas meiobentos yang dilaporkan oleh beberapa peneliti lain di zona intertidal kawasan mangrove yang ada di Gazi Bay, Kenya; pantai Barat dan Timur Zanzibar; dan Can Gio, Vietnam. Secara berturut densitas meiobentos dari ketiga kawasan tersebut berkisar antara 1876-6706 ind/10 cm², 205-5205 ind/10 cm², dan 1156-2082 ind/10 cm². [26, 27, 16].

Perbedaan densitas meiobentos dalam kajian ini dengan yang dilaporkan oleh beberapa *author* tersebut diatas menunjukkan adanya perbedaan karakter fisik dan kimia lingkungan di daerah kajian. Karena kelimpahan meiobentos dapat disebabkan oleh berbagai faktor lingkungan, al. perbedaan kesuburan perairan, ukuran sedimen, salinitas, waktu penggenangan, dan gangguan (*disturbance*) yang terjadi pada sedimen. Rendahnya kelimpahan meiobentos di habitat mangrove tropis akibat rendahnya nutrisi yang berasal dari detritus mangrove [28]. Selain itu, gangguan yang diakibatkan oleh organisme lain juga dapat mengakibatkan rendahnya kelimpahan meiofauna, contohnya liang yang dibuat oleh kepiting atau, gundukan *fecal* dari macrofauna ternyata dapat mengakibatkan berkurangnya kelimpahan meiofauna [29].

Namun demikian untuk mengetahui faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap keanekaragaman dan kelimpahan meiobentos di daerah kajian ini maka perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengaitkan berbagai faktor lingkungan (fisik, kimia dan biotik) terhadap keanekaragaman dan densitas meiobentos.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Higgins RP, Thiel H. 1988. *Introduction to the Study of Meiofauna* Washington D.C: Smithsonian Institution Press
- [2] Giere O. 2008. *Meiobenthology. The Microscopic Motile Fauna of Aquatic Sediment*. Second Edition. Springer.
- [3] Shirayama 1984. The abundance of deep-sea meiobenthos in the western Pacific in relation of environmental factors. *Oceanologica Acta* 7:113–121.
- [4] Vanhove S, Wittoek J, Desmet G, Van der Berghe B, Herman RL, Bak RPM, Nieuwland ,G Vosjan JH, Boldrin A, Rabitti S, Vinxc M. 1995. Deep-sea meiofauna communities in Antarctica: structural analysis and relation with the environment. *Marine Ecology Progress Series* 127: 65-76.
- [5] Mokievskii VO, AA Udalov, AI Azovskii. 2007. Quantitative distribution of meiobenthos in deep-water zones of the World Ocean. *Oceanology*. Vol. 47. Issue 6. pp 797-813
- [6] Armonies W and K Reise. 2000. Faunal diversity across a sandy shore. *Mar Ecol Prog Ser*. Vol.196: 49-57.
- [7] Montagna, P.A., Harper, D.E., 1996. Benthic infaunal long term response to offshore production platforms in the Gulf of Mexico. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53: 2567-2588.
- [8] Coull, BC and RJ Feller. 1988. Site-to-site variability in abundance of meiobenthic copepods along a tidal gradient over 24 hours. *Hydrobiologia*, 165/168: 477-483.
- [9] Gheskiere T, M Vincx, B Urban-Malinga, C Rossano, F Scapini, S Degraer. 2005. Nematodes from wave-dominated sandy beaches: diversity, zonation patterns and testing of the isocommunities concept. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 62: 365–375

- [10] Bodin P. 1988. Results of ecological monitoring of three beaches polluted by the “Amoco Cadiz” oil spill: development of meio- fauna from 1978 to 1984. *Mar Ecol Prog Ser*, Vol. 42: 105-123.
- [11] Danovaro *et al.* 2002; Danovaro, R., Fraschetti, S., 2002. Meiofaunal vertical zonation on hard-bottoms: comparison with soft-bottom meiofauna. *Marine Ecology Progress Series* 230, 159–169.
- [12] Rolf R. Gradinger, Klaus Meiners, G Plumley, Q Zhang and BA Bluhm. 2005. Abundance and composition of the sea-ice meiofauna in off-shorepack ice of the Beaufort Gyre in summer 2002 and 2003. Department of Geology and Geophysics, 28: 171–181.
- [13] Witte JIJ, JJ Zijlstra. 1984. The meiofauna of a tidal flat in the Western part of the Wadden Sea and its role in the benthic ecosystem. *Mar Ecol Prog Ser* 14: 129-138.
- [14] Mahatma R, Yusnarty Yus, Titrawani, A Permala, T Rahmawati, dan RU Syawalia. 2011. Keanekaragaman Hayati di Perairan Pesisir Dumai. Laporan Penelitian Berbasis Laboratorium. Jurusan Biologi. FMIPA. Universitas Riau
- [15] Mahatma R, Khairijon, D Iriani, S Nasution, E Neri, dan Nurmalisyah. 2013. Komunitas Meiofauna di Kawasan Mangrove Kota Dumai Propinsi Riau. Laporan Penelitian Fundamental. Universitas Riau.
- [16] Xuan QN, A Vanreusel, GV Thanh and N Smol. 2007. Biodiversity of meiofauna in the intertidal Khe Nhan Mud flat, Chan Gio mangrove forest, Vietnam with the special emphasis on free living nematodes. *Ocean Science Journal*. 42(3): 135-152.
- [17] Long SM and R. Karim. 1990. Preliminary study on the density of meiofauna in the mangrove swamp at Teluk Mengkabung, Sabah. *Pertanika*13(3): 349-355.
- [18] Dye. 1983. Vertical and horizontal distribution of meiofauna in mangrove sediment in Transkei, Southern Africa. *Estuar. Coast Shelf Sci* 16: 591-598.
- [19] Kondalarao, B. 1984. Distribution of meiobenthic harpacticoid copepods in Gautami-Godavari estuarine ecosystem. *Indian J. Mar Sci*. 13: 80-84
- [20] Halim Lasmana A. 2004. Struktur Komunitas dan Distribusi Meiofauna di Perairan Bojonegara, Teluk Banten Kabupaten Serang. Skripsi. IPB Bogor
- [21] Noortiningsih, IS Jalip, dan S Handayani. 2008. Keanekaragaman Makrozoobenthos, Meiofauna dan Foraminifera di Pantai Pasir Putih Barat dan Muara Sungai Cikamal Pangandaran, *Vis Vitalis* 1(1).
- [22] Zulkifli. 2008. *Dinamika Komunitas Meiofauna Intertidal di Perairan Selat Dompok Kepulauan Riau*. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [23] Swedmark B. 1971. A Review of Gastropoda, Branchiopoda and Echinodermata in Marine Meiobenthos dalam *Proceeding of the First International Conference on Meiofauna*. Neil C. Hulings (ed). Smithsonian Institution Press. Washington.
- [24] Marhaeni B. 1999. Ekostuktur dan distribusi meiofauna di substrat hutan mangrove tritih, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Tesis Magister. Institut Pertanian Bogor.
- [25] Rao GC, A Misra. 1983. Studies on the Meiofauna of Sagar Island. *Proceeding of Indian Academy of Science*. Animal Science 92:73-85.
- [26] Vanhove S, M Vinxc, D van Gansbeke, W Gijssels and D Schram. 1995. The meiobenthos of five mangrove vegetation types in Gazi Bay, Kenya. *Hydrobiologia*. 247: 99-108.
- [27] Olafsson E. 1995. Meiobenthos in mangrove areas in eastern Africa with emphasis on assemblage structure of free-living marine nematodes. *Hydrobiologia* 312: 47-57.
- [28] Alongi DM. 1989. The role of soft-bottom benthic communities in tropical mangroves ecosystems. *Review of Aquatic Sciences* 1:243–280.
- [29] Thistle D. 1980. The response of a harpacticoid community to a small-scale natural disturbance. *Journal of Marine Research* 38(3) 381-395.

KONSENTRASI LOGAM BERAT KADMIUM (Cd) PADA AIR, SUBSTRAT DAN DAGING KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DI TELUK LADA PERAIRAN SELAT SUNDA

CONCENTRATION OF HEAVY METAL CADMIUM (Cd) ON WATER, SUBSTRATE AND MEAT OF BLOOD COCKLE (*Anadara granosa*) IN LADA BAY SUNDA STRAIT

Ratna Komala⁽¹⁾,

⁽¹⁾. Universitas Negeri Jakarta, FMIPA Jurusan Biologi Jl pemuda 10 Rawamangun
Jakarta Timur 13220. Email : ratna_komala08@yahoo.co.id

ABSTRACT

One of the sea resources that have important ecological and economic values is Blood cockles (*Anadara granosa*). However, many indications of heavy metal contaminated shellfish is cause for concern in supporting food security for community widely. As the benthic animals, these shells have good metallic absorbing properties that can be used as a bioindicator of environmental pollution. This study aims were to determine the content of Cadmium (Cd) in water, substrate and blood cockle tissues (*A. granosa*) dan environment condition at Lada Bay of the Sunda Strait. Samples were taken at 15 observation stations from 5 zones defined by shell fishing areas. Analysis of heavy metals Pb was done by AAS methods, and the results were compared based guidelines for environmental standards. The results showed that the concentration of Cd was found from the highest to the lowest row is present in the substrate, from 1.310- 1.863 ppm, meat from 0,094–0,188 ppm and the water from <0.01 – 0,030 ppm, if referring to the the quality standards of heavy metals in water, the metal content Cd in the Lada Bay has passed the quality standards recommended.

Keywords: Anadara granosa, Heavy Metals, Cadmium, Substrates, Lada Bay

ABSTRAK

Salah satu sumberdaya laut yang mempunyai nilai ekologis dan ekonomis penting adalah kerang darah (*Anadara granosa*), namun adanya indikasi banyak kerang yang tercemar logam berat merupakan hal yang perlu diwaspadai dalam menunjang keamanan pangan masyarakat secara luas. Sebagai hewan benthik, kerang ini mempunyai sifat penyerap logam yang baik sehingga dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan Kadmium (Cd) pada air, substrat dan daging kerang darah (*A. granosa*) dan beberapa parameter lingkungan di Teluk Lada Perairan Selat Sunda. Sampel diambil pada 15 stasiun pengamatan dari 5 zona yang ditentukan berdasarkan daerah penangkapan kerang. Analisis logam berat Cd dilakukan menggunakan metode AAS, dan hasilnya dibandingkan berdasarkan pedoman baku mutu lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi Cd ditemukan dari yang tertinggi sampai terendah berturut-turut yaitu terdapat pada substrat, 1.310- 1.863 ppm, daging 0,094–0,188 ppm dan pada air <0.01 – 0,030 ppm, Jika mengacu pada baku mutu logam berat pada air, kandungan logam Pb di Teluk Lada sudah melewati baku mutu yang disarankan.

Kata kunci : Anadara granosa, Logam berat, Kadmium. Substrat, Teluk Lada

PENDAHULUAN

Bivalvia atau dikenal dengan kerang merupakan kelas terbesar kedua setelah Gastropoda dari Phylum Moluska. Beberapa jenis bivalvia mempunyai nilai potensial, baik dari segi ekologis maupun ekonomis, salah satunya kerang *Anadara* spp. hidup sebagai

hewan benthic dan tersebar luas pada beberapa habitat, termasuk tersebar dan melimpah di wilayah Teluk Lada

Perairan Teluk Lada merupakan bagian dari wilayah Selat Sunda yang merupakan selat yang dinamis, terletak di antara Pulau Sumatera dan Pulau Jawa dimana massa air Laut Jawa bercampur dengan massa air yang berasal dari Samudera Hindia [1]. Berbagai sumberdaya mendiami wilayah ini, salah satunya di wilayah ini, salah satunya adalah kerang darah (*A. granosa*) sebagai sumber pendapatan ekonomi bagi masyarakat dan nelayan sekitarnya [2].

Ekspor kerang dari Indonesia mendapat ganjalan karena terdapat indikasi mengandung racun logam berat seperti Cadmium (Cd), Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu). Logam berat yang terakumulasi pada daging kerang selain berasal dari perairan juga berasal dari sedimen, karena kerang relative tidak bergerak di dasar perairan [3]

Banyaknya aktifitas antropogenik di wilayah DKI Jakarta, Provinsi Banten dan sekitarnya diduga menyebabkan pencemaran baik berupa limbah domestik, limbah industri maupun limbah pasar yang masuk kedalam perairan di Teluk Lada, sehingga akan terakumulasi di perairan, sedimen maupun dalam daging kerang. Limbah tersebut bukan saja berupa limbah organik, tetapi juga limbah yang termasuk B3 yang dapat tercampur dalam limbah tersebut.

Logam berat merupakan bahan pencemar yang dapat disebabkan karena pengaruh langsung dari masukan air sungai ke dalam suatu perairan. Logam berat yang berbahaya dan sering ditemukan di lingkungan perairan adalah Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Cadmium (Cd), Tembaga (Cu) dan seng (Zn). Pencemaran logam berat di sungai, pantai dan badan air dapat menyebabkan kontaminasi makhluk hidup didalamnya, melalui rantai makanan, logam tersebut akan terakumulasi pada tingkat tropik yang lebih tinggi [4].

Menurut Setyono [5] Kerang darah *A. granosa* banyak disukai masyarakat karena mengandung proteinnya cukup tinggi, sebagai sumber gizi, kerang darah *A. granosa*, mengandung lemak, vitamin, mineral, dan asam amino.

Mengingat potensinya yang begitu besar baik sebagai penunjang ekonomi maupun sumber gizi, maka untuk keberlangsungan keberadaannya kerang darah tersebut perlu dibudidayakan dan untuk menjaga keamanan dalam mengkonsumsinya, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui konsentrasi dan tingkat pencemaran logam berat khususnya Cadmium (Cd) pada perairan, sedimen dan daging kerang, mengetahui status pencemaran logam berat di Teluk Lada, dan beberapa parameter yang mendukung kehidupan kerang.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yaitu deskriptif dilanjutkan analisis di laboratorium, Penelitian dilaksanakan di perairan Teluk Lada Selat Sunda, Pandeglang Banten. pada bulan Juli 2010 sampai Desember 2010. Lokasi penelitian terdiri dari 5 Zona, berdasarkan lokasi penangkapan kerang, yaitu I, Pantai Bama (dekat) PLTU); II yaitu pantai Tegal Papak; III Pantai Cibungur, ; IV Pantai Panimbang dan V Pantai Suladengan. Pada tiap zona terdiri dari 3 stasiun pengamatan, Penentuan titik lokasi stasiun dibantu dengan alat GPS (*Global Positioning System*).

Sampel air diambil pada kolom air menggunakan *Water Sampler* (Van Dorn), sedangkan kerang diambil dengan metode sapuan (*Swept Area*) menggunakan alat tangkap kerang (garok) yang ditarik dengan kapal motor, sedangkan substrat diambil menggunakan

Eckman dredge. Pengambilan sampel air, sedimen dan kerang dilakukan pada setiap stasiun pengamatan selama 6 bulan dengan interval waktu setiap satu bulan.

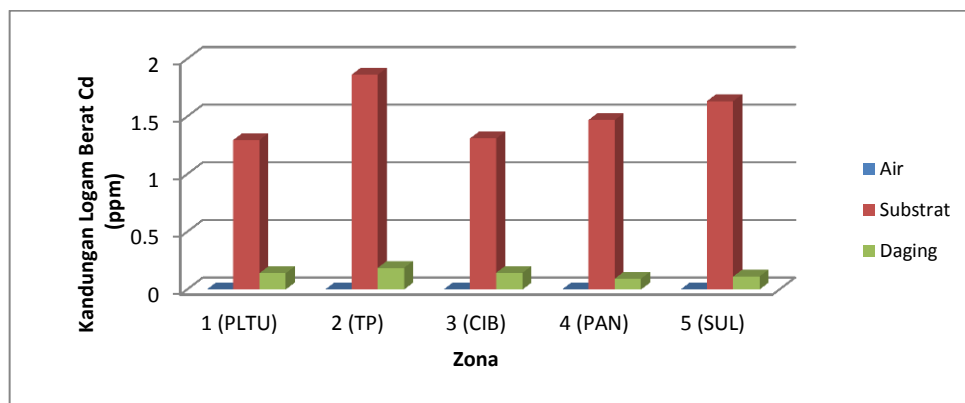
Logam berat Cd pada air, sedimen dan daging kerang dan parameter lain seperti TSS, NO₂, NO₃, NH₃, PO₄ dianalisis di Laboratorium dengan menggunakan metode AAS, dan TOM (*Total Organic Matter*) menggunakan metode Gravimetrik, sedangkan parameter lingkungan lainnya dilakukan pengukuran secara *insitu* terdiri dari suhu, kekeruhan, kecerahan, kecepatan arus, pH, salinitas dengan cara pengukuran langsung dan untuk oksigen terlarut, serta BOD menggunakan metode titrasi Winkler, sedangkan substrat dianalisis menggunakan metode Segitiga Shephard.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kandungan logam berat pada air, substrat dan daging kerang *A. Granosa*

Hasil analisis pada tiap zona menunjukkan logam berat Kadmium (Cd) berkisar >0,01 ppm sampai 1,863 ppm. Secara umum konsentrasi Cd tertinggi yaitu ditemukan pada substrat, kemudian daging dan terendah yaitu pada air, seperti terlihat pada Gambar 1



Gambar 1. Konsentrasi Kadmium (Cd) pada air, substrat dan daging kerang *A. granosa*

Rata-rata konsentrasi Cd secara keseluruhan baik di air, substrat maupun daging kerang berkisar antara <0.01 sampai 1.863 ppm seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata konsentrasi Cd pada air, substrat dan daging kerang tiap zona

Zona	Air (ppm)	Substrat (ppm)	Daging (ppm)
I	< 0.01	1.296	0.141
II	< 0.03	1.863	0.188
III	< 0.01	1.310	0.145
IV	< 0.01	1.470	0.094
V	< 0.01	1.634	0.113

Parameter lingkungan

Parameter lingkungan menunjukkan nilai yang bervariasi antar zona dan antar waktu pengamatan, beberapa parameter masih dalam kisaran yang normal untuk kehidupan kerang (Tabel 2).

Tabel 2. Kisaran nilai parameter lingkungan

Parameter (Satuan)	Kisaran
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	28.33- 29.33
Kekeruhan (NTU)	6.17 – 17.65
Kecerahan (m)	92.11 – 110.00
Kecepatan arus (cm/det)	14.02 -15.92
TSS (ppm)	18.00- 80.8
pH	6.85 -7.00
Salinitas (ppt)	28.39 – 29.5
Oksien terlarut (mg/l)	6.64 – 7.27
BOD (mg/l)	4.32 – 4.66
TOM (mg/l)	38.85 – 78.44
NO_2 (mg/l)	<0.020 -0.024
NO_3 (mg/l)	0.175 – 0.435
NH_3 (mg/l)	0.237 – 0.328
PO_4 (mg/l)	0.049 – 0.226
Substrat	Lempung berdebu, pasir berdebu, pasir

PEMBAHASAN

Kandungan logam berat Kadmium bervariasi tiap zona baik pada substrat, air maupun pada daging, Rata-rata konsentrasi Cd baik di air, substrat maupun daging kerang tertinggi ditemukan pada zona II, Rata –rata konsentrasi Cd pada air berkisar <0.01 –<0.036, pada substrat rata-rata berkisar 1.296 – 1.863 ppm, sedangkan konsentrasi Cd pada daging kerang rata-rata berkisar 0.094 – 0.188 ppm. Konsentrasi Cd yang ditemukan umumnya sudah melewati batas baku mutu yang disarankan.

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 bahwa baku mutu logam berat bagi biota air khususnya Cd adalah 0.001 ppm. Hasil analisis logam berat menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi dari Cd terdapat pada substrat, disusul pada daging kerang dan terendah yaitu pada air. Jika menggunakan baku mutu berdasarkan baku mutu air, maka kandungan Cd baik di substrat maupun daging juga sudah melebihi ambang batas yang ditentukan.

Kandungan Cd pada air, substrat maupun daging rata-rata tertinggi ditemukan pada zona II. Jika dibandingkan antar zona penangkapan, maka substrat di seluruh zona memiliki kandungan logam berat Cd yang tinggi karena sudah melewati batas baku mutu. Kandungan logam di Teluk Lada yang ditemukan diduga berasal dari transport massa air dari beberapa sungai, aktifitas PLTU dan aktifitas kegiatan manusia di sekitarnya serta wilayah kawasan industri Cilegon Merak yang berada tidak jauh dari lokasi.

Banyaknya Cd pada substrat diduga disebabkan karena sifat akumulatif dengan jangka waktu yang lama dan terus menerus pada substrat yang relative menetap dan tidak banyak bergerak pada daerah estuaria di lokasi penelitian. Kontaminasi logam berat ini dapat berasal dari faktor alam seperti kegiatan gunung berapi dan kebakaran hutan atau faktor manusia seperti pembakaran minyak bumi, pertambangan, peleburan, proses industri, kegiatan pertanian, peternakan dan kehutanan, serta limbah buangan termasuk sampah rumah tangga [6]. Kandungan logam berat dalam sedimen atau substrat merupakan indikator dari kondisi lingkungan perairan. Dalam suatu perairan, logam berat cenderung terakumulasi bagian dasar dan merupakan indikator dari kondisi lingkungan [6].

Tingginya Cd pada daging kerang darah (*A. granosa*) diduga disebabkan karena sifat dari kerang tersebut yang termasuk hewan sedentary yang hidupnya relative menetap di dasar perairan dan merupakan hewan *deposit feeder* yang tentunya sangat tergantung pada substratnya [7].

Jika dibandingkan dengan kandungan Cd pada substrat maupun daging kerang, kandungan logam berat di kolom air masih relative rendah, hal ini nampaknya terkait dengan masih rendahnya proses resuspensi sedimen ke kolom air, karena pengambilan sampel dilakukan pada saat pergerakan air minimal, yaitu pada saat musim timur dan peralihan sedangkan ketika memasuki musim barat pengukuan dilakukan saat kondisi surut.

Logam berat dapat dibagi kedalam dua jenis, yaitu pertama adalah jenis logam berat esensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya dan kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun, di mana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun, seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan As [8].

Akumulasi logam berat di perairan dipengaruhi oleh faktor biologis dan fisik, seperti musim, reproduksi, salinitas dan kedalaman air. Bioakumulasi logam berat tergantung pada zat kimia, peredarannya dan mekanisme masuknya logam ke bagian interseluler kompartement dan aspek homeostatis seluler logam [9]. Logam Zn, Cu, dan Cd pada kerang terakumulasi dengan baik, namun demikian fungsi dari Cd dan Hg secara biologis belum diketahui. Logam lain yang biasanya terakumulasi dalam jaringan kerang adalah Ag, Al, Cr, F, Mn, Ni dan Pb serta logam radionuklida [10].

Adanya logam berat Cd yang ditemukan baik pada air, substrat maupun daging kerang, dapat dikatakan bahwa perairan di Teluk Lada sudah perlu diwaspadai. Sumber logam berat tersebut dapat berasal dari limbah domestik dan beberapa aktifitas masyarakat di sekitarnya, seperti aktifitas PLTU, limbah domestik merupakan salah satu sumber pencemaran logam berat yang potensial bagi perairan. Pembuangan limbah secara terus menerus tidak hanya mencemari lingkungan perairan tetapi menyebabkan terkumpulnya logam berat dalam air, sedimen dan biota perairan. Logam berat dapat mempengaruhi pertumbuhan maupun reproduksi kerang

Hasil penelitian Muawanah *et al.* [11] perairan Teluk Lada telah mengalami pencemaran logam berat, konsentrasi logam berat rata-rata untuk Hg (0,09 ppm); Pb (0,015 ppm) dan Cu (0,075 ppm). Menurut Palar (2004) konsentrasi ion logam berat yang dapat mematikan bagi organisme kerang yaitu untuk Cd (2,2 – 35 mg/l) ; Hg (0,058-32 mg/l) dan untuk Pb (0,5-5 mg/l).

Logam berat seperti Hg, Cd dan Pb yang terdapat dalam air kebanyakan berbentuk ion. Keracunan Pb dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan sebagai akibat dari gangguan penyerapan kalsium [9]. Pencemaran Cd mempengaruhi kebutuhan in Ca²⁺ dan dapat terakumulasi dalam tubuh bivalvia. Dalam air laut Cd berbentuk senyawa klorida (CdCl₂) dan dipengaruhi oleh kadar garam sehingga terjadi suatu interaksi antara logam dan non logam, misalnya Ca dan Cd.

Beberapa biota laut tertentu juga dapat meningkatkan pengaruh toksik berbagai unsur kimia tersebut, karena memiliki kemampuan untuk mengakumulasi zat tersebut di tubuhnya jauh melebihi yang terkandung di perairan sekitarnya. Faktor-faktor lainnya yang cenderung membantu meningkatkan pengaruh unsur kimia terhadap sistem kehidupan adalah magnifikasi biologis. Pada situasi ini konsentrasi bahan kimia di tubuh jasad hidup meningkat dengan adanya perubahan tingkat trofik. Dalam kenyataannya unsur-unsur kimia tersebut tidak mengalami metabolisme di tubuh makhluk hidup, sehingga jumlah yang terakumulasi pada jaringan-jaringan tubuh semakin bertambah [9].

Apabila beberapa individu tersebut dimangsa oleh karnivora dari tingkat trofik di atasnya, maka karnivora-karnivora tersebut akan mengandung unsur kimia yang berasal dari individu-individu terdahulu, sehingga konsentrasi unsur kimia tersebut akan meningkat di tubuhnya. Kesenambungan proses ini, apabila rantai makanan panjang, dapat menyebabkan tingkat konsentrasi yang cukup membahayakan [3].

Menurut Nybakken [12], logam berat merupakan salah satu bahan kimia beracun yang dapat memasuki ekosistem bahari. Jalius [3] menyatakan bahwa bahan-bahan kimia memasuki Perairan Teluk Lada melalui rantai makanan di laut dan berpengaruh pada hewan-hewan, serta dari waktu ke waktu dapat berpindah-pindah dari sumbernya. Hal ini menyebabkan susah untuk memperkecil pengaruh bahan kimia tersebut, terutama apabila pengaruhnya terulang kembali pada tahun-tahun berikutnya

Pertumbuhan bivalvia khususnya kerang juga dipengaruhi oleh selain dipengaruhi logam berat juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lainnya diantaranya yaitu ketersediaan makanan, siklus tahunan, suhu, cahaya, struktur populasi dan lain-lainnya [13].

Kadmium (Cd) adalah logam berat yang secara normal terdapat pada tanah dan air dalam kadar rendah. Kadmium berasal dari beberapa sumber yaitu sumber alami, pertambangan dan industri. Gunung berapi merupakan sumber kadmium terbesar secara alami. Dari pertambangan, kadmium tidak ditambang secara tersendiri, tetapi merupakan bahan ikutan dari pengolahan tambang dan produksi timah hitam (Pb), Seng (Zn), Kuprum (Cu), batu bara dan minyak. Melalui interaksi dengan rantai makanan akhirnya kadmium yang telah mencemari lingkungan perairan akan sampai pada manusia.

keberadaannya Cd di wilayah pesisir Teluk Lada, perlu diwaspadai karena dapat mempengaruhi kehidupan biota dan manusia yang berinteraksi di wilayah tersebut. Kerang darah secara kontinyu melakukan filtrasi air laut dan sebagai *deposit feeder* pada tempat sumber makanannya, maka dikhawatirkan akan terjadi akumulasi logam berat di dalam jaringan tubuh kerang, dan konsentrasinya semakin lama akan semakin meningkat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Konsentrasi Cd tertinggi terdapat pada substrat, daging kerang dan terendah pada air, sedangkan berdasarkan zona konsentrasi Cd tertinggi terdapat pada zona II (Pantai Tegal Papak)
2. Konsentrasi Cd Perairan, substrat dan daging kerang *A. granosa* di Teluk Lada telah telah melewati batas baku mutu yang disarankan
3. Parameter lingkungan secara umum masih dalam kisaran yang normal untuk mendukung kehidupan biota perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Birowo S. 1983. Hydro-Oceanographic Condition of the Sunda Strait: A Review. Proceeding of Symposium on 100th Year Development of Krakatau and Its Souronding. LIPI. Jakarta.
- [2] Daniri. 2006. Banten Sentra Budidaya Keckerangan Indonesia. Departeman Kelautan Perikanan. Banten

- [3] Jalius. 2008. Bioakumulasi Logam Berat dan Pengaruhnya Terhadap Gametogenesis Kerang Hijau *Perna viridis* : Studi Kasus di Teluk Jakarta, Teluk Banten dan Teluk Lada. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Instiitut Pertanian Bogor.
- [4] Broom MJ. 1985. The Biology and Culture of Marine Bivalve Mollusc of the Genus *Anadara*. International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM). Studies and Reviews 12 Manila. Phillipines.
- [5] Setyono, D.E.D. 2006. Karakteristik Biologi dan Produk Keekerangan Laut. Oseana Volume XXXI. No. 1 Hal. 5
- [6] Akagi H, Malm O, Branches FJP, Kinjo Y, Kashima Y, Guimaraes JRD, Oliveira RB, Haraguchi K, Pfeiffer WC, Takizawa Y, Kato H. 1995. Human Exposure to Mercury Due to Gold Mining in The Tapajos River Basin, Amazon Brazil speciation of mercury in the human air, blood and urine. *Water, Air and Soil Pollution*. 80: 85-94
- [7] Suprpti, N.H. 2008. Kandungan Cromium pada perairan, sedimen dan kerang darah (*Anadara granosa*) di wilayah pantai sekitar Muara Sungai Sayung, Desa Morosari. *Bioma*. Vol.10 (2):53-56.
- [8] Hattink J, De Boeck G and Blust R. 2005. Toxicity, Accumulation and Retention of Zink by carp Under Normoic and Hypoxic Condition. *Enviroment Toxicology and Chemical* 25(l) 75-79
- [9] Grossel M, Gerdes RM and Brix KV. 2005. Chronic Toxicity of Lead three freshwater invertebrates *Brachionus calyciflorus*, *Chironomus tentans* and *Lymnaea stagnalis*. *Enviroment Toxicology and Chemical* 25 (l) : 97-104
- [10] Gosling, E. 2003. *Bivalve Molluscs. Biology, Ecology and Culture*. Fishing News Books a division of Blackwell Publishing.
- [11] Muawanah N, Sari, Hendrianto, Triana A. 2005. Pemantauan Lingkungan Perairan Pada Pengembangan Budidaya dan Sanitasi Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*. 4(1): 13-16
- [12] Nybakken. 1988. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi*. Gramedia. Jakarta.
- [13] Richard A McKinney, M Sarah, Glatt, SR Williams. 2003. Allometric Length-Weight Relationship for Benthic Prey of Aquatic Wildlife in Coastal Marine Habitats. *Wildlife Biology*. 10:4

PROSES FITOREMEDIASI LIMBAH MINYAK CAIR MENGGUNAKAN KOMBINASI *Salvinia molesta* D.S. Mitchell DAN BAKTERIA KONSORSIUM

PHYTOREMEDIATION PROCESS OF PETROLEUM SLUDGE USING COMBINATION OF *Salvinia molesta* D.S. Mitchell AND BACTERIA

Sri Pertiwi Estuningsih^{1*}, Hary Widjanti¹, Bambang Yudono², Rika Natalia¹

Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Sriwijaya, Jl. Raya Palembang Prabumulih Km 32 Inderalaya Tilp. 0711580269^{1*}

E-mail: yudonob@hotmail.com

Department of chemistry, Faculty of Sciences, University of Sriwijaya²

ABSTRACT

A research about combination of *Salvinia molesta* D.S. Mitchell and bacterial consortium on phytoremediation of liquid waste petroleum had been done on July to August 2012 in Microbiology Laboratory Department of Biology and Chemical Analysis Laboratory Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Science, Sriwijaya University. The study was aimed to discover phytoremediation capabilities combination of *Salvinia molesta* and a consortium bacterial in liquid waste petroleum. The experiments design used Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 6 replications. The observed variables were bacterial numbers, the accretion dry weight of *Salvinia molesta*, and TPH degradation percentage. The results showed that at the end of phytoremediation addition of bacterial consortium and *Salvinia molesta* produces the highest average of TPH degradation 99.48%, the highest average of bacterial number 5.8×10^8 (cfu/mL), and the highest average of *Salvinia molesta* dry weight reaches 2.807 g.

Keywords: Salvinia molesta, phytoremediation, bacterial consortium, liquid waste petroleum

ABSTRAK

Penelitian mengenai kombinasi *Salvinia molesta* D.S. Mitchell dan konsorsium bakteri dalam proses fitoremediasi limbah cair minyak bumi telah dilakukan pada bulan Juli - Agustus 2012 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi dan Laboratorium Kimia Analisa Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan fitoremediasi kombinasi *Salvinia molesta* dan konsorsium bakteri pada limbah cair minyak bumi. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 6 kali ulangan. Variabel yang diamati yaitu jumlah bakteri dan pertambahan berat kering *Salvinia molesta*, serta persentase penurunan TPH. Hasil yang didapat pada akhir penelitian menunjukkan bahwapenambahan konsorsium bakteri dan *Salvinia molesta* menghasilkan rata-rata persentase penurunan TPH tertinggi 99.48%, jumlah bakteri tertinggi 5.8×10^8 (cfu/mL), dan rata-rata pertambahan berat kering tertinggi mencapai 2.807 g.

Kata kunci: Salvinia molesta, fitoremediasi, konsorsium bakteri, limbah cair minyak bumi

PENDAHULUAN

Kegiatan eksplorasi dan produksi minyak bumi disamping menghasilkan minyak dan gas, juga menghasilkan limbah yang berupa limbah cair maupun limbah padat. Limbah padat umumnya berupa *sludge* yang merupakan campuran minyak yang tumpah, pipa yang bocor atau ceceran minyak yang sudah bercampur dengan pengotor dari lingkungan, sedangkan limbah cair merupakan hasil pemisahan *crudeoil* dan air [1].

Limbah minyak terdiri atas bermacam-macam senyawa, di antaranya berupa hidrokarbon. Senyawa hidrokarbon dalam minyak bumi dapat dibagi menjadi empat golongan, yaitu senyawa parafin, naftalena, aromatik, dan olefin [2]. Senyawa aromatik merupakan komponen minyak mentah yang paling beracun dan dapat memberi dampak kronik (menahun) dan karsinogenik (menyebabkan kanker) [3].

Limbah minyak tersebut apabila tidak dikelola dengan baik, maka dapat berdampak terhadap lingkungan hidup [4]. Limbah cair yang dihasilkan dari proses pengolahan memiliki potensi lebih besar untuk mencemari dan meracuni lingkungan, karena bentuknya yang cair menyebabkan mobilisasinya cepat sehingga mudah terbawa aliran air [2].

Sistem pengolahan limbah cair minyak bumi pada umumnya dilakukan secara fisika dan kimia. Namun, pengolahan limbah dengan cara tersebut biaya yang dikeluarkan relatif mahal serta dapat menimbulkan pencemaran baru [5]. Terdapat kebijakan baru dalam pengolahan limbah hasil produksi dengan menerapkan prinsip nir limbah (*zero waste*) [6]. Menghindari timbulnya pencemaran baru, salah satu alternatif dalam menanggulangi dampak pencemaran lingkungan oleh limbah cair minyak bumi ialah dengan menggunakan metode biologi yaitu pemanfaatan jasa makhluk hidup diantaranya tumbuhan yang lebih dikenal dengan fitoremediasi.

Mekanisme yang terjadi pada fitoremediasi antara lain fitoakumulasi, rizofiltrasi, fitostabilisasi, dan rizodegradasi. Menurut U.S EPA [7], tumbuhan melepaskan eksudat akar berupa gula, asam amino, asam organik, asam lemak, sterol, nukleotida, dan senyawa lain. Eksudat tersebut berguna untuk meningkatkan aktivitas dan populasi mikroorganisme rizosfer sehingga meningkatkan biodegradasi polutan.

Hasil penelitian didapatkan 4 isolat bakteri yang paling baik dalam mendegradasi hidrokarbon pada bioremediasi *sludge* minyak bumi yaitu *Micrococcus luteus*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, dan *Bacillus* sp1 [8]. konsentrasi limbah cair minyak bumi yang tepat untuk pertumbuhan dan kemampuan fitoremediasi yang baik oleh *Salvinia molesta* pada konsentrasi 60 % [9].

Pengolahan limbah cair minyak bumi yang murah, mudah, ramah lingkungan, efisien, dan dapat mendukung konsep *zero waste* diantaranya dapat dilakukan dengan metode fitoremediasi. *Salvinia molesta* adalah salah satu tumbuhan yang memiliki kemampuan fitoremediasi dengan mekanisme rhizodegradasi yaitu tanaman bekerjasama dengan bakteri dalam mendegradasi kontaminan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian terhadap kemampuan fitoremediasi kombinasi *S. molesta* dan konsorsium bakteri agar didapatkan hasil yang lebih baik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan fitoremediasi kombinasi *S. molesta* dan konsorsium bakteri pada limbah cair minyak bumi. Penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki metode fitoremediasi untuk mengolah limbah cair minyak bumi

BAHAN DAN METODE

2. 1 Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan . Penelitian dilakukan di rumah kaca , Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi, dan Laboratorium Kimia Analisa Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

2.2 Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan sebagai berikut: K_0 = Limbah cair minyak bumi, K_1 = Limbah cair minyak bumi + *Salvinia molesta*, K_2 = Limbah cair minyak bumi + konsorsium bakteri, K_3 = Limbah cair minyak bumi + konsorsium bakteri + *S. Molesta*. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 6 kali sehingga dihasilkan 24 unit percobaan.

2.3 Cara kerja

2.3.1 Persiapan dan adaptasi *S. molesta*

Salvinia molesta diambil dari perairan di Jln. Mayor Ruslan, Indralaya, Ogan Ilir. *S. molesta* kemudian diadaptasi dengan cara ditanam dalam baskom plastik yang telah diisi limbah cair konsentrasi 60 % dengan volume 15 L selama 30 hari [9].

2.3.2 Pembuatan starter bakteri

a. Pembuatan medium ZoBell cair

Masing-masing bahan ditimbang sesuai komposisi pada lampiran 1. Semua bahan dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* dan dilarutkan dengan menambahkan 1 liter akuades lalu ditambahkan *magnetic stirrer* kemudian ditutup dengan kapas dan dididihkan dengan *hot plate*. Mulut *erlemeyer* ditutup dengan *aluminium foil*, lalu disterilkan dalam autoklaf selama 20 menit dengan suhu 121 °C dan tekanan 15 psi atau 1 atm [10].

b. Pembuatan starter bakteri

Kultur bakteri diambil 5 ose lalu di subkultur dengan dimasukkan ke dalam masing-masing 150 mL medium ZoBell cair dan di *shaker* selama 24 jam pada 120 rpm. Dihitung kepadatan masing-masing bakteri hingga mencapai 10^7 . Kemudian setiap subkultur bakteri diinokulasikan kedalam erlemeyer berisi 400 ml medium ZoBell cair berdasarkan waktu generasinya sambil tetap di *shaker*. Waktu generasi *Bacillus* sp1 adalah 12 jam, *Pseudomonas pseudomallei* dan *Micrococcus luteus* 6 jam serta *Pseudomonas pseudoalcaligenes* 3 jam.

Pembuatan kultur campur diawali dengan inokulasi bakteri *Bacillus* sp1, setelah 6 jam dilanjutkan dengan inokulasi *Pseudomonas pseudomallei* dan *Micrococcus luteus*, dan setelah 9 jam diinokulasikan *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, sehingga pada jam ke 12 kultur campur bakteri tersebut telah siap. Sebanyak 200 mL kultur campur dalam 5 erlemeyer berukuran 1L yang berisi limbah cair konsentrasi 60% lalu di *shaker* selama 24 jam. Jumlah bakteri awal dihitung sampai mendapat jumlah kepadatan $\pm 10^7$ cfu/mL.

2.3.3 Persiapan bioreaktor

Bioreaktor berupa baskom disiapkan sebanyak 24 buah. Kemudian disiapkan limbah dengan konsentrasi 60% pada setiap bioreaktor dengan cara mencampurkan 9 L limbah cair minyak bumi ke dalam masing-masing baskom tersebut dan ditambahkan air sumur sebanyak 6 L hingga volume totalnya menjadi 15 L. Lalu dihomogenkan dengan cara diaduk. Sebanyak 6 bioreaktor diberi perlakuan hanya limbah dengan konsentrasi 60%. Starter bakteri sebanyak 2,5% (kepadatan minimum 10^7 cfu/mL) yang telah disiapkan dimasukkan kedalam 12 bioreaktor yang telah berisi limbah. Kemudian 200 g *Salvinia molesta* yang telah diadaptasi, ditanam pada masing-masing dari 6 bioreaktor tersebut dan juga ditanam pada 6 bioreaktor yang lain yang hanya terisi limbah cair. Pemeliharaan perlakuan dilakukan selama 30 hari dan bioreaktor dihomogenkan setiap hari dengan cara diaduk.

2.4 Variabel pengamatan

2.4.1 Jumlah bakteri

Penghitungan jumlah sel bakteri dilakukan dengan cara mengencerkan 1 ml sampel yang diambil dari bioreaktor ke dalam 9 ml aquades steril, dibuat hingga tingkat pengenceran 10^{-6} . Hasil pengenceran dari 10^{-4} – 10^{-6} , diambil masing-masing sebanyak 100 μ L kemudian dimasukkan kedalam cawan petri steril yang berisi medium ZoBell padat dengan metode *pour plate*. Setelah itu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Dihitung jumlah koloni bakteri dengan menggunakan *colony counter*. Setiap perlakuan dihitung jumlah bakteri dalam satuan cfu/mL. Penghitungan jumlah sel bakteri dilakukan pada hari ke-15 dan akhir penelitian (hari ke-30).

2.4.2 Pertumbuhan *Salvinia molesta*

Pertumbuhan *S. molesta* diukur melalui berat kering yang dilakukan pada awal dan akhir penelitian. *Salviniamolesta* yang telah ditimbang sebanyak 200 g dicuci dengan akuades dan dikeringkan dengan tisu. Kemudian dibungkus dengan kertas saring dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 70°C selama 24 jam. Setelah itu diambil dan ditimbang beratnya dengan menggunakan neraca digital. Pengukuran berat kering dilakukan sampai beratnya konstan. Nilai pertambahan berat kering dihitung dengan cara:

$$\text{Pertambahan berat kering} = \text{Berat kering akhir} - \text{Berat kering awal}$$

2.4.3 Persentase penurunan total petroleum hidrokarbon (TPH)

TPH diukur dengan metode gravimetri. Disaring 600 mL sampel dengan kertas saring lalu di oven pada suhu 100°C hingga volumenya jadi 100 mL. Sampel diekstrak sebanyak 2 kali dengan cara dimasukkan pada corong pisah, ditambahkan 20 mL n-heksan Cpa dan dikocok selama 15 menit. Diamkan hingga jernih lalu pisahkan. Tampung bagian atas (n-heksan) menggunakan labu didih yang telah dioven, dimasukkan kedalam desikator, dan diketahui beratnya. Kertas saring dan n-heksan dimasukkan ke dalam tabung sokhlet. Labu didih dirufluk hingga kertas saring dalam tabung sokhlet bening. Hasil minyak pada labu didih dioven selama ± 1 jam, dimasukkan ke dalam desikator, lalu ditimbang. Residu minyak diperoleh dari selisih labu didih yang berisi sampel dengan labu didih kosong lalu dibagi dengan volume awal sampel dan dikali 100%. Pengukuran TPH dilaksanakan pada awal dan akhir penelitian. Persentase penurunan TPH dihitung dengan cara:

$$\text{Persentase Penurunan TPH} = \frac{\text{TPH awal} - \text{TPH akhir}}{\text{TPH awal}} \times 100\%$$

2.5 Analisis dan penyajian data

Data pertambahan berat kering tanaman dianalisis menggunakan uji t, sedangkan jumlah bakteri dan persentase penurunan TPH dianalisis dengan analisa varian (ANOVA). Jika terdapat perbedaan yang nyata dilakukan uji lanjut Duncan pada α 0,05. Analisis data menggunakan software statistik 6.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Jumlah bakteri

Perhitungan jumlah bakteri pada penelitian ini dilakukan pada hari ke-15 dan hari ke-30 penelitian. Jumlah bakteri kemudian ditransformasi dengan menggunakan log dan dianalisis menggunakan Analisis Varian. Berdasarkan hasil Analisis Varian (Lampiran 2 dan 3). perlakuan pada bioreaktor berpengaruh nyata terhadap jumlah bakteri pada hari ke-15 dan akhir fitoremediasi (hari ke-30). Hal ini diduga karena adanya penambahan dan tanpa

penambahan agen biologi pada perlakuan dimana perlakuan K₀ tidak ditambahkan agen biologi, perlakuan K₁ dan K₂ dengan penambahan satu agen biologi masing-masing yaitu tanaman *Salvinia molesta* dan konsorsium bakteri, dan pada perlakuan K₃ ditambahkan kombinasi *Salvinia molesta* dan konsorsium bakteri. Hasil Analisis Varian dilakukan uji lanjut menggunakan Duncan pada α 0,05 yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Rata-rata jumlah bakteri masing-masing perlakuan pada hari ke-15 dan akhir fitoremediasi (hari ke-30)

Perlakuan	Jumlah bakteri cfu/mL	
	Hari ke-15	Hari ke-30
K ₀	8,0 . 10 ⁵ a	6,5 . 10 ⁶ a
K ₁	1,0 . 10 ⁷ a	3,0 . 10 ⁸ ab
K ₂	2,7 . 10 ⁸ b	3,3 . 10 ⁸ ab
K ₃	3,7 . 10 ⁸ b	5,8 . 10 ⁸ b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut Duncan α 0,05.

Tabel 1 pada hari ke-15 ataupun hari ke-30 terjadi peningkatan jumlah rata-rata bakteri pada semua perlakuan. Hal ini dikarenakan sel bakteri yang terus membelah, semakin bertambahnya waktu meningkatkan jumlah populasi bakteri hingga pada batas tertentu. Hal ini dibuktikan dengan adanya fase-fase pertumbuhan pada bakteri sejalan dengan bertambahnya waktu. Terdapat 4 fase pertumbuhan pada bakteri, yaitu fase adaptasi, fase perbanyakan, fase statis, dan fase kematian. Pada fase perbanyakan jumlah sel akan meningkat sampai pada batas tertentu [11].

Berdasarkan uji lanjut Duncan pada α 5% didapatkan bahwa perlakuan K₂ berbeda nyata dengan perlakuan K₀. Hal ini dimungkinkan adanya sinergisme diantara bakteri dalam konsorsium yang terdiri dari yaitu *Microccus luteus*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, dan *Bacillus* yang ditambahkan pada perlakuan K₂. Sinergisme memberikan kemampuan pada kombinasi populasi bakteri untuk melakukan sintesis suatu produk yang tidak bisa dilakukan sendiri. Fraksi hidrokarbon yang digunakan oleh bakteri sebagai sumber karbon dan energi dapat berasal dari fraksi hasil pemecahan hidrokarbon oleh dirinya sendiri maupun fraksi hasil pemecahan hidrokarbon oleh jenis lainnya.

Jumlah sel bakteri pada perlakuan K₂ dan K₃ pada hari ke-15 didapatkan hasil berbeda tidak nyata berdasarkan uji lanjut Duncan pada α 0,05 (Tabel 1). Hal ini diduga karena pada perlakuan K₂ bakterinya berasal dari bakteri alami dan penambahan konsorsium bakteri. Sedangkan pada perlakuan K₃, walaupun diberi penambahan *Salvinia molesta* yang memiliki bakteri rizoplen, namun dengan waktu fitoremediasi yang masih 15 hari diduga pertumbuhan bakterinya belum mengalami pertumbuhan yang optimal dikarenakan eksudat akar yang dihasilkan tanaman masih rendah sebab senyawa-senyawa yang terdapat pada eksudat akar sebagian besar masih digunakan tanaman untuk pertumbuhannya. Eksudat yang berasal dari rizoplen *Salvinia molesta* diduga merupakan komponen gula, asam amino, dan asam organik.

Berdasarkan uji lanjut Duncan pada α 5% (Tabel 1.) perlakuan K₀, K₁, dan K₂ menunjukkan hasil berbeda tidak nyata pada akhir bioremediasi (hari ke-30). Kondisi ini dikarenakan pada perlakuan K₀ dan K₁ bakteri yang terdapat didalamnya berasal dari bakteri alami. Pada perlakuan K₂, adanya tambahan konsorsium bakteri membuat persaingan dalam memanfaatkan hidrokarbon menjadi lebih besar. Besarnya persaingan namun tidak adanya tambahan hidrokarbon membuat berkurangnya aktivitas degradasi oleh bakteri, menyebabkan molekul karbon hasil degradasi yang diperlukan bakteri berkurang. Kondisi ini membuat menurunnya jumlah bakteri pada perlakuan K₂, sehingga perlakuan K₀, K₁, dan K₂

menjadi berbeda tidak nyata. bakteri dalam aktivitas hidupnya memerlukan molekul karbon sebagai salah satu sumber nutrisi dan energi untuk melakukan metabolisme dan perkembangbiakannya. Melalui mekanisme degradasi hidrokarbon yang khas, hidrokarbon minyak bumi merupakan sumber karbon yang dapat dimanfaatkan bakteri hidrokarbonoklastik [12].

Perlakuan K_1 dan K_3 pada hari ke-30, berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan pada α 0,05 (Tabel 1.) .Pada perlakuan K_3 selain adanya bakteri alami dan bakteri pada sistem perakaran *Salvinia molesta*, penambahan konsorsium bakteri pada perlakuan K_3 menyebabkan meningkatnya kemampuan degradasi hidrokarbon sehingga sumber energi bagi pertumbuhan bakteri menjadi lebih besar.

3.2 Pertumbuhan *Salvinia molesta*

Selama proses fitoremediasi, tanaman *Salvinia molesta* pada perlakuan K_1 dan K_3 mengalami pertumbuhan dengan adanya pertambahan berat kering dari berat kering awal 4,2301 g. Hal ini dibuktikan dengan bertambahnya jumlah anakan dan warna hijau yang lebih cerah pada tanaman *Salvinia molesta*. Hasil uji t pada berat kering tanaman didapatkan bahwa pertambahan berat kering tanaman *Salvinia molesta* berbeda pada kedua perlakuan. Hal ini diduga karena pada perlakuan K_3 mendapat tambahan konsorsium bakteri yang melakukan proses degradasi menyebabkan penurunan TPH. Hal ini membuat kondisi lingkungan lebih baik untuk pertumbuhan tanaman. Nilai rata-rata Pertambahan berat kering tanaman *Salvinia molesta* disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 2 Rata-rata pertambahan berat kering tanaman *S. molesta* setelah 30 hari fitoremediasi pada konsentrasi 60% limbah cair minyak bumi

Perlakuan	Rata-rata pertambahan berat kering (g)
K_1	0,469
K_3	2,807

Pertambahan berat kering pada K_1 adalah 0,469 g lebih rendah dengan selisih berat 2,338 g dibandingkan perlakuan K_3 yang rata-rata pertambahan berat keringnya yaitu 2,807 g. Kondisi ini diduga terjadi karena pada perlakuan K_3 rata-rata jumlah bakteri lebih besar, sehingga lebih banyak bakteri yang melakukan proses degradasi. Kondisi ini membuat konsentrasi TPH pada limbah cair minyak bumi menurun sehingga toksisitas menurun membuat lingkungan jadi lebih mendukung bagi pertumbuhan tanaman.

Pertambahan berat kering rata-rata yang lebih kecil pada perlakuan K_1 sejalan dengan presentase penurunan TPH pada perlakuan K_1 yang lebih rendah. Pertambahan berat kering rata-rata yang lebih kecil pada perlakuan K_1 ini terjadi karena pertumbuhan tanaman *Salvinia molesta* pada K_1 yang lebih rendah. Kondisi ini disebabkan kurangnya kemampuan bertahan tanaman terhadap toksisitas limbah cair minyak bumi dengan tidak adanya penambahan konsorsium bakteri pada perlakuan K_1 . Hal ini dibuktikan dengan rata-rata jumlah anakan yang lebih rendah pada perlakuan K_1 yaitu 99 sedang jumlah anakan pada perlakuan K_3 yaitu 146 anakan. Kemampuan bertahan tanaman ditunjukkan oleh penambahan biomassa/tanaman hidup (berat basah dan berat kering) yang cukup tinggi [13]. Pada tanaman tanpa perlakuan bakteri, ada indikasi terjadi pertumbuhan kembali (*recovery*).

4.3. Persentase penurunan TPH

Selama proses fitoremediasi terjadi penurunan TPH pada setiap perlakuan yang dicobakan. Hasil Analisis Varian menunjukkan bahwa perlakuan yang dicobakan berpengaruh nyata terhadap persentase penurunan TPH. Hal ini disebabkan oleh adanya

bakteri alami pada perlakuan K₀ ataupun penambahan agen biologi yaitu pada perlakuan K₁, K₂, dan K₃. Berdasarkan uji lanjut Duncan pada α 0,05 terhadap persentase penurunan TPH masing-masing perlakuan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata persentase penurunan TPH limbah cair minyak bumi selama 30 hari

Perlakuan	Persentase penurunan TPH (%)	
K ₀	4,9	a
K ₁	98,60	c
K ₂	96,93	b
K ₃	99,48	c

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Duncan α 0,05.

Tabel 3 dapat dilihat semua perlakuan menunjukkan terjadinya penurunan TPH. Penurunan TPH ini dikarenakan adanya degradasi hidrokarbon pada limbah cair minyak bumi oleh agen biologi (tanaman *Salvinia molesta* dan konsorsium bakteri (bakteri indigen), serta bakteri autokton (alamiah). Persentase penurunan TPH ini sejalan dengan jumlah sel bakteri pada tiap perlakuan dan rata-rata pertambahan berat kering pada perlakuan K₁ dan K₃.

Perlakuan K₃ memiliki rata-rata persentase penurunan TPH yang lebih besar yaitu 99.48%, dibandingkan dengan perlakuan K₀, K₁, dan K₂ yang masing-masingnya yaitu 4.9%, 98.60%, 96.93%. Hal ini diduga karena adanya eksudat akar pada perlakuan K₃ yang dihasilkan tanaman *S. molesta* yang menstimulasi aktivitas bakteri dalam degradasi hidrokarbon. Proses fitoremediasi merupakan interaksi antara rizobakteria dan tanaman dalam mendegradasi hidrokarbon. Tanaman tidak dapat mendegradasi polutan secara langsung melainkan dengan kerjasama bakteri.

Berdasarkan uji lanjut Duncan pada α 5% didapatkan hasil bahwa perlakuan K₀ berbeda nyata dengan perlakuan K₁, K₂, dan K₃. Jumlah bakteri pada K₀ lebih kecil dari ketiga perlakuan tersebut baik pada hari ke-15 ataupun hari ke-30 (Tabel 3). Degradasi TPH yang terjadi pada perlakuan K₀ hanya degradasi oleh bakteri alami yang berasal dari limbah cair minyak bumi. Sebenarnya lingkungan itu sendiri memiliki kemampuan untuk mendegradasi senyawa-senyawa yang masuk kedalamnya melalui proses biologis. Banyak senyawa-senyawa organik yang terbentuk di alam dapat didegradasi oleh mikroorganisme bila kondisi lingkungan menunjang proses degradasi tersebut.

Perlakuan K₂ berbeda nyata dengan perlakuan K₀, K₁ dan K₃. Hal ini diduga dikarenakan pada perlakuan K₀ tidak terdapat tanaman *Salvinia molesta* ataupun konsorsium bakteri, sedangkan pada perlakuan K₁ dan K₃ terdapat tanaman yang membantu degradasi hidrokarbon oleh bakteri melalui nutrisi yang dikeluarkan pada senyawa eksudat tanaman. Selain itu, energi dan CO₂ hasil degradasi senyawa hidrokarbon juga dapat dimanfaatkan tanaman.

Berdasarkan Tabel 3. persentase penurunan TPH perlakuan K₁ dan K₃ berbeda tidak nyata. Kondisi ini dikarenakan konsorsium bakteri yang ditambahkan pada perlakuan K₃ merupakan bakteri indigen yang diisolasi dari limbah minyak bumi sehingga diduga bakteri tersebut juga terdapat pada perlakuan K₁. Kesamaan jenis bakteri yang terdapat pada kedua perlakuan ini menyebabkan enzim yang bekerja pada degradasi hidrokarbon pada kedua perlakuan tersebut aktivitasnya juga menjadi sama, sehingga persentase penurunan TPH nya menjadi tidak berbeda nyata.

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Jumlah bakteri hari ke-30 pada perlakuan K₁, K₂, dan K₃ yaitu masing-masing sebesar $3.0 \cdot 10^8$, $3.3 \cdot 10^8$, dan $5.8 \cdot 10^8$ cfu/mL lebih besar dibandingkan perlakuan K₀ (kontrol) yaitu $6.5 \cdot 10^6$ cfu/mL.
2. Perlakuan K₁ (penambahan *Salvinia molesta*) dan perlakuan K₃ (kombinasi konsorsium bakteri dan *S. molesta*) pada akhir fitoremediasi menghasilkan persentase penurunan TPH tinggi yaitu 98.60 dan 99.48%.
3. Rata-rata pertambahan berat kering tertinggi *S. molesta* selama 30 hari terdapat pada perlakuan K₃ (penambahan konsorsium bakteri dan *S. molesta*) yaitu 2.807 g.
4. Kombinasi konsorsium bakteri dan *S. molesta*(K₃) menunjukkan hasil fitoremediasi yang terbaik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Dirjen Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dana penelitian ini melalui skema hibah Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Effendi Z. 2012. In Vitro Phenol Bioremediation By Isolates Of Indigenous Bacteria On Medium With Agitation And Ratio Of N And P. http://images.zahrialeffendi.multiply.multiplycontent.com/attachment/0/RvSVsQoKCmsAAEEUXbY1/Jurnal_Bioremediasi%20Fenol%20In%20Vitro.pdf.
- [2] Karwati. 2009. Degradasi hidrokarbon pada tanah tercemari minyak Bumi Dengan Isolat A10 Dan D8. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- [3] Haryani EBS. 2005. Pencemaran Minyak di Laut dan Tuntutan Ganti Kerugian. *Makalah Pengantar Falsafah Sains*. Institut Pertanian Bogor.
- [4] Suardana P. 2012. Pengaruh surfaktan linear alkylbenzena sulfonat dalam mempercepat bioremediasi limbah minyak bumi. Thesis. Universitas Indonesia.
- [5] Lasari DP. 2010. Bakteri, Pengolah Limbah Minyak Bumi yang Ramah Lingkungan. <http://www.esdm.go.id/news-archives/56-artikel/3507-bakteri-pengolah-limbah-minyak-bumi-yang-ramah-lingkungan.pdf>.
- [6] Dewi YT. 2011. Potensi *Azolla pinnata* R.Br. dalam fitoremediasi limbah cair minyak bumi. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya.
- [7] US EPA. 2000. Introduction to Phytoremediation. <http://www.cluin.org/download/remed/introphyto.pdf>.
- [8] Estuningsih SP, Widjajanti H, Eka H. 2009. Bioremediasi *sludge* minyak bumi menggunakan kultur campur bakteri indigen pada medium dengan rasio N:P yang berbeda. LEMLIT UNSRI.
- [9] Estuningsih SP, Juswardi, Nita FA. 2011. Kemampuan Fitoremediasi *Salvinia molesta* D.S. Mitchell Pada Beberapa Konsentrasi Limbah Cair Minyak Bumi. LEMLIT UNSRI.
- [10] Hadioetomo RS. 1995. *Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek Teknik Dan Prosedur Dasar Laboratorium*. Jakarta: Gramedia.
- [11] Purwoko T. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [12] Nugroho A. 2007. Dinamika populasi konsorsium bakteri hidrokarbonoklastik: studi kasus biodegradasi hidrokarbon minyak bumi skala laboratorium. *Jurnal Ilmu Dasar* 8(1): 13-23.
- [13] Rahmansyah M, Hidayati N, dan Juhaeti T. 2009. *Tumbuhan Air Berpotensi Akumulator*. Jakarta LIPI Press.

INDUKSI DAN REGENERASI TUNAS IN VITRO TANAMAN JERUK SIAM (*Citrus nobilis* Lour.) ASAL KAMPAR

INDUCTION AND SHOOT REGENERATION IN VITRO OF PLANT SIAM ORANGE (*Citrus Nobilis* Lour.) FROM KAMPAR

Wahyu Lestari¹, Siti Fatonah¹, Lamtiur Purba², Limja Simamora²

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau, Pekanbaru¹
(wayules@yahoo.com)

Alumni Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau, Pekanbaru²

ABSTRACT

This study aimed at analyzing the ability of plant growth regulators, BAP and NAA, in inducing *in vitro* siam orange (*Citrus nobilis* Lour.) shoot. The first stage used Random Block Design (RBD) with factorial to determine the best type of explants (whole seeds and cotyledons) and BAP concentration (0,1,2,3,4,5 mg/l) in shoot induction. Shoots *in vitro* cotyledon origin, then used as explants in the second stage using RBD to see the regeneration ability in MS medium containing combinations of BAP (0,1,2,3,4,5 mg/l) and NAA (0;0,5;1;2 mg/l). The data was analyzed using ANOVA, if there was a significant effect then followed by DMRT at the level of 5%. The results showed that, the best shoot induction was obtained in both types of explants without BAP (0 mg/l) with the percentage of each life 100%. The percentage of shoot formation in whole seeds was 100%, while cotyledons only 91.67%. Time shoots formation on cotyledons and whole seeds, respectively 10 and 16 dap. The mean number of shoots of whole seeds 4.08 and cotyledons 1.50. Shoot regeneration *in vitro* provide a significant difference to the number of shoots and the percentage of shoot regeneration, but not significantly different from the time shoot appear.

Keywords: induction, regeneration, shoot, Citrus nobilis

ABSTRAK

Penelitian untuk mengetahui kemampuan zat pengatur tumbuh BAP dan NAA dalam menginduksi tunas jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) secara *in vitro* telah dilakukan. Tahap pertama menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial untuk menentukan tipe eksplan (biji utuh dan kotiledon) dan konsentrasi BAP (0,1,2,3,4,5 mg/l) terbaik dalam menginduksi tunas. Tunas *in vitro* asal kotiledon, selanjutnya digunakan sebagai eksplan pada tahap ke dua menggunakan RAK untuk melihat kemampuan regenerasinya pada media MS yang mengandung kombinasi BAP (0,1,2,3,4,5 mg/l) dan NAA (0;0,5;1;2 mg/l). Data dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA dan bila terdapat perbedaan yang signifikan diuji lanjut dengan DMRT taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, induksi tunas terbaik diperoleh pada kedua tipe eksplan tanpa BAP (0 mg/l) dengan persentase hidup masing-masing 100%. Persentase pembentukan tunas pada biji utuh adalah 100% sedangkan kotiledon hanya 91,67%. Waktu terbentuknya tunas pada kotiledon dan biji utuh masing-masing 10 dan 16 hst. Rerata jumlah tunas dari biji utuh 4,08 dan kotiledon 1,50. Regenerasi tunas *in vitro* asal kotiledon memberikan perbedaan yang signifikan terhadap jumlah tunas dan persentase regenerasi tunas, namun tidak berbeda nyata terhadap waktu muncul tunas.

Katakunci: induksi, regenerasi, tunas, Citrus nobilis

PENDAHULUAN

Salah satu buah yang banyak digemari masyarakat adalah buah jeruk, diantaranya jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.). Sekitar 60% kebutuhan buah jeruk dipenuhi oleh jeruk siam. Buah jeruk siam kaya akan antioksidan, sumber β -karoten dan tinggi mineral [1]. Jeruk siam asal Kampar di provinsi Riau sangat dikenal masyarakat karena Kampar merupakan kabupaten di Riau yang pernah menjadi sentra jeruk siam. Produktifitas jeruk siam tahun 2001 mencapai 25.359,61 ton/tahun. Tahun 2002 mulai terjadi penurunan produksi yang cukup drastis yang akhirnya tahun 2007, produktifitas jeruk siam hanya mencapai 2.143,7 ton/tahun. Penyebab utama penurunan produksi adalah adanya penyakit CVPD (*Citrus Vein Phloem Degeneration*) serta serangan *Phytophthora* penyebab penyakit busuk pada akar dan pangkal batang. Kabupaten Kampar sudah dinyatakan menjadi daerah endemis *Phytophthora* sp. Kondisi ini masih menjadi masalah hingga saat ini [2].

Jeruk siam asal Kampar perlu dilestarikan untuk mempertahankan dan menyelamatkan keberadaannya. Kegiatan pengembangan tanaman jeruk siam pada langkah awalnya dilakukan dengan memproduksi bibit jeruk tahan penyakit busuk akar. Salah satu alternatif menyelamatkan keberadaan jeruk siam adalah menjadikannya sebagai batang atas melalui penempelan mata tunas atau okulasi. Keterbatasan tanaman induk untuk batang atas menjadi kendala bila diperlukan dalam skala besar, karenanya salah satu alternatif pengadaan bibit untuk batang atas adalah melalui perbanyakan secara *in vitro*.

Induksi tunas merupakan tahap pertama yang dilakukan dalam perbanyakan secara *in vitro*. Keberhasilan induksi tunas tergantung jenis dan bagian tanaman yang digunakan sebagai eksplan, kondisi kultur dan zat pengatur tumbuh.

Salah satu eksplan yang digunakan untuk induksi tunas adalah biji. Biji jeruk bersifat poliembrioni yang bila dikecambahkan menghasilkan dua macam anakan yaitu anakan generatif yang berasal dari fertilisasi (zigot) dan anakan vegetatif/nuselar yang berasal dari embrio yang terbentuk dari sebuah atau sekelompok sel pada nuselus. Embrio nuselar memiliki sifat yang sama dengan induknya [3]. Kotiledon merupakan bagian biji yang mengandung embrio nuselar [4][5]. Hasil perbanyakan jeruk secara *in vitro* menggunakan eksplan kotiledon yang diuji dengan penanda *Random Amplification of Polymorphic DNA* (RAPD) ternyata menunjukkan sifat yang sama dengan induknya [6].

Penggunaan zat pengatur tumbuh dalam media *in vitro* umumnya berfungsi untuk menstimulasi pertumbuhan eksplan membentuk tunas, kalus maupun akar. Salah satu zat pengatur tumbuh yang berperan dalam induksi tunas adalah sitokinin. *6-benzylaminopurine* (BAP) adalah senyawa tergolong sitokinin yang diketahui mampu menginduksi tunas. Perbanyakan jeruk lemon (*Citrus jambheri* Lush.) dari eksplan biji dengan pemberian BAP lebih memacu pembentukan tunas daripada tanpa pemberian BAP [7]. Induksi tunas dari kotiledon *Citrus clementina* kultivar Monreal, SRA 63 dan SRA 64 dalam media yang mengandung BAP memberikan respons yang berbeda. Kultivar Monreal menginduksi tunas terbanyak dengan pemberian 4 mg/l BAP, sedangkan kultivar SRA 63 dan SRA 64 menginduksi tunas terbanyak pada 3 mg/l BAP [8].

Penggunaan kombinasi zat pengatur tumbuh antara auksin dan sitokinin juga mampu memicu multiplikasi tunas. Regenerasi tunas melalui pembentukan tunas hasil multiplikasi menggunakan kombinasi BAP dan NAA ternyata lebih efektif dibanding penggunaan BAP atau NAA saja. Penggunaan 3 mg/l BAP dan 2 mg/l NAA dari eksplan tunas *in vitro Citrus sinensis*, menghasilkan jumlah tunas per eksplan yang tinggi (11 tunas) dibanding 1 mg/l BAP dan 0,5 mg/l NAA (9 tunas) setelah 30 hari [9].

Pengadaan bibit sebagai sumber batang atas tanaman jeruk siam Kampar, memiliki peluang yang besar bila dikembangkan secara *in vitro* untuk mengatasi keterbatasan tanaman induk dengan mudah dan cepat. Cara ini diharapkan dapat memberikan solusi guna pengembangan kembali Kabupaten Kampar menjadi sentra produksi jeruk di Propinsi Riau. Tujuan penelitian adalah menguji konsentrasi BAP, kemampuan jenis eksplan dan interaksinya untuk menginduksi tunas terbaik dari tanaman jeruk siam asal Kampar serta menguji kemampuan tunas *in vitro* asal kotiledon dalam upaya regenerasi melalui pembentukan tunas multiplikasi asal kotiledon dalam media yang mengandung kombinasi konsentrasi BAP dan NAA.

METODE PENELITIAN

Penggunaan zat pengatur tumbuh dalam menginduksi tunas jeruk siam asal Kampar secara *in vitro* dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial. Faktor perlakuan terdiri dari zat pengatur tumbuh BAP yang terdiri atas 6 taraf (B1 = tanpa pemberian BAP/kontrol, B2 = pemberian 1 mg/l BAP, B3 = pemberian 2 mg/l BAP, B4 = pemberian 3 mg/l BAP, B5 = pemberian 4 mg/l BAP dan B6 = pemberian 5 mg/l BAP) dan jenis eksplan (C1 = biji utuh dan C2 = kotiledon). Masing-masing kombinasi perlakuan terdapat 12 ulangan.

Induksi tunas dilakukan dalam media MS dengan penambahan BAP sesuai perlakuan. pH media diatur sekitar 5,6-5,8. Media disterilisasi menggunakan autoklaf suhu 120 °C, tekanan 15 psi selama 15 menit. Setelah sterilisasi, masing-masing media ditempatkan dalam botol kultur.

Eksplan yang digunakan berasal dari biji buah jeruk yang sudah matang dan siap panen. Buah berasal dari pohon induk berumur ± 3 tahun yang diperoleh dari desa Belimbing 2, Kecamatan Kuok, Kabupaten Kampar. Biji dicuci dengan air mengalir dan direndam dalam larutan detergen selama 2 menit sambil digojog, lalu dibilas dengan aquades steril. Selanjutnya biji direndam dalam 2 g/l fungisida selama 5 menit, lalu dibilas 3 kali dengan aquades steril dan dilanjutkan dengan perendaman dalam 2 g/l bakterisida selama 5 menit dan dibilas dengan aquades steril. Selanjutnya sterilisasi eksplan dilakukan dalam laminar. Biji direndam dalam larutan natrium hipoklorit 20% selama 20 menit lalu dicuci dengan aquades steril. Selanjutnya biji direndam dalam alkohol 70% selama 10 menit dan dibilas kembali dengan aquades steril sebanyak 3 kali.

Penanaman eksplan dilakukan dengan cara melepas kulit biji bagian luar, seluruh bagian biji dalam keadaan utuh dijadikan sebagai eksplan biji utuh sedangkan untuk eksplan kotiledon, embrio zigotik diambil dan kedua bagian kotiledon digunakan sebagai eksplan. Eksplan ditanam dalam botol sesuai perlakuan. Satu botol berisi 1 eksplan biji utuh sedangkan untuk eksplan kotiledon, kedua bagian kotiledon diletakkan dalam 1 botol. Botol yang berisi eksplan diletakkan di dalam ruangan inkubasi dan dijaga agar selalu steril dengan menyemprotkan alkohol 70% sekali 2 hari. Suhu ruangan diatur hingga 23-25 °C dan ruangan diberi penyiangan.

Pengamatan dilakukan pada 42 hari setelah tanam dengan menghitung persentase eksplan yang membentuk tunas (%). Persentase terbentuknya tunas dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ tunas} = \frac{\text{jumlah eksplan yang membentuk tunas}}{\text{jumlah eksplan yang ditanam}} \times 100\%$$

Eksplan yang hidup ditandai dengan warna yang masih hijau dan tidak mengalami kontaminasi. Persentase eksplan yang hidup dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ eksplan yang hidup} = \frac{\text{Jumlah eksplan yang hidup}}{\text{jumlah eksplan yang ditanam}} \times 100\%$$

Pengamatan pertumbuhan eksplan meliputi waktu terbentuknya tunas dan jumlah tunas. Pengamatan waktu terbentuknya tunas dilakukan setiap hari selama 42 hari dengan menghitung hari saat muncul tunas pertama kali yang dinyatakan dalam hari setelah tanam (hst). Munculnya tunas pada tiap eksplan ditandai dengan terbentuknya kuncup/tonjolan berwarna hijau pada eksplan. Selanjutnya dihitung jumlah tunas pada setiap eksplan. Tahap ini dilakukan untuk menentukan jenis eksplan (biji utuh dan kotiledon), konsentrasi BAP (0,1,2,3,4,5 mg/l) dan interaksi terbaik dalam menginduksi tunas.

Tunas *in vitro* asal kotiledon (umur 42 hari), selanjutnya digunakan sebagai eksplan pada tahap kedua menggunakan Rancangan Acak kelompok (RAK) untuk melihat kemampuan regenerasi tunas *in vitro* pada media MS yang mengandung kombinasi BAP (0, 1, 2, 3, 4, 5 mg/l) dan NAA (0; 0,5; 1;2 mg/l). Masing-masing kombinasi perlakuan ataupun kontrol diulang sebanyak 5 kali.

Penanaman eksplan untuk regenerasi tunas dilakukan dengan cara memotong tunas *in vitro* asal kotiledon berukuran panjang 1-1,5 cm, kemudian dimasukkan pada botol kultur yang berisi media sesuai perlakuan masing-masing sebanyak 3 tunas per botol. Kultur selanjutnya dipelihara selama 30 hari dalam ruang yang diberi penyinaran dan suhu ruang 23-25 °C.

Parameter yang diamati meliputi persentase regenerasi (%) yang dihitung berdasarkan rasio antara jumlah tunas multiplikasi dengan jumlah tunas yang ditanam, waktu muncul tunas (hari) dan jumlah tunas per eksplan. Data hasil pengamatan tahap pertama dan kedua dianalisis menggunakan ANOVA, dan uji lanjut dengan DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Induksi Tunas dari Tipe Eksplan yang Berbeda

3.1.1 Persentase eksplan yang hidup dan pembentukan tunas dari eksplan biji utuh dan kotiledon dengan pemberian BAP

Persentase pembentukan tunas tertinggi diperoleh dari eksplan biji utuh yang ditanam pada media MS tanpa BAP dan perlakuan pemberian 3 mg/l BAP (Tabel 1). Secara keseluruhan, biji utuh memiliki potensi morfogenesis lebih baik dibanding kotiledon.

Tabel 1 Persentase eksplan yang hidup dan pembentukan tunas dari eksplan jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) asal Kampar dengan pemberian BAP

Konsentrasi BAP (mg/l)	Tunas (%)		Eksplan Hidup (%)
	Biji utuh	Kotiledon	
0	100	91,67	100
1	83,33	75	100
2	83,33	41,67	100
3	100	58,33	100
4	50	33,33	100
5	75	33,33	100

Bagian aksis embrio memiliki peran penting dalam memobilisasi protein dan cadangan makanan yang dibutuhkan saat morfogenesis dan pertumbuhan biji menjadi

tanaman utuh. Pemisahan aksis embrio menurunkan mobilisasi protein dan berdampak menurunkan aktivitas metabolisme pada biji [10], sehingga pada penelitian ini pemisahan kotiledon dari aksis embrio memberikan pengaruh terhadap persentase pembentukan tunas. Kebutuhan sitokinin untuk pembentukan tunas pada eksplan biji utuh kemungkinan juga telah terpenuhi oleh sitokinin endogen sehingga tunas tetap terinduksi dari eksplan biji utuh tanpa atau dengan pemberian BAP.

Persentase pembentukan tunas dari eksplan biji utuh dalam media MS dengan pemberian BAP, lebih rendah bila dibandingkan dengan tanpa pemberian BAP, kecuali pada 3 mg/l BAP (100%). Hal yang sama juga terjadi pada eksplan kotiledon, dimana pemberian BAP cenderung menurunkan persentase pembentukan tunas. Pemberian BAP 3 mg/l untuk eksplan biji utuh merupakan konsentrasi BAP yang sesuai dibandingkan konsentrasi BAP yang lain untuk meningkatkan pertumbuhan eksplan biji utuh kearah pembentukan tunas. Sedangkan pada kotiledon diduga BAP yang diberikan cukup tinggi sehingga mengakibatkan konsentrasi sitokinin di dalam eksplan menjadi berlebih dan menghambat pertumbuhan eksplan kearah pembentukan tunas. Walaupun terjadi penurunan persentase pembentukan tunas, namun eksplan kotiledon masih memiliki potensi membentuk tunas mencapai 91,67% (tanpa BAP). Persentase pembentukan tunas *in vitro* jeruk siam asal Kampar yang diperoleh dari eksplan kotiledon lebih tinggi dibanding persentase tunas tertinggi hasil penelitian Lambardo *et al.* [8] dari eksplan kotiledon *Citrus clementina* kultivar Monreal, SRA 63 dan SRA 64, masing-masing 50%, 33,33% dan 25,93%.

Semua eksplan memiliki kemampuan hidup 100%, walaupun tidak semua eksplan mampu memicu terbentuknya tunas. Eksplan yang tidak membentuk tunas tetap hidup dan memiliki warna hijau tua sampai akhir penelitian. Kondisi ini diduga karena morfogenesis ditentukan oleh interaksi dan perimbangan antara zat pengatur tumbuh yang diberikan dalam media dan hormon yang diproduksi oleh sel secara endogen.

3.1.2 Pertumbuhan tunas dari eksplan biji utuh dan kotiledon dengan pemberian BAP

Pemberian BAP tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap waktu terbentuknya tunas dan jumlah tunas, sedangkan jenis eksplan memberikan pengaruh ($P<0,05$) terhadap waktu terbentuknya tunas dan jumlah tunas. Tidak terjadi interaksi ($P>0,05$) antara pemberian berbagai konsentrasi BAP dan jenis eksplan pada media MS terhadap induksi tunas jeruk siam asal Kampar (Tabel 2).

Pemberian BAP tidak berpengaruh nyata terhadap waktu terbentuknya tunas, namun demikian waktu yang dibutuhkan untuk membentuk tunas cenderung lebih lama dengan pemberian BAP dibanding tanpa BAP. Waktu terbentuknya tunas tercepat diperoleh dari eksplan kotiledon dalam media tanpa BAP (10 hst) dan pembentukan tunas tercepat diperoleh dari eksplan biji utuh juga pada media tanpa BAP dan perlakuan 3 mg/l BAP yaitu 16 hst. Hal ini menunjukkan bahwa, pembentukan tunas dapat terjadi tanpa harus ditambahkan zat pengatur tumbuh. Sitokinin endogen ternyata cukup untuk memacu pertumbuhan eksplan kearah pembentukan tunas sehingga pemberian BAP dapat memperlambat waktu terbentuknya tunas. Selain itu meristem apikal dari aksis embrio terdapat diantara kedua kotiledon yang menghasilkan sumbu tunas dan akar [10] sehingga pada penelitian ini, tunas muncul dari bekas letak aksis embrio menempel. Posisi kotiledon di atas permukaan media juga membantu penyerapan nutrisi sehingga mempercepat proses kemunculan tunas. Sedangkan eksplan biji utuh, kedua bagian kotiledon masih menyatu sehingga jika kedua kotiledon terbuka baru pertumbuhan tunas dapat terlihat dengan jelas.

Jenis eksplan sangat mempengaruhi tunas yang terbentuk. Kotiledon merupakan sumber nutrisi bagi embrio nuselar, namun aktivitas enzimatis pada kotiledon diatur oleh aksis embrio sehingga proses metabolisme pada kotiledon dapat terganggu jika dipisahkan dari aksis embrio [10]. Oleh sebab itu, tunas yang terbentuk dari eksplan biji utuh lebih banyak dari eksplan kotiledon dimana rerata jumlah tunas tertinggi terdapat pada media tanpa BAP yaitu 4,08. Pemberian BAP menghambat perkembangan dan morfogenesis eksplan biji utuh karena ada interaksi antara hormon endogen dan eksogen.

Tabel 2 Waktu terbentuk tunas (HST) dan Jumlah tunas (buah) hasil induksi jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) asal Kampar dengan pemberian BAP

Parameter	Jenis eksplan	Konsentrasi BAP (mg/l)						Rerata
		0	1	2	3	4	5	
Waktu terbentuk tunas (HST)	Biji utuh	16	19	19	16	20	18	18 ^A
	Kotiledon	10	14	15	12	19	14	14 ^B
	Rerata	13 ^a	16,5 ^a	17 ^a	14 ^a	19,5 ^a	16 ^a	
Jumlah tunas (buah)	Biji utuh	4,08	2,5	2,75	3,08	2,00	2,92	2,89 ^A
	Kotiledon	1,50	1,50	0,75	1,33	1,08	0,75	1,15 ^B
	Rerata	2,79 ^a	2,00 ^a	1,75 ^a	2,21 ^a	1,54 ^a	1,83 ^a	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) pada uji DMRT.

3.2 Regenerasi Tunas dari Tunas *In Vitro* Asal Kotiledon

Regenerasi tunas dilakukan pada tunas *in vitro* hasil induksi asal eksplan kotiledon untuk mendapatkan tunas hasil perbanyakan yang menunjukkan sifat sama dengan induknya. Respons tunas *in vitro* asal kotiledon dalam media regenerasi yang mengandung kombinasi konsentrasi BAP dan NAA terhadap waktu muncul tunas sangat bervariasi, rata-rata antara 19-25 hst bahkan hingga akhir pengamatan tunas tidak terbentuk pada beberapa perlakuan (Tabel 3).

Regenerasi tunas tidak terbentuk pada perlakuan tanpa BAP dan NAA (kontrol). Hal ini diduga kandungan sitokinin dan auksin endogen pada tunas *in vitro* belum mampu memicu tunas untuk beregenerasi. Pemberian kombinasi konsentrasi BAP dan NAA memberikan respons yang berbeda-beda terhadap saat muncul tunas. Regenerasi tunas paling cepat dijumpai pada kombinasi perlakuan 3 mg/l BAP dan 0,5 mg/l NAA, yakni pada 19 hst. Berbeda dengan penelitian Suminar [11], munculnya tunas regenerasi dari eksplan tunas *in vitro* jeruk Keprok Garut paling cepat pada pemberian 3 mg/l BAP dan 1 mg/l NAA, namun pada perlakuan tanpa BAP dan NAA (kontrol) juga tidak memberikan respons dalam membentuk tunas.

Eksplan tunas *in vitro* pada beberapa kombinasi perlakuan tidak menunjukkan kemampuan untuk beregenerasi, meskipun konsentrasi BAP dan NAA yang diberikan cukup tinggi. Hal ini karena berbedanya kemampuan tunas *in vitro* untuk merespons zat pengatur tumbuh yang diberikan. Regenerasi tunas macam-macam terbentuknya tunas aksilar pada kombinasi perlakuan 3 mg/l BAP dan 0,5 mg/l NAA menunjukkan perbedaan yang nyata dibanding dengan perlakuan lainnya. Jha dan Bhosha [12] menyatakan, BAP adalah sitokinin sintetik yang aktif memicu embriogenesis dan pembentukan tunas aksilar. Kombinasi konsentrasi 3 mg/l BAP dan 0,5 mg/l NAA merupakan perlakuan yang efektif untuk regenerasi tunas. Secara umum pemberian BAP dan NAA dalam media kultur dapat memicu regenerasi tunas. Kandungan sitokinin dan auksin endogen di dalam eksplan tidak selalu sama. Keseragaman ukuran dan cara pengambilan eksplan kemungkinan besar tidak diikuti dengan keseragaman hormon endogen sehingga penambahan sitokinin dan auksin eksogen ke dalam media kultur akan menimbulkan respons yang bervariasi.

Tabel 3 Rerata waktu muncul tunas, jumlah tunas dan persentase regenerasi tunas

BAP	Konsentrasi (mg/l)		Waktu muncul tunas (hari ke..)	Jumlah tunas	Persentase regenerasi tunas (%)
	BAP	NAA			
0	0	0	0	0,0 a	0 a
	0	0	0	0,0 a	0 a
1	0,5	0	0	0,0 a	0 a
	1	0	0	0,0 a	0 a
	2	22	0,2 a	20 a	
2	0	21	1,0 a	60 ab	
	0,5	22	0,2 a	20 a	
	1	24	0,2 a	20 a	
	2	23	0,2 a	20 a	
3	0	20	0,6 a	60 ab	
	0,5	19	2,0 b	80 b	
	1	0	0,0 a	0 a	
	2	20	0,8 a	40 ab	
4	0	0	0,0 a	0 a	
	0,5	21	0,4 a	20 a	
	1	22	0,8 a	40 ab	
	2	21	0,4 a	40 ab	
5	0	21	0,4 a	20 a	
	0,5	0	0,0 a	0 a	
	1	25	0,4 a	40 ab	
	2	0	0,0 a	0 a	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) pada uji DMRT

KESIMPULAN DAN PROSPEK

4.1 Kesimpulan

Pemberian BAP tidak berpengaruh terhadap jumlah tunas dan waktu terbentuknya tunas dan tidak terjadi interaksi antara pemberian BAP dengan jenis eksplan terhadap induksi tunas jeruk siam asal Kampar. Biji utuh lebih baik daripada kotiledon dalam menginduksi tunas jeruk siam asal Kampar. Waktu terbentuknya tunas tercepat dan jumlah tunas tertinggi diperoleh dari eksplan biji utuh dan kotiledon yang di tanam pada media MS tanpa penambahan BAP. Perlakuan kombinasi 3 mg/l BAP dan 0,5 mg/l NAA pada regenerasi tunas *in vitro* asal kotiledon memberikan hasil yang terbaik dibanding perlakuan kombinasi lainnya terhadap waktu muncul tunas, jumlah tunas dan persentase regenerasi tunas tetapi tanpa pemberian BAP dan NAA (kontrol), eksplan tidak menginduksi tunas.

4.2 Prospek

Eksplan kotiledon dapat menghasilkan bibit tanaman jeruk siam asal Kampar secara *in vitro* dengan sifat yang sama dengan induknya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan pada Lembaga Penelitian Universitas Riau yang mendanai penelitian dengan dana DIPA tahun anggaran 2012.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soedarya AP. 2010. *Budidaya Usaha Pengelolahan Agribisnis Jeruk*. Bandung: Pustaka Grafik.
- [2] Mashuri K, 2011. Si Manis dari Kuok. <http://greenstudentjournalists.blogspot.com/2011/11/cara-unik-jaga-lingkungan-berbuah-dan.html>. [Akses 14 Februari].
- [3] Setiono, Supriyanto A. 2005. Poliembrional dan seleksi semaian vegetatif pada pembibitan jeruk. *Sirkular Teknologi Inovasi Jeruk* 3.
- [4] Koltunow AM, Hidaka T, Robinson SP. 1996. Polyembryony in *Citrus*, accumulation of seed storage proteins in seeds and in embryos cultured *in vitro*. *Plant Physiol* 11: 599-609.
- [5] Jajoo A. 2010. *In vitro* propagation of *Citrus limonia* Osbeck through nucellar embryo culture. *Journal of Biological Sciences* 2(1): 6-8.
- [6] Ramkrishna N, Khawate, Sanjay K, Singh. 2005. *In vitro* adventitive embryony in *Citrus*: a technique for *Citrus* germplasm exchange. *Current Science* 88(8): 1309-1311.
- [7] Altaf N, Khan AR, Ali L, Bhatti LA. 2008. Propagation of rough lemon (*Citrus Jambheri* Lush.) through *in vitro* culture and adventitious rooting in cuttings. *EJEAFChe* 7(11): 3326-3333.
- [8] Lombardo G, Alessandro R, Scialabba A, Sciandra M, De Pasquale F. 2011. Direct organogenesis from cotyledons in cultivars of *Citrus clementina* Hort. Ex Tan. *American Journal of Plant Sciences* 2: 237-244.
- [9] Shahid A., Roshan Z., Nisar A., Mubarak A. 2011. *In vitro* regeneration of plantlet from unpollinated ovary culture in sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *African Journal of Biotechnology* (10): 15130-15134.
- [10] Bewley DJ, Black M. 1994. *Seed Physiology Development and Germination Second Edition*. New York and London: Plenum Press.
- [11] Suminar E. dan Denny S. 2007. Multiplikasi *In Vitro* Jeruk Keprok Garut (*Citrus nobilis* var. *Chrysocarpha*) untuk Perbanyak Bibit Bebas Penyakit secara Massal. Tesis. Universitas Padjajaran.
- [12] Jha T.B. dan Ghosha B. 2005. *Plant Tissue Culture Basic and Applied*. India. Universities Press.

DISTRIBUSI DAN KEANEKARAGAMAN JENIS BURUNG PADA TIPE HABITAT BERBEDA DI PROVINSI BENGKULU

DISTRIBUTION AND DIVERSITY OF BIRDS AT VARIOUS HABITAT IN BENGKULU PROVINCE

Jarulis¹⁾, Rizwar¹⁾, Novia Duya¹⁾, Handika¹⁾, Cipto Roso¹⁾, Teddy Oktriadi¹⁾, Desemberiens¹⁾, Wardani¹⁾, Juliansyah¹⁾

¹⁾=Jurusan Biologi FMIPA Universitas Bengkulu, Kota Bengkulu
email: jr_brg@yahoo.com, Jl. WR. Supratman Telp. (0736) 21170 Bengkulu

ABSTRACT

The Bengkulu province has various of land use, for instance; coastal vegetation, secondary forest, primary forest, oil palm plantations, and scrub. A quality and quantity of these habitats were declining that affected of birds diversity. The study about diversity and distribution of bird at different habitat in Bengkulu province were done since 2007 to 2012, to determine the distribution and diversity of bird species based on habitat type. This study were done in six habitat; PLG/TWA Seblat as secondary forest (± 7,737 hectare), TWA Bukit Kaba as primary forest (13,490 hectare), Taman Hutan Raya Rajolelo Bengkulu as shrub and mixed farms (1,122 hectare), TWA Pantai Panjang Bengkulu as coastal vegetation (1,265.3 hectare), protected forest of Koho Buwa-buwa Enggano (3,450.0 hectare), and oil palm plantation of PT. Agri Andalas (6,871.34 hectare). We used line transect method with observations starting at 6:00 to 10:00 a.m. and at 3:00 to 18:00 p.m. The birds were observed identified by morphological features. The result showed that there are 242 species in all habitat types, consisting of 16 orders and 48 families. Thirty-eight of which are protected species and 24 species of them globally endangered; one species signed as an *endangered*, three species as a vulnerable, and 20 species were near threatened. Three species with the highest distribution that found in five habitat type are *Lonchura punctulata*, *Pycnonotus aurigaster*, and *P. goiavier*, and others (159 species) only found in one habitat type. Secondary forest habitat (PLG/TWA Seblat) has the highest diversity (104 species) with the diversity index 3.92, followed by primary forest (TWA Bukit Kaba) that found 74 species with diversity index 3.84, 68 species at TWA Pantai Panjang with diversity index of 3.65, scrub and mixed farms (Taman Hutan Raya Rajo Lelo) 64 species with a diversity index 3.58, oil palm plantations were found 40 species with 2.32 diversity index, and the lowest was showed by old secondary forest (Koho Buwa-buwa Enggano) with 33 species and diversity index is 2.04.

Keywords : *distribution of species, diversity, habitat type, Bengkulu province*

ABSTRAK

Di Provinsi Bengkulu terdapat berbagai jenis penggunaan lahan antara lain vegetasi pantai, hutan sekunder, hutan primer, perkebunan kelapa sawit, dan semak belukar. Keadaan masing-masing tipe habitat bagi burung tersebut terus mengalami pergeseran kualitas dan kuantitas dari waktu ke waktu yang kemudian juga berdampak terhadap keberadaan jenis burung yang menempatinnya. Penelitian tentang Distribusi dan Keberagaman Jenis Burung Pada Tipe Habitat Berbeda di Provinsi Bengkulu telah dilakukan sejak tahun 2007 hingga 2012 untuk mengetahui sebaran jenis berdasarkan tipe habitat dan keberagaman jenis burung pada masing-masing lokasi. Enam tipe habitat yang diteliti yaitu Hutan Sekunder (PLG/TWA Seblat) dengan luas 7.737 hektar, Hutan Primer (TWA Bukit Kaba) luas 13.490 ha, Semak Belukar dan Kebun Campuran (Tahura Rajolelo Bengkulu) luas 1.122 ha, Vegetasi Pantai (TWA Pantai Panjang) luas 1.265,3 ha, Hutan Lindung Koho Buwa-buwa Enggano luas 3.450,00 ha, dan Kebun Kelapa Sawit PT. Agri Andalas luas 6.871,34 ha. Metode yang digunakan metode Garis Transek dengan pengamatan dimulai pukul 06.00 – 10.00 WIB dan

pukul 15.00-18.00 WIB. Identifikasi jenis burung dilakukan melalui pengamatan langsung dengan mencatat ciri morfologi yang selanjutnya disesuaikan dengan buku panduan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 242 jenis pada semua tipe habitat, terdiri atas 16 ordo dan 48 famili. Tiga puluh delapan diantaranya merupakan jenis dilindungi dan 24 jenis secara global terancam punah dengan kriteria *endangered* 1 jenis, *vulnerable* 3 jenis, dan *near threatened* 20 jenis. Tiga jenis burung dengan wilayah sebaran tertinggi (terdapat di lima (5) tipe habitat) adalah *Lonchura punctulata*, *Pycnonotus aurigaster*, dan *P. goiavier*, dan yang hanya terdapat pada satu tipe habitat 159 jenis. Habitat dengan tipe vegetasi hutan sekunder (PLG Seblat) memiliki keanekaragaman jenis tertinggi (104 jenis) dengan Indeks Keanekaragaman 3,92, kemudian diikuti habitat dengan tipe vegetasi hutan primer (Taman Wisata Alam, Bukit Kaba) sebanyak 74 jenis dengan indeks keanekaragaman jenis 3,84, tipe vegetasi pantai (TWA Pantai Panjang Pulau Baai) 68 jenis dengan Indeks Keanekaragaman Jenis 3,65, vegetasi semak belukar dan kebun campuran (Tahura Rajo Lelo) 64 jenis dengan Indeks Keanekaragaman Jenis 3,58, tipe vegetasi kebun kelapa sawit 40 jenis dengan Indeks Keanekaragaman Jenis 2,32, dan paling rendah tipe vegetasi hutan sekunder tua Pulau Enggano 33 jenis dengan indeks keanekaragaman jenis 2,04.

Kata Kunci : Distribusi jenis, keanekaragaman jenis, tipe habitat, Provinsi Bengkulu

PENDAHULUAN

Tipe penggunaan lahan dapat mempengaruhi keberadaan jenis burung pada suatu habitat. Habitat dengan kompleksitas yang tinggi cenderung memiliki keanekaragaman jenis burung yang tinggi. Juga, hutan dengan tingkat struktur yang kompleks tinggi menawarkan mikrohabitat bagi burung untuk mencari makan, bersarang, dan mengurangi pemangsaan [1], [2], [3], [4], [5], [6]. Salah satu prinsip penting dalam seleksi habitat di tingkat individu dapat berupa kemampuan individu dalam mengenali habitat yang tepat untuk mengoptimalkan kesuksesan reproduksinya [7]. Konversi hutan menjadi perkebunan menyebabkan penurunan kekayaan spesies burung sekitar 60%, terutama kelompok pemakan serangga dan buah [8]. Aktivitas konversi habitat tersebut menimbulkan efek menurunnya daya dukung habitat dalam menampung kehidupan hewan yang mendiaminya. Penurunan daya dukung ini berdampak lebih lanjut terhadap aktivitas hidup secara keseluruhan bagi hewan, termasuk burung. Kekayaan spesies burung lebih tinggi pada hutan primer yang tidak menerima gangguan manusia dibanding hutan sekunder yang sering mendapat tekanan oleh berbagai aktivitas masyarakat disekitarnya [9].

Di Provinsi Bengkulu terdapat berbagai jenis penggunaan lahan antara lain vegetasi pantai, hutan sekunder, hutan primer, perkebunan kelapa sawit, dan semak belukar. Keadaan masing-masing tipe habitat bagi burung tersebut terus mengalami pergeseran kualitas dan kuantitas dari waktu ke waktu yang kemudian juga berdampak terhadap keberadaan jenis burung yang menempatinnya. Kajian peneliti ornitologi yang melihat perbandingan jumlah jenis pada berbagai tipe habitat relatif masih sedikit, jika pun ada masih terbatas pada hanya membandingkan antara dua-tiga tipe habitat. Penelitian ini mencoba membandingkan kekayaan jenis burung pada enam (6) tipe habitat yang masih sedikit laporan ilmiahnya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan sejak tahun 2007 hingga 2012 untuk mengetahui sebaran jenis dan keragaman jenis burung pada enam tipe habitat yaitu Hutan Sekunder (PLG/TWA Seblat) dengan luas 7.737 hektar, Hutan Primer (TWA Bukit Kaba) luas 13.490 ha, Semak Belukar dan Kebun Campuran (Tahura Rajolelo Bengkulu) luas 1.122 ha, Vegetasi

Pantai (TWA Pantai Panjang) luas 1.265,3 ha, Hutan Lindung Koho Buwa-buwa Pulau Enggano luas 3.450,00 ha, dan Kebun Kelapa Sawit (PT. Agri Andalas Kabupaten Seluma) luas 6.871,34 ha. Curah hujan tahunan di lokasi penelitian dan sekitarnya tahun 2007 tercatat 2323 mm, tahun 2008 sebesar 2773 mm, tahun 2009 sebesar 2009 mm, tahun 2010 3794 mm, tahun 2011 tercatat 3797 mm, dan tahun 2012 3233 mm. Suhu udara rata-rata tahun 2007 tercatat 26,31 °C, tahun 2008 sebesar 26,29 °C, tahun 2009 sebesar 26,50 °C, tahun 2010 26,82 °C, dan tahun 2011 tercatat 26,66 °C. Kelembaban udara rata-rata tahun 2007 tercatat 84,67%, tahun 2008 sebesar 84,17%, tahun 2009 sebesar 84,08%, dan tahun 2010 84,27. Metode yang digunakan adalah Garis Transek (*Line Transect*) dengan pengamatan dimulai pukul 06.00-10.00 WIB dan pukul 15.00-18.00 WIB menggunakan binokuler. Panjang satu garis transek 300 meter dan lebar area pengamatan kiri-kanan garis transek 50 meter. Jarak antar transek 200 meter dan total jumlah transek masing-masing lokasi antara 10-20 transek. Total waktu pengamatan setiap lokasi penelitian berkisar antara 20-30 hari. Identifikasi jenis burung dilakukan melalui pengamatan langsung dengan mencatat ciri morfologi yang selanjutnya disesuaikan dengan buku panduan MacKinnon, dkk. [10]. Pengenalan jenis burung juga dilakukan melalui suara. Data dianalisis menggunakan Indeks Shannon-Wieners [11] untuk mengetahui indeks keanekaragaman jenis di setiap lokasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keanekaragaman Jenis Burung

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa setiap tipe habitat memiliki jumlah jenis dan indeks keanekaragaman jenis berbeda (Tabel 1). Pada Tabel 1 tampak bahwa terdapat 242 jenis pada semua tipe habitat terdiri atas 16 ordo dan 48 famili. Habitat dengan tipe vegetasi hutan sekunder (PLG Seblat) memiliki keanekaragaman jenis tertinggi (104 jenis) dengan Indeks Keanekaragaman 3,92, kemudian diikuti habitat dengan tipe vegetasi hutan primer (Taman Wisata Alam, Bukit Kaba) sebanyak 74 jenis dengan indeks keanekaragaman jenis 3,84, tipe vegetasi pantai (TWA Pantai Panjang Pulau Baai) 68 jenis dengan Indeks Keanekaragaman Jenis 3,65, vegetasi semak belukar dan kebun campuran (Tahura Rajo Lelo) 64 jenis dengan Indeks Keanekaragaman Jenis 3,58, tipe vegetasi kebun kelapa sawit 40 jenis dengan Indeks Keanekaragaman Jenis 2,32, dan paling rendah tipe vegetasi hutan sekunder tua Pulau Enggano 33 jenis dengan indeks keanekaragaman jenis 2,04.

Hasil penelitian ini menunjukkan perbedaan dengan penelitian Rahman, dkk. [9] yang menyatakan bahwa hutan primer mempunyai keanekaragaman jenis yang lebih tinggi dibandingkan tipe habitat lainnya. Komposisi jenis-jenis burung pada habitat hutan lebih banyak dibandingkan komposisi jenis burung yang ada di pemukiman [12]. Hal ini diduga karena hutan primer Bukit Kaba terganggu oleh aktivitas manusia, *illegal logging*, dan perburuan. Penurunan keanekaragaman jenis burung pada suatu habitat erat kaitannya dengan aktivitas manusia dalam menggunakan sumber daya alam, terutama sumber daya lahan dan sumber daya hayati [13]. Habitat yang kondisinya baik dan jauh dari gangguan manusia, memungkinkan memiliki jenis burung yang banyak [14]. Perbedaan habitat akan menyebabkan bervariasinya sumber pakan yang ada dalam suatu habitat [15]. Burung-burung jenis tertentu menetap dan dapat berkembang biak pada suatu habitat bila terdapat sumber makanan, tempat bersarang, bermain, bertengger, dan berlindung dari predator [16]. Hal ini juga berkaitan dengan adanya kemampuan burung untuk memilih habitat yang sesuai dengan ketersediaan sumberdaya untuk kebutuhan hidupnya [17].

Status tinggal berbagai jenis burung juga sangat dipengaruhi oleh adanya fluktuasi temporal dan spasial kelimpahan pakan seperti buah dan bunga yang akan mempengaruhi distribusi dan pergerakan berbagai jenis burung pemakan buah dan nektar. Distribusi spasial tumbuhan berbunga itu sendiri akan mempengaruhi distribusi serangga yang akan mempengaruhi distribusi jenis-jenis burung pemakan serangga. Pengaruh perubahan tipe vegetasi tentunya tidak berlangsung sesaat, namun akan mempunyai pengaruh jangka panjang terhadap komunitas burung yang menempati daerah tersebut. Perbedaan tipe vegetasi sebagai salah satu faktor pembentuk habitat bersama dengan faktor abiotik lainnya seperti curah hujan, diyakini juga mempengaruhi dinamika yang berlangsung dalam komunitas burung [18]. Kekayaan spesies dan kelimpahan relatif sering berkorelasi positif dengan fragmentasi habitat [19].

Penyebaran dan Jenis Dilindungi

Tiga dari 242 jenis burung yang dijumpai memiliki wilayah sebaran tertinggi, dengan menempati 5 tipe habitat. Jenis-jenis tersebut adalah *Lonchura punctulata* (Bondol peking), *Pycnonotus aurigaster* (Kutilang), dan *P. goiavier* (Merbah cerokcok), dan yang hanya terdapat pada satu tipe habitat 159 jenis. Penyebaran global *Lonchura punctulata* India, Cina, Filipina, Asia tenggara, Semenanjung Malaysia, Sunda Besar, Nusa Tenggara, dan Sulawesi. Diintroduksi ke Australia dan tempat lainnya. Penyebaran lokal dan status: Di Sumatera, Jawa, dan Bali, umum dan tersebar luas, sampai ketinggian 1.800 m. Diperkirakan ada populasi feral di Kalimantan selatan. Kebiasaan: Sering mengunjungi padang rumput terbuka di lahan pertanian, sawah, kebun, dan semak sekunder [10]. Telur empat sampai enam butir berwarna putih yang diletakkan pada sarang berbentuk botol terbuat dari rumput [20]. *Pycnonotus aurigaster* secara global terdapat di Cina selatan, Asia tenggara (kecuali Semenanjung Malaysia), dan Jawa. Penyebaran global *Pycnonotus goiavier* adalah Asia tenggara, Filipina, Semenanjung Malaysia, Sunda Besar, dan Lombok. Introduksi di Sulawesi, Umum terdapat sampai ketinggian 1.500 m, di Sumatera, Jawa, dan Bali [10].

Dari 242 jenis yang dijumpai pada 6 lokasi penelitian, 38 jenis diantaranya merupakan jenis dilindungi dan 24 jenis secara global terancam punah dengan kriteria *endangered* 1 jenis, *vulnerable* 3 jenis, dan *near threatened* 20 jenis.

Tabel 1 Daftar Jenis Burung yang ditemukan berdasarkan tipe habitat

Ordo	Family	Nama Ilmiah	Nama Indonesia	Lokasi						Status Konservasi		
				1	2	3	4	5	6	a	b	
Pelecaniformes	Fregatidae Phalacrocoraci dae	1. <i>Fregata sp.</i>	Cikalang				+					
		2. <i>Phalacrocorax sulcirostris</i>	Pecukpadi Hitam					+				
Ciconiiformes	Ardeidae	3. <i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	Bambangan merah			+	+					
		4. <i>Ardea sumatrana</i>	Cangak Laut				+					
		5. <i>Ardea purpurea</i>	Cangak Merah				+			+		
		6. <i>Egretta sacra</i>	Kuntul Karang				+				+	√
		7. <i>Ardeola speciosa</i>	Blekok sawah								+	√
Gruiformes	Rallidae	8. <i>Amaurornis phoenichurus</i>	Kareo padi			+			+	+		
	Turnicidae	9. <i>Porzana pusilla</i>	Tikusan Kerdil				+					
Apodiformes	Apodidae	10. <i>Turnix suscitator</i>	Gemak Loreng			+				+		
		11. <i>Turnix sp.</i>	Puyuh	+								
		12. <i>Apus affinis</i>	Kapinis rumah	+		+	+					
		13. <i>Hydrochous gigas</i>	Walet raksasa							+		NT
		14. <i>Collocalia esculenta</i>	Walet sapi			+	+	+	+			
Caprimulgiformes	Hemiprocnidae Caprimulgidae	15. <i>C. maxima</i>	Walet-sarang hitam			+	+					
		16. <i>Hemiprocne longipennis</i>	Kapinis pohon	+								
		17. <i>Caprimulgus affinis</i>	Cabak maling kota	+								
		18. <i>C. concretus</i>	Cabak kolong			+						VU
		19. <i>Caprimulgus sp.</i>	Cabak			+						
		20. <i>Eurostopodus temminckii</i>	Taktarau Melayu			+						
Charadriiformes	Scolopacidae	21. <i>Tringa totanus</i>	Trinil Kaki Merah					+				
		22. <i>Tringa glareola</i>	Trinil Semak					+				
		23. <i>Tringa stagnatilis</i>	Trinil Rawa					+				
		24. <i>Actitis hypoleucos</i>	Trinil Pantai	+			+				+	
Columbiformes	Charadriidae	25. <i>Charadrius mongolus</i>	Cerekpasir Mongolia					+				
	Laridae	26. <i>Sterna sumatrana</i>	Daralaut Tengkuhitam					+				
	Columbidae	27. <i>Ducula badia</i>	Pergam Gunung	+	+					+		
		28. <i>D. aenea</i>	Pergam Hijau					+		+		
		29. <i>D. bicolor</i>	Pergam laut							+		
		30. <i>D. pickirengii</i>	Pergam kelabu							+		
31. <i>Ptilinopus jambu</i>		Walik jambu				+					NT	
32. <i>Geopelia striata</i>		Perkutut Jawa	+				+			+		
Columbiformes	Columbidae	33. <i>Macropygia ruficeps</i>	Uncal kouran	+	+	+						
		34. <i>M. unchall</i>	Uncal loreng		+							
		35. <i>M. emiliana</i>	Uncal buau							+		
		36. <i>Streptopelia chinensis</i>	Tekukur biasa	+			+				+	

Ordo	Family	Nama Ilmiah	Nama Indonesia	Lokasi						Status Konservasi		
				1	2	3	4	5	6	a	b	
		37. <i>S. bitorquata</i>	Dederuk Jawa							+		
		38. <i>Treron olax</i>	Punai kecil	+					+			
		39. <i>T. pompadora</i>	Punai Pomadora	+								
		40. <i>T. oxyura</i>	Punai salung		+				+			NT
		41. <i>T. sphenura</i>	Punai gagak		+							
		42. <i>T. vernans</i>	Punai Gading			+	+	+				
		43. <i>T. fulvicollis</i>	Punai Bakau				+					NT
		44. <i>T. curvirostra</i>	Punai lengguak					+				
		45. <i>T. capellei</i>	Punai besar					+				VU
		46. <i>Chalcophaps indica</i>	Delimukan zamrud		+			+	+			
Coraciiformes	Alcedinidae	47. <i>Halcyon capensis</i>	Raja udang kuning	+							√	
		48. <i>H. smyrnensis</i>	Cekakak dada putih	+			+			+	√	
		49. <i>H. coromanda</i>	Cekakak merah			+					√	
		50. <i>Todiramphus chloris</i>	Cekakak sungai	+		+	+			+	√	
		51. <i>Alcedo meninting</i>	Raja udang Meninting			+					√	
		52. <i>A. atthis</i>	Raja udang Erasia							+	√	
	Bucerotidae	53. <i>Aceros undulates</i>	Julang emas	+							√	
		54. <i>Anthracoceros malayanus</i>	Kangkareng	+							√	NT
		55. <i>Buceros rhinoceros</i>	Rangkong badak	+							√	NT
		56. <i>Rhinoplax vigil</i>	Rangkong gading	+							√	NT
	Meropidae	57. <i>Merops viridis</i>	Kirik-kirik biru	+		+	+					
		58. <i>M. philippinus</i>	Kirik-kirik laut			+	+					
		59. <i>Nyctornis amictus</i>	Cirik-cirik kumbang	+								
Psittaciformes	Psittacidae	60. <i>Loriculus galgulus</i>	Serindit melayu	+	+	+						
		61. <i>Psittacula longicauda</i>	Betet ekor panjang						+			NT
Strigiformes	Strigidae	62. <i>Glaucidium brodiei</i>	Beluk-watu gunung		+							
		63. <i>Ninox scutulata</i>	Punggok coklat		+							
		64. <i>Strix seloputo</i>	Burung hantu seloputu	+								
	Tytonidae	65. <i>Tyto alba</i>	Serak Jawa							+		
Trogoniformes	Trogonidae	66. <i>Harpactes reindwartii</i>	Luntur Jawa		+						√	EN
		67. <i>H. oreskios</i>	Luntur harimau	+	+						√	
Cuculiformes	Cuculidae	68. <i>Cacomantis merulinus</i>	Wiwik kelabu	+		+						
		69. <i>C. sonneratii</i>	Wiwik lurik			+						
		70. <i>Eudynamys scolopacea</i>	Tuwur Asia			+						
		71. <i>Centropus bengalensis</i>	Bubut alang-alang	+						+		
		72. <i>C. sinensis</i>	Bubut besar	+		+						
		73. <i>Phaenicophaeus chlorophaeus</i>	Kadalan selaya	+								
		74. <i>P. javanicus</i>	Kadalan kembang	+								
		75. <i>P. sumatranus</i>	Kadalan sawah	+		+						

Ordo	Family	Nama Ilmiah	Nama Indonesia	Lokasi						Status Konservasi			
				1	2	3	4	5	6	a	b		
Falconiformes	Accipitridae	76. <i>Cuculus sparverioides</i>	Kangkak besar		+								
		77. <i>C. saturatus</i>	Kangkak ranting		+								
		78. <i>C. canorus</i>	Kukuk biasa	+									
		79. <i>Surniculus lugubris</i>	Kedasi hitam		+								
		80. <i>Spilornis cheela</i>	Elang ular-bido	+	+	+					√		
		81. <i>Pandion haliaetus</i>	Elang Tiram				+			+	√		
		82. <i>Haliaeetus indus</i>	Elang bondol		+		+				√		
		83. <i>Haliaeetus leucogaster</i>	Elanglaut Perut-putih				+				√		
		84. <i>Accipiter gularis</i>	Elangalap Nipon				+				√		
		85. <i>A. virgatus</i>	Elang-alap besra			+					√		
		86. <i>A. trivirgatus</i>	Elangalap Jambul				+				√		
		87. <i>Elanus caeruleus</i>	Elang tikus				+				√		
		88. <i>Ictinaetus malayensis</i>	Elang hitam			+	+	+		+	√		
		89. <i>Hieraaetus kienerii</i>	Elang perut-karat			+					√		
Galliformes	Phasianidae	90. <i>Aviceda leuphotes</i>	Baza Jerdon			+				√			
		91. <i>Argusianus argus</i>	Kuaw raja	+						√	NT		
		Piciformes	Capitonidae	92. <i>Calorhamphus fuliginosus</i>	Takur ampis	+							
				93. <i>Megalaima australis</i>	Takur tenggeret	+	+	+					
				94. <i>M. chrysopogon</i>	Takur gedang	+							
				95. <i>M. haemachepala</i>	Takur ungkut-ungkut	+		+					
				96. <i>M. henricii</i>	Takur topi merah	+							NT
				97. <i>M. mystacophanos</i>	Takur warna-warni	+	+	+					NT
				98. <i>M. oorti</i>	Takur bukit	+	+						
				99. <i>Psilopogon pyrolophus</i>	Takur api	+	+						
Picidae				100. <i>Dendrocopos canicapilus</i>	Caladi belacan	+	+	+					
		101. <i>D. macei</i>	Caladi ulam		+								
		102. <i>D. moluccensis</i>	Caladi Tilik			+				+			
		103. <i>Dinopium javanense</i>	Pelatuk besi jari 3	+									
		104. <i>Dryocopus javensis</i>	Pelatuk ayam	+									
		105. <i>Hemicircus concretus</i>	Caladi tikotok	+									
		106. <i>Meiglyptes tukki</i>	Caladi badok	+	+	+	+				NT		
		107. <i>Picus miniaceus</i>	Pelatuk merah	+									
		108. <i>P. puniceus</i>	Pelatuk sayap merah	+									
		109. <i>P. flavinucha</i>	Palatuk kuduk-kuning		+								
Passeriformes	Hirundinidae	110. <i>Celeus brachyurus</i>	Pelatuk kijang		+								
		111. <i>Blythipicus rubiginosus</i>	Pelatuk pangkas		+	+	+						
		112. <i>Reinwardtipicus validus</i>	Palatuk kundang		+								
		113. <i>Hirundo rustica</i>	Layang-layang Asia			+	+		+				

Ordo	Family	Nama Ilmiah	Nama Indonesia	Lokasi						Status Konservasi		
				1	2	3	4	5	6	a	b	
		114. <i>Hirundo tahitica</i>	Layang-layang batu			+	+					
		115. <i>Delichon dasypus</i>	Layang-layang rumah					+				
	Champephagi dae	116. <i>Hemipus hirundinaceus</i>	Jingjing batu	+			+					
		117. <i>H. picatus</i>	Jingjing bukit	+	+							
		118. <i>Coracina larvata</i>	Kepudang-sungu gunung		+							
		119. <i>C. fimbriata</i>	Kepudangsungu Kecil					+				
		120. <i>C. striata</i>	Kepudang sungu Sumatera							+		
	Motacilidae	121. <i>Pericrocotus solaris</i>	Sepah dagu- kelabu		+							
		122. <i>P. flammeus</i>	Sepah hutan							+		
		123. <i>Anthus novaeseelandiae</i>	Apung tanah				+	+				
	Aegithinidae	124. <i>Dendronanthus indicus</i>	Kicuit hutan						+			
		125. <i>Aegithina thipia</i>	Cipoh kacat	+			+	+			+	
	Chloropsidae	126. <i>A. viridissima</i>	Cipoh jantung	+			+					NT
		127. <i>Chloropsis cochinchinensis</i>	Cica daun sayap biru	+			+					
	Corvidae	128. <i>C. sonnerati</i>	Cica daun besar	+								
		129. <i>C. cyanopogon</i>	Cica-daun kecil				+					NT
		130. <i>C. venusta</i>	Cica-daun sumatera			+						NT
	Dicraeidae	131. <i>Corvus enca</i>	Gagak hutan	+								
		132. <i>Dicaeum concolor</i>	Burung cabe hutan	+								
	Dicruridae	133. <i>D. ignipectus</i>	Burung cabe gunung	+								
		134. <i>D. trochileum</i>	Cabai jawa				+					
		135. <i>D. trigonostigma</i>	Cabai bunga-api				+					
		136. <i>D. cruentatum</i>	Cabai merah				+				+	
		137. <i>Prionochilus maculatus</i>	Pentis raja				+					
		138. <i>P. percusus</i>	Pentis pelangi	+								
		139. <i>Dicrurus annectans</i>	Srigunting gagak	+								
	Paridae	140. <i>D. paradiseus</i>	Srigunting batu	+	+							
		141. <i>D. remifer</i>	Srigunting bukit	+	+		+				+	
		142. <i>D. leuchopaeus</i>	Srigunting kelabu				+					
		143. <i>D. sumatranus</i>	Srigunting sumatera				+					NT
	Eurylaimidae	144. <i>Parus major</i>	Gelatik-batu kelabu				+					
		145. <i>Cymbirhynchus macrorhynchus</i>	Sempur hujan sungai	+								
	Megaluridae	146. <i>Psarisomus dalhousiae</i>	Madi injap				+					
		147. <i>Eurylaimus ochromalus</i>	Sempur hujan darat	+			+					NT
		148. <i>E. javanicus</i>	Sempur-hujan rimba				+					
	Muscicapidae	149. <i>Megalurus palustris</i>	Cica koreng	+								
		150. <i>Eumyas indigo</i>	Sikatan ninon	+	+					+		

Ordo	Family	Nama Ilmiah	Nama Indonesia	Lokasi						Status Konservasi		
				1	2	3	4	5	6	a	b	
		151. <i>Hypotymis azurea</i>	Kheicap ranting	+								
		152. <i>Ficedula mugimaki</i>	Sikatan mugimaki		+							
		153. <i>F. westermanni</i>	Sikatan belang		+		+					
		154. <i>Cyornis concretus</i>	Sikatan besar		+							
		155. <i>Culicicapa ceylonensis</i>	Sikatan kepala-abu		+							
		156. <i>Muscicapa griseisticta</i>	Sikatan burik		+							
		157. <i>Muscicapa sp.</i>	Sikatan	+								
		158. <i>Rhytidura javanica</i>	Kipasan gunung	+						+		
		159. <i>Rhytidura albigollis</i>	Kipasan gunung		+							
	Nectariniidae	160. <i>Aethopyga eximina</i>	Burung madu gunung	+								
		161. <i>A. mystacalis</i>	Burung madu ekor panjang	+								√
		162. <i>A. siparaja</i>	Burung-madu pengantin				+		+			√
		163. <i>A. temminckii</i>	Burung-madu ekor-merah		+							√
		164. <i>Anthreptes malacensis</i>	Burung madu kelapa	+		+	+			+		√
		165. <i>A. simplex</i>	Burung-madu polos			+						√
		166. <i>A. singalensis</i>	Burung madu belukar			+						√
		167. <i>A. rhodolaema</i>	Burung madu leher merah						+			√
		168. <i>Hypogramma hypogrammicum</i>	Burung madu rimba	+								√
		169. <i>Leptocoma minima</i>	Burung madu	+								√
		170. <i>Nectarinia jugularis</i>	Burung madu sriganti	+		+	+			+		√
		171. <i>Arachnothera longirostra</i>	Pijantung kecil			+						√
	Oriolidae	172. <i>Irena puella</i>	Kacembang gadung	+								
		173. <i>Oriolus chinensis</i>	Kepodang kuduk hitam	+								
		174. <i>O. xanthonotus</i>	Kepodang hutan	+								
	Ploceidae	175. <i>Lonchura maja</i>	Bondol haji	+			+			+		
		176. <i>L. punctulata</i>	Bondol peking	+	+		+			+		
		177. <i>L. striata</i>	Bondol-tunggir putih			+				+		
		178. <i>Passer montanus</i>	Burung-gereja Érasia			+	+			+		
		179. <i>Ploceus philippinus</i>	Manyar tempua			+						
		180. <i>Padda oryzipora</i>	Gelatik Jawa							+		
	Sittidae	181. <i>Sitta azurea</i>	Munguk loreng		+							
	Pycnonotidae	182. <i>Criniger bress</i>	Burung janggut	+								
		183. <i>Pycnonotus atriceps</i>	Cica kuricang	+		+	+		+			
		184. <i>P. aurigaster</i>	Kutilang	+	+	+	+			+		
		185. <i>P. brunneus</i>	Merbah mata merah	+		+						
		186. <i>P. cyaniventris</i>	Cucak kelabu	+								NT
		187. <i>P. goiavier</i>	Merbah cerokcok	+	+	+	+			+		
		188. <i>P. melanicterus</i>	Kutilang emas	+								

Ordo	Family	Nama Ilmiah	Nama Indonesia	Lokasi						Status Konservasi			
				1	2	3	4	5	6	a	b		
		189. <i>P. bimaculatus</i>	Cucak gunung		+								
		190. <i>P. eutilotus</i>	Cucak Rumbai-tunggging				+						NT
		191. <i>P. simplex</i>	Merbah Corok-corok	+			+						
		192. <i>P. plumosus</i>	Merbah belukar/mancrang	+									
		193. <i>Alophoixus phaeocephalus</i>	Empuloh irang			+							
	Sturnidae	194. <i>Gracula religiosa</i>	Tiong emas	+			+	+				√	
		195. <i>Aplonis minor</i>	Perling kecil					+					
		196. <i>A. panayensis</i>	Perling kumbang					+					
	Sylviidae	197. <i>Achrocephalus orientalis</i>	Kerak basi Besar				+						
		198. <i>Achrocephalus</i> sp.	Kerak basi	+									
		199. <i>Locustella lanceolata</i>	Kecici Lurik				+						
		200. <i>Cisticola exilis</i>	Cici Merah				+						
		201. <i>Abroscopus superciliaris</i>	Cikrak bambu		+		+						
		202. <i>Phylloscopus trivirgatus</i>	Cikrak daun		+		+						
		203. <i>Bradypterus accentor</i>	Ceret kinabalu	+									
		204. <i>B. seebohmi</i>	Ceret kuning	+									
		205. <i>Orthotomus atrogularis</i>	Cinenen belukar	+									
		206. <i>O. ruficeps</i>	Cinenen kelabu	+		+	+			+			
		207. <i>O. sutorius</i>	Cinenen biasa	+									
		208. <i>O. cuculatus</i>	Cinenen gunung		+								
		209. <i>O. sericeus</i>	Cinenen merah								+		
		210. <i>Prinia familiaris</i>	Prenjak sayap garis	+		+	+				+		
		211. <i>P. subflava</i>	Prenjak sisi merah	+									
		212. <i>P. atrogularis</i>	Perenjak gunung		+								
		213. <i>P. flaviventris</i>	Perenjak rawa								+		
	Timaliidae	214. <i>Macronous gularis</i>	Ciung air-coreng	+			+				+		
		215. <i>Napothera rufipectus</i>	Berencet dada-karat		+								
		216. <i>N. epilepidota</i>	Berencet berkening		+								
		217. <i>Stachyris chrysaea</i>	Tepus emas		+								
		218. <i>S. nigriceps</i>	Tepus kepala-hitam		+		+						
		219. <i>S. erythroptera</i>	Tepus merbah-sampah				+						
		220. <i>Garrulax palliatus</i>	Poksai mantel		+								
		221. <i>G. leucolophus</i>	Poksai jambul		+								
		222. <i>G. lugrubis</i>	Poksai hitam		+								
		223. <i>G. mitratus</i>	Poksai genting		+								
		224. <i>Heterophasia picaoides</i>	Sibia ekor-panjang		+								
		225. <i>Malacopteron magnum</i>	Asi besar	+			+						NT

Ordo	Family	Nama Ilmiah	Nama Indonesia	Lokasi						Status Konservasi		
				1	2	3	4	5	6	a	b	
		226. <i>Pellorneum capistratum</i>	Pelanduk topi hitam	+								
		227. <i>Pterutius</i> sp.	Burung ciu	+								
	Turdidae	228. <i>Enicurus leschenaulti</i>	Meninting besar	+								
		229. <i>E. velatus</i>	Meninting kecil		+							
		230. <i>Copsychus saularis</i>	Kucica kampung	+		+	+			+		
		231. <i>Myiophonus glaucinus</i>	Ciung-batu kecil		+							
		232. <i>Myiophonus</i> sp.	Burung tiung	+								
		233. <i>Erithacus cyane</i>	Berkecet biru							+		
		234. <i>Zoothera andromedae</i>	Anis hutan						+			
		235. <i>Z. sibirica</i>	Anis Siberia						+			
	Laniidae	236. <i>Lanius schach</i>	Bentet kelabu		+						+	
		237. <i>Lanius tigrinus</i>	Bentet loreng			+	+					
	Acanthizidae	238. <i>Gerygone sulphurea</i>	Remetuk Laut				+	+				
	Zosteropidae	239. <i>Zosterops atricapilla</i>	Kacamata topi-hitam		+							
		240. <i>Z. montanus</i>	Kacamata gunung		+							
		241. <i>Z. salvadorii</i>	Kacamata Enggano						+			
		242. <i>Z. palperosus</i>	Kacamata biasa								+	
Jumlah				104	74	68	64	33	40	38		
Indeks Keanekaragaman Jenis				3,92	3,84	3,65	3,58	2,04	2,3	2		

Keterangan :

1=Hutan Sekunder (PLG/TWA Seblat),

2=Hutan Primer (TWA Bukit Kaba),

3=Vegetasi Pantai (TWA Pantai Panjang),

4=Semak Belukar dan Kebun Campuran (Tahura Rajolelo Bengkulu),

5=Hutan Lindung Koho Buwa-Buwa Enggano,

6=Kebun Kelapa Sawit.

EN=Endangered, VU=Vulnerable, NT =Near Treatend (Mendekati Terancam),

Sumber : The IUCN Red List Treated Species 2008.

(+)=ditemukan, ()=tidak ditemukan.

a=PP No. 7/1999, b=status keterancamannya secara global.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat 242 jenis pada semua tipe habitat yang diteliti, terdiri atas 16 ordo dan 48 famili. Habitat dengan tipe vegetasi hutan sekunder (PLG Seblat) memiliki keanekaragaman jenis tertinggi (104 jenis) dengan Indeks Keanekaragaman 3,92, kemudian diikuti habitat dengan tipe vegetasi hutan primer (Taman Wisata Alam, Bukit Kaba) sebanyak 74 jenis dengan indeks keanekaragaman jenis 3,84, tipe vegetasi pantai (TWA Pantai Panjang Pulau Baai) 68 jenis dengan Indeks Keanekaragaman Jenis 3,65, vegetasi semak belukar dan kebun campuran (Tahura Rajo Lelo) 64 jenis dengan Indeks Keanekaragaman Jenis 3,58, tipe vegetasi kebun kelapa sawit 40 jenis dengan Indeks Keanekaragaman Jenis 2,32, dan paling rendah tipe vegetasi hutan sekunder tua Pulau Enggano 33 jenis dengan indeks keanekaragaman jenis 2,04. Tiga puluh delapan diantaranya merupakan jenis dilindungi dan 24 jenis secara global terancam punah dengan kriteria *endangered* 1 jenis, *vulnerable* 3 jenis, dan *near threatened* 20 jenis. Tiga jenis burung dengan wilayah sebaran tertinggi (terdapat di lima (5) tipe habitat) adalah *Lonchura punctulata*, *Pycnonotus aurigaster*, dan *P. goiavier*, dan yang hanya terdapat pada satu tipe habitat 159 jenis.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam kesempatan ini kami menyampaikan ucapan terimakasih kepada Dikti yang telah mendanai sebagian penelitian ini melalui penelitian Dosen Muda dengan nomor kontrak: 02/SP2H/PP/DP2M/III/2007, rektor Universitas Bengkulu melalui Dana DIPA skema penelitian dosen muda tahun 2007 dengan nomor kontrak 6005/234/J30.2/PG/2007. Kemudian kepada dosen, dan karyawan Universitas Bengkulu yang telah banyak membantu administrasi proposal dan keuangan, kepala BKSDA Bengkulu, pak Darwis, Tati Sunarti, pak Saiun, dan seluruh pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini kami ucapkan terimakasih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] MacArthur RH, MacArthur JW. 1961. On the bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- [2] Karr JR, Roth RR. 1971. Vegetation structure and avian diversity in several new world areas. *Amer. Natur.* 105: 423-435.
- [3] Martin TE. 1993. Nest predation and nest sites new-perspectives on old patterns. *Bioscience* 43:523-532.
- [4] Parrish. 1995. Effects of needle architecture on warbler habitat selection in a coastal spruce forest. *Ecology* 76: 1813-1820.
- [5] Gunnarson. 1996. Bird predation and vegetation structure affecting spruce-living arthropods in a temperate forest. *J. Anim. Ecol.* 65: 389-397.
- [6] Whelan. 2001. Foliage structure influences foraging of insectivorous forest birds: An experimental study. *Ecology* 82: 219-231.
- [7] Adamik P, Kornan M, Vojtek J. 2003. The effect of habitat structure on guild patterns and the foraging strategies of insectivorous birds in forests. *Biologia Bratislava* 58: 275-285.
- [8] Aratrakorn S, Thunhikorn S, Donald PF. 2006. Changes in bird communities following conversion of lowland forest to oil palm and rubber plantations in southern Thailand. *Bird Conservation International* 16:71-82.

- [9] Rahman MA, Salleh MA, Tuen AA. 2002. Bird Diversity of the Crocker Range National Park, Sabah, Malaysia. *ASEAN of Biodiversity and Environmental Conservation (ARBEC)*. <http://www.arbec.com.my/pdf/art>. 16 Januari 2007.
- [10] MacKinnon JK, Phillipps K, Balen B. 1998. *Seri Panduan Lapangan Burung-Burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan*. Birdlife International-Indonesia Program Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi LIPI. Cibinong.
- [11] Bibby C, Jones M, Marsden S. 2010. *Teknik-teknik Ekspedisi Lapangan Survei Burung*. BirdLife International-Indonesia Programme. Bogor. Indonesia.
- [12] Nugroho MS, Ningsih SM, Ihsan M. 2013. Keanekaragaman jenis burung pada areal Dongi-dongi di kawasan Taman Nasional Lore Lindu. *Warta Rimba* 1:1-9.
- [13] Ajie HB. 2011. *Burung-Burung di Kawasan Pegunungan Arjuna-Welirang Taman Hutan Raya Raden Suryo Jawa Timur*. Surabaya. Jurusan Biologi Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh November.
- [14] Widodo. 2009. Komparasi Keragaman Jenis Burung-burung di Taman Nasional Baluran dan Alas Purwo Pada Beberapa Tipe Habitat. *Berkala Panel Hayati* 14 113-124.
- [15] Rusmendo, H. 2009. Perbandingan Keanekaragaman Pada Pagi dan Sore Hari di Empat Tipe Habitat di Wilayah Pangandaran, Jawa Barat. *Vis Vitalis*, Vol. 02:8-16.
- [16] Jarulis, Kadir A. 2007. *Keanekaragaman Dan Kelimpahan Jenis Burung Pada Tiga Habitat Terfragmen Di Kota Bengkulu*. Bengkulu. Laporan Penelitian Dosen Muda Universitas Bengkulu.
- [17] Wiens JA. 1992. *The Ecology of Birds Communities*. Inggris. Cambridge University Press.
- [18] Novarino W, Kobayashi H, Salsabila A, Jarulis, Janra M.N. 2008. *Panduan Lapangan Pencincinan Burung Di Sumatera*. Bogor. Perpustakaan Nasional.
- [19] Hobson KA, Bayne M. 2000. Breeding bird communities in boreal forests of western Canada: consequences of unmixing in the mixedwoods. *Condor*. In press.
- [20] MacKinnon J. 1990. *Panduan lapangan pengenalan Burung-burung di Jawa dan Bali*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.

KOMPOSISI DAN STRUKTUR KOMUNITAS FITOPLANKTON DI PERAIRAN DANAU DIATAS KABUPATEN SOLOK SELATAN, SUMATERA BARAT

COMPOSITION AND COMMUNITY STRUCTURE OF PHYTOPLANKTON IN DIATAS LAKE SOUTH SOLOK, WEST SUMATERA

Gusmaweti

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bung Hatta
Kampus II Gd. 3 Lt. 2 Jl. Bypass Aie Pacah Padang 25176, Email : gusma_weti@yahoo.co.id

ABSTRACT

The aim of this research was to know composition and community structure of phytoplankton and other physical and chemical factors in the waters of Diatas Lake at present. Purposive sampling of phytoplankton and measurement of water quality at each station were taken from 5 (five) stations. The samples of phytoplankton were taken by filtering 100 liters of water in plankton net no. 25 and identified at labor. While the measurement of water quality at each station works as follows; water temperature, water pH, water color, transparency, DO and BOD, realized carbon dioxide, sulfur (S). The entire phytoplankton obtained are 12 species, while the overflowing range over 9.250 - 19.083 indiv/liter. For community structure, diversity index were ranged over 0,45 - 0,61 at means 0,54; dominance index ranged over 0.21 – 0.37. The highest was found on division Cyanophyta for *Microcystis aeruginosa*. The lowest overflowing was found on division Crysophyta for *Synedra sp.*. The measurement of physical-chemical factors showed the water temperature ranged over 21-22°C; DO 17.22-17.55 ppm; released CO₂ 0.21-0.46 ppm; S undetected; transparency 1.5 – 4.0 meter; pH 7.6 -7.8; and water color observed greenish. The composition and structure of plankton community in the waters of Diatas Lake is nearly oligotrophic.

Key Word: structure, composition, komunitas, Phytoplankton

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi dan struktur komunitas fitoplankton serta faktor fisika kimia di perairan danau Diatas Kabupaten Solok Selatan, Sumatera Barat. Pengambilan sampel fitoplankton dan pengukuran kualitas air dilakukan pada 5 stasiun dengan metoda *Purposive Sampling*. Sampel fitoplankton diambil dengan menyaring 100 liter ke dalam net plankton no 25, dan selanjutnya diidentifikasi di laboratorium. Kualitas air yang diukur pada masing-masing stasiun sebagai berikut: temperatur air, pH, warna, transparansi, kandungan oksigen terlarut (DO) dan BOD, kandungan CO₂ bebas, dan kandungan sulfur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis fitoplankton yang ditemukan ada 12 jenis, tergolong ke dalam 3 divisio yaitu Cyanophyta sebanyak 3 jenis, Chlorophyta 3 jenis, dan Crysophyta sebanyak 6 jenis. Secara kuantitatif jumlah individu yang ditemukan berkisar antara 92590 – 19083 indiv/liter dengan rata-rata 13104 indiv/liter. Indeks diversitas berkisar antara 0.45 – 0.61 dengan rata-rata 0.54. Indeks dominansi 0.21 – 0.37. Spesies yang tertinggi ditemukan pada divisio Cyanophyta dari jenis *Microcystis aeruginosa*. Hasil pengukuran faktor fisika – kimia menunjukkan : temperatur air berkisar antara 21 – 22 °C, OD 17.22 – 17.55 ppm, CO₂ bebas 0.21 – 0.46 ppm, kandungan sulfur (S) tidak terdeteksi. Transparansi 1.5 – 4.0 meter, pH 7.6 – 7.8 dan warna air agak hijau. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perairan danau Diatas berada pada tingkat kesuburan mendekati oligotrofik.

Kata kunci: Struktur, komposisi, komunitas, fitoplankton

PENDAHULUAN

Dalam ekosistem perairan, fitoplankton merupakan produsen primer yang terpenting, karena produksi zat organik dari fitoplankton merupakan sumber energi yang paling utama mendasari struktur trofik suatu ekosistem, oleh sebab itu komposisi plankton penting dalam menentukan kesuburan perairan. Kesuburan suatu perairan dapat ditentukan dengan mengukur komposisi dan struktur komunitas. Tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) yang mengandung sedikit zat hara, jumlah plankton sedikit dan perkembangan plankton jarang terjadi. Tingkat kesuburan sedang (mesotrofik), dan tingkat kesuburan perairan paling tinggi (eutrofik) mengandung banyak zat hara dan jumlah fitoplankton cenderung lebih banyak [1].

Komposisi dan struktur komunitas fitoplankton organisme perairan yang terdapat dalam perairan ialah fitoplankton dan makrofita. Di dalam rantai makanan pada ekosistem perairan, fitoplankton lebih berperan dibanding dengan tumbuhan tingkat tinggi akuatik. Zooplankton merupakan makanan ikan dan diperlukan oleh manusia sebagai salah satu sumber protein hewani. Pada suatu perairan yang luas dan dalam, fitoplankton memegang peranan yang penting sebagai pensuplai materi organik. Fitoplankton yang hidup di air tawar terdiri dari lima divisio besar yaitu Cyanophyta, Chlorophyta, Bacilariophyta, Pyrrophyta, dan Euglenophyta.

Penelitian tentang kelimpahan plankton dan fitoplankton di perairan Danau Maninjau menunjukkan bahwa divisio Cyanophyta kelimpahannya tertinggi di temukan [2,3].

Komposisi dalam suatu komunitas dibentuk oleh jenis-jenis dan jumlah individu. Pendekatan yang dipakai dalam mengamati suatu komunitas adalah pengetahuan tentang jenis dan kepadatan [4]. Sedangkan untuk mengamati struktur dalam komunitas dipakai analisis indeks diversitas, indeks ekuitabilitas, indeks similaritas dan indeks dominasi [5].

Pertumbuhan fitoplankton di dalam suatu perairan diperlukan tersedianya nutrient. Diperkirakan di suatu danau tersedia senyawa organik C yang cukup banyak bagi kelangsungan hidup organisme heterotrof. Komunitas zooplankton di perairan tawar didominasi oleh tiga kelompok antara lain Rotifera dan dua subkelas Crustaceae yang meliputi Cladocera dan Copepoda. Peranan zooplankton dalam ekosistem perairan berkaitan dengan hubungan makan dan dimakan di dalam jaringan makanan [6]. Proses makan dan dimakan ini mempunyai arti bahwa zooplankton memangsa hewan atau tumbuhan yang memiliki tingkatan tropik lebih rendah, namun pada gilirannya zooplankton ini akan dimangsa oleh hewan yang memiliki tingkatan tropik yang lebih tinggi.

Danau Diatas merupakan salah satu objek pariwisata yang terletak di kaki Gunung Talang Kabupaten Solok Selatan, Sumatera Barat. Air Danau Diatas berasal dari beberapa mata air. Pada tahun 2005 terjadi letusan Gunung Talang yang cukup dahsyat, sehingga penduduk yang tinggal di sekitar gunung tersebut saat itu di ungsikan ke beberapa tempat. Akibat letusan Gunung Talang ini, debu-debu atau material yang dikeluarkan gunung sebagian menempel pada tumbuhan, atap rumah penduduk yang berada di sekitarnya dan sebagian lagi masuk ke dalam perairan. Penambahan material ke dalam perairan danau akan berakibat pada komposisi dan struktur komunitas fitoplankton serta faktor fisika kimia perairan. Beberapa faktor yang mempengaruhinya antara lain: oksigen terlarut, pH air, transparansi, karbondioksida bebas, temperatur dan lain-lain [7]. Berdasarkan uraian di atas dan untuk mengetahui kondisi dan situasi perairan Danau Diatas saat ini, maka dapat dirumuskan beberapa masalah bagaimana komposisi dan struktur komunitas fitoplankton, serta faktor fisika-kimia perairan Danau diatas saat ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi dan struktur komunitas fitoplankton di perairan Danau Diatas dan mengukur faktor fisika-kimia di perairan Danau Diatas saat penelitian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilakukan mulai bulan April sampai dengan Oktober 2007 di perairan Danau Diatas Kabupaten Solok Selatan, Sumatera Barat.

2.1 Metode

Pengambilan sampel plankton dan pengukuran kualitas perairan dilakukan pada beberapa stasiun dengan metode *Purposive Sampling*. Penetapan stasiun penelitian berdasarkan aktifitas masyarakat, mudah dijangkau, memungkinkan untuk pengambilan sampel dan mewakili di sekeliling danau.

Titik pengambilan sampel meliputi : Stasiun I (lokasi air keluar dari danau), Stasiun II (lokasi air masuk ke dalam danau), Stasiun III (lokasi sekitar perladangan masyarakat), Stasiun IV (lokasi aktifitas manusia/dermaga), Stasiun V (lokasi bagian tengah danau). Masing-masing stasiun diambil sebanyak 3 sampel fitoplankton.

Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan dengan cara menyaring air sebanyak 100 liter ke dalam net plankton no. 25, kemudian setelah didapat hasil saringan dimasukkan ke dalam botol sampel ukuran 25 cc, selanjutnya ditambahkan 3 tetes formalin dan diberi label.

Penentuan kualitas air diukur pada setiap stasiun seperti temperatur air diukur dengan menggunakan termometer air, pH air diukur dengan menggunakan pH meter, warna air ditentukan secara visual. Transparansi diukur dengan menggunakan keeping secci. Kandungan oksigen terlarut (DO) dan BOD diukur dengan DO meter, sedangkan kandungan CO₂ bebas diukur dengan metode Acidimetri. Sulfur (S) diukur dengan dua cara : (1) identifikasi Natriofrucit Natrium Nitro Prusida dan (2) Grafimetri.

2.2. Analisis Data

Jenis dan kelimpahan fitoplankton masing-masing stasiun ditabulasikan dalam bentuk tabel. Kelimpahan fitoplankton per liter air dihitung dengan rumus:

$$N = \frac{a \times c \times 1000}{1} \quad [1]$$

dengan: N = kelimpahan fitoplaknton per liter air

a = jumlah rata-rata fitoplankton per ml sampel

c = banyaknya hasil saringan (filtrat)

1 = jumlah air yang disaring

Kelimpahan relatif (KR) ditentukan dengan rumus:

$$KR = \frac{\text{jumlah individu satu jenis}}{\text{jumlah individu semua jenis}} \times 100\% \quad [1]$$

Frekuensi Relatif (FR) ditentukan dengan rumus:

$$FR = \frac{\text{jumlah lokasi yang ditempati satu jenis}}{\text{jumlah semua lokasi yang diamati}} \times 100\% \quad [1]$$

Analisis struktur komunitas fitoplankton

Indeks Diversitas (indeks keanekaragaman) (H)

$$H = \sum (ni/N \log_2 ni/N) \quad [5]$$

dengan H = Indeks Diversitas (keanekaragaman jenis), ni = jumlah jenis ke-I, N = jumlah jenis

Indeks Ekuitabilitas (indeks keseragaman) (E)

$$E = \frac{H}{H_{maks}} \quad [5]$$

dengan E = indeks keseragaman jenis

H = indeks keanekaragaman jenis

H maks = $\log_2 S$, dimana S = jumlah jenis⁽⁷⁾

Indeks Dominasi

$$C = \sum (n_i/N)^2 \quad [5]$$

dengan C = indeks dominasi,

n_i = jumlah individu jenis ke-i

N = jumlah total jenis (7)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi dan struktur komunitas fitoplankton yang ditemukan meliputi jenis dan kelimpahan fitoplankton, kepadatan relatif (KR) dan frekuensi relatif (FR). Dari penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil seperti yang tercantum dalam Tabel 1:

Tabel 1 Jenis dan Rata-Rata Kelimpahan Fitoplankton yang Ditemukan pada Masing-Masing Selama Penelitian di Perairan Danau Diatas

No	Jenis	Rata-rata jumlah fitoplankton (individu / liter)					Rata-rata
		St. I	St. II	St. III	St. IV	St. V	
	Divisio Cyanophyta						
1	<i>Microcystis aeruginosa</i>	4917	4417	4333	5583	3500	4550
2	<i>Spirullina sp.</i>	5017	333	333	583	333	1320
3	<i>Oscillatoria sp.</i>	417	750	750	333	417	533
	jumlah	10351	5500	5416	6499	4200	6403
	Divisio Chlorophyta						
4	<i>Oedogonium sp.</i>	250	417	250	250	333	300
5	<i>Spirogyra sp.</i>	-	-	-	2000	250	450
6	<i>Staurastrum sp.</i>	92	117	125	750	1000	417
	jumlah	342	534	375	3000	1583	1167
	Divisio Crysophyta						
7	<i>Meloistira sp.</i>	3500	4917	4833	5667	3500	4483
8	<i>Navicula sp.</i>	167	417	250	1750	333	583
9	<i>Nitzschia sp.</i>	83	333	167	667	167	283
10	<i>Diatoma sp.</i>	-	-	-	500	-	100
11	<i>Cymbella sp.</i>	-	-	-	667	-	133
12	<i>Synedra sp.</i>	-	-	-	333	-	67
	Jumlah	3750	5667	5250	9584	4000	5649
	Total individu	14443	11701	11041	19083	9250	13104
	Jumlah jenis	8	8	9	12	9	

Jenis-jenis fitoplankton yang ditemukan selama penelitian terdiri dari 12 jenis, yang tergolong ke dalam 3 divisio yaitu, divisio Cyanophyta ditemukan 3 jenis, divisio Chlorophyta 3 jenis dan divisio Crysophyta sebanyak 6 jenis (Tabel 1). Secara kuantitatif, jumlah individu yang ditemukan berkisar antara 9250 – 19083 individu/liter dengan jumlah rata-rata 13104 individu/liter (Tabel 1).

Kelimpahan tertinggi ditemukan pada stasiun IV yaitu sebesar 19083 individu/liter, dan terendah ditemukan pada stasiun V yaitu 9250 individu/liter (Tabel 1, Gambar 1). Tingginya kelimpahan fitoplankton pada stasiun IV dikarenakan stasiun ini merupakan tempat aktifitas masyarakat sehingga secara langsung stasiun ini menerima masukan limbah.

Daerah panti zona yang mula-mula menerima masukan limbah di perairan, sehingga zona ini subur dan memiliki jumlah kelimpahan fitoplankton paling tinggi.

Rata-rata kelimpahan fitoplankton berdasarkan divisio (Tabel 1) tertinggi ditemukan pada divisio Cyanophyta (6403 individu/liter), dan kelimpahan terendah ditemukan pada divisio Chlorophyta dengan rata-rata 1167 individu/liter. Tingginya kelimpahan divisio Cyanophyta mungkin disebabkan karena perairan Danau Diatas mempunyai transparansi yang tinggi, dari hasil pengukuran faktor fisika dimana perairan Danau Diatas mempunyai transparansi berkisar antara 3 - 4 meter (Tabel 4), kecuali pada stasiun IV (1,5 meter). divisio Cyanophyta merupakan fitoplankton tipe terang (menyukai cahaya terang) [8].

Pada Tabel 2, dapat dilihat kepadatan relatif tertinggi ditemukan pada stasiun III yaitu pada jenis *Meloisira sp* dengan nilai KR 43,77 %, hal ini disebabkan karena stasiun III (lokasi perlagangan) saat pengambilan sampel, kondisi air pada stasiun ini cenderung tenang dengan sedikit riak dan tidak seperti stasiun lainnya. *Meloisira sp* lebih suka hidup pada kondisi air yang tenang [9].

Tabel 2 Kelimpahan Relatif (KR) dan Frekuensi Relatif (FR) Fitoplankton pada masing-masing Stasiun Selama Penelitian di Perairan Danau Diatas

No	Jenis	Kepadatan Relatif (KR) (%)					FR(%)
		St. I	St. II	St. III	St. IV	St. V	
Divisio Cyanophyta							
1	<i>Microcystis aeruginosa</i>	34.04	37.75	39.24	29.26	37.84	100
2	<i>Spirullina sp.</i>	34.74	2.85	3.12	3.06	3.6	100
3	<i>Oscillatoria sp.</i>	2.89	6.41	6.79	1.75	4.51	100
Divisio Chlorophyta							
4	<i>Oedogonium sp.</i>	17.31	3.56	2.26	1.31	3.6	100
5	<i>Spirogyra sp.</i>	-	-	-	10.48	2.7	40
6	<i>Staurastrum sp</i>	0.64	1	1.13	3.93	10.81	100
Divisio Crysochyta							
7	<i>Meloisira sp.</i>	24.23	42.02	43.77	29.7	37.84	100
8	<i>Navicula sp.</i>	1.16	3.56	2.26	9.17	3.6	100
9	<i>Nitzschia sp.</i>	0.57	2.85	1.51	3.5	1.81	100
10	<i>Diatoma sp.</i>	-	-	-	2.62	-	20
11	<i>Cymbela sp.</i>	-	-	-	3.5	-	20
12	<i>Synedra sp.</i>	-	-	-	1.75	-	20

Frekuensi Relatif (FR) masing-masing jenis fitoplankton (Tabel 2) menunjukkan 100 %, hal ini menunjukkan bahwa keberadaan dari jenis ini ditemukan tersebar pada semua stasiun. Kemudian nilai FR jenis *Spirogyra sp.* adalah 40 %. *Diatoma sp.*, *Cymbela sp.* dan *Synedra sp.* masing-masing 20 %, hal ini menunjukkan bahwa jenis tersebut hanya ditemukan pada beberapa stasiun saja.

Struktur komunitas fitoplankton yang meliputi indeks diversitas (H), indeks ekuitabilitas (E) dan indeks dominasi (C) fitoplankton perairan Danau Diatas dapat dilihat pada Tabel 3. Indeks diversitas fitoplankton berkisar antara 0.59 – 0.84 dengan rata-rata 0.66. Perairan dengan indeks diversitas 0 – 1 termasuk perairan tidak stabil, 1 – 3 termasuk perairan hampir stabil dan indeks diversitas besar dari 3 termasuk perairan yang stabil. Kriteria Pearson ini apabila dihubungkan dengan indeks diversitas perairan Danau Diatas yang ditemukan ternyata perairan ini termasuk kriteria perairan mendekati tidak stabil.

Indeks ekuitabilitas fitoplankton pada tabel 3 berkisar antara 0.45 – 0.61 dengan rata-rata 0.54 dan nilai indeks ini hampir mendekati 1, berarti penyebaran jenis fitoplankton di perairan Danau Diatas hampir merata. Nilai indeks ekuitabilitas (keseragaman) berkisar antara 0 – 1, maka keseragaman jenis dalam komunitas hampir merata. Bila indeks keseragaman mendekati 0, maka semakin kecil keseragaman jenis dalam suatu komunitas dan semakin tidak merata penyebaran jenis dalam komunitas tersebut.

Tabel 3 Rata-Rata Diversitas (H), Indeks Ekuitabilitas (E) dan Indeks Dominasi (C) Fitoplankton di Perairan Danau Diatas Selama Penelitian

Parameter	St. I	St. II	St. III	St. IV	St. V	Rata-rata
H	0,59	0,62	0,56	0,84	0,71	0,66
E	0,53	0,52	0,45	0,61	0,57	0,54
C	0,33	0,36	0,37	0,21	0,31	0,32

*ket : st = stasiun

Indeks dominasi fitoplankton berkisar antara 0.21 – 0.37 dengan rata-rata 0.32 (Tabel 3). Indeks dominasi dapat dipakai untuk melihat peranan jenis dalam suatu komunitas. Bila indeks dominasi besar dari 0.5 berarti satu jenis yang dominan, bila indeks dominasi besar dari 0.2 dan kecil dari 0.5 maka terdapat beberapa jenis yang dominan dalam suatu komunitas dan bila indeks dominasi kecil dari 0.2 berarti ada jenis yang dominan dalam komunitas tersebut [7]. Kriteria Odum ini apabila dibandingkan dengan indeks dominasi yang didapatkan selama penelitian ternyata di perairan Danau Diatas terdapat beberapa jenis yang dominan dalam komunitas tersebut.

Hasil pengukuran faktor Fisika-Kimia perairan Danau Diatas selama penelitian antara lain: kadar oksigen terlarut (DO) berkisar antara 17,22 – 17,52 ppm, kadar karbondioksida (CO₂) bebas berkisar antara 0,21 – 0,62 ppm (tabel 4). Kadar karbondioksida tertinggi ditemukan pada stasiun I dan yang terendah ditemukan pada stasiun III. Tingginya kadar karbondioksida pada stasiun I mungkin disebabkan oleh tingginya proses respirasi dan proses dekomposisi bakteri karena CO₂ berasal dari pernapasan organisme air dan proses dekomposisi [5].

Hasil pengukuran kadar sulfur saat penelitian, ternyata tidak terdeteksi (0) ppm. Sebagaimana diketahui bahwa rencana semula penelitian ini akan dilakukan pada tahun 2005 atau beberapa bulan setelah terjadi letusan Gunung Talang. Semula diasumsikan bahwa material yang masuk akibat letusan tersebut akan terjadi peningkatan kadar sulfur di perairan Danau Diatas. Karena pelaksanaan penelitian ini baru terealisasi dan dilakukan pada tahun 2007, kemungkinan sulfur dalam air sudah larut atau terbawa aliran air keluar danau sehingga kadar sulfur tidak terdeteksi lagi.

Suhu perairan Danau Diatas berkisar antara 21⁰ – 22⁰ C. Dalam hal ini kisaran suhu yang didapatkan selama penelitian cenderung rendah dan hampir mendekati batas minimal bila dibandingkan dengan hasil penelitian di Danau Maninjau yang suhunya berkisar antara 20⁰ – 30⁰ C.

Transparansi (kecerahan) perairan Danau Diatas berkisar antara 1.5 – 4 meter. Kecerahan tertinggi ditemukan pada stasiun V yaitu 4 meter, dan terendah pada stasiun IV sebesar 1.5 meter. Tingginya transparansi pada stasiun V karena stasiun ini merupakan bagian tengah danau dan jauh dari pinggir danau. Transparansi yang rendah di stasiun IV disebabkan karena stasiun ini merupakan tempat aktifitas manusia dan stasiun tersebut letaknya dipinggir danau dan cenderung lebih dangkal dibandingkan dengan stasiun lain (I, II, III, V).

Derajat keasaman (pH) berkisar antara 7.6 – 7.8. pH tertinggi ditemukan pada stasiun III (lokasi perladangan). Kisaran pH yang didapatkan selama penelitian berada dalam keadaan basa, akan tetapi masih dalam batas maksimum untuk pertumbuhan fitoplankton. Fitoplankton dapat hidup pada kisaran pH 5.5 – 8.5.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Faktor Fisika Kimia Perairan Danau Diatas Selama Penelitian

Parameter	Stasiun				
	I	II	III	IV	V
DO (ppm)	17.22	17.39	17.52	17.46	17.34
BOD (ppm)	16.39	16.51	16.59	16.71	16.71
CO ₂	0.62	0.33	0.21	0.3	0.46
Sulfur (ppm)	0.00	0	0	0	0
Temperatur Air (°C)	21	22	21	21	22
pH air	7.8	7.7	7.8	7.6	7.7
Transparansi (m)	3	3	3.5	1.5	4
Warna Air (diukur secara visual)	Agak hijau	Agak hijau	Agak hijau	Agak hijau	Agak hijau

Keterangan :
 I = lokasi air keluar danau
 II = lokasi air masuk ke danau
 III = lokasi perladangan
 IV = lokasi aktifitas manusia (dermaga)
 V = bagian tengah danau

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang didapatkan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :Komposisi fitoplankton yang meliputi jumlah dan jenis: didapatkan sebanyak 12 jenis yang terdiri dari 3 filium yaitu, divisio Cyanophyta, meliputi jenis *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria sp.* dan *Spirulina sp.* Divisio Chlorophyta yang terdiri dari jenis *Oedogonium sp.*, *Staurastrum sp.*, dan *Spyrogyra sp.*, dan divisio Crysophyta yang meliputi jenis *Nitzschia sp.*, *Meloisira sp.*, *Navicula Spirogyra sp.*, *Diatoma sp.*, *Cymbela sp.* dan *Synedra sp.* .

Jumlah individu ditemukan berkisar antara 9250 – 19083 /individu/liter dengan rata-rata 13104 individu/liter. Kepadatan relatif (KR) tertinggi ditemukan pada jenis *Meloisira sp.* sebesar 43.77 % dan terendah ditemukan pada jenis *Nitzschia sp* yaitu 0.57 %..Frekuensi relatif (FR) untuk jenis *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria sp.*, *Oedogonium sp.*, *Staurastrum sp.*, *Nitzschia sp.*, *Meloisira sp.* dan *Navicula sp.* memiliki FR masing-masing sebesar 100 %. *Spirogyra sp* 40 %. *Diatoma sp.*, *Cymbela sp.* dan *Synedra sp.* masing-masing 20 %.

Struktur komunitas fitoplankton yang meliputi :Indeks Diversitas (H) fitoplankton berkisar antara 0.56 – 0.84 dengan rata - rata 0.66 . Indeks Ekuitabilitas (E) berkisar antara 0.45 – 0.61 dengan rata-rata 0.54 dan Indeks Dominasi berkisar antara 0.21 – 0.37 dengan rata-rata 0.32.

Faktor Fisika-Kimia perairan Danau Diatas yang meliputi : suhu air berkisar antara 21⁰–22⁰ C. Oksigen terlarut (DO) 17.22 – 17.52 ppm, BOD 16.39 – 16.71 ppm. CO₂ bebas 0.21 – 0.46 ppm. Kadar sulfur (S) tidak terdeteksi, transparansi 1.5 – 4 meter, pH air 7.6 – 7.8 dan warna air agak hijau.

Komposisi dan struktur komunitas fitoplankton yang didapatkan dari hasil penelitian ini yang apabila disesuaikan dengan kriteria tingkat kesuburan perairan, bahwa perairan Danau Diatas mendekati tingkat kesuburan **oligotrofik**.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Michael P. 1984. *Ecological Methods for Fields and Laboratory Investigation*. New Delhi: Me Graw-Hill Publishing Company Ltd.
- [2] Gusmaweti. 1998. Dampak jala apung terhadap distribusi dan kelimpahan plankton di perairan Danau Maninjau. Laporan Penelitian Universitas Bung Hatta Padang.

- [3] Deswati L. 2000. Komposisi dan struktur komunitas fitoplankton serta produktifitas perairan Danau Maninjau. Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Andalas.\
- [4] Krebs CJ. 1978. *Ecology the Experimental Analysis at Distribution and Abundance*. New York: Herper and Raw.
- [5] Odum EP. 1971. *Fundamental of Ecology 3rd*. Philadelphia: W.B. Saunders Co.
- [6] Wetzel BE. 1975. *Limnolgy 2nd ed*. New York: Sounders collage Publishing company.
- [7] Pennak RW. 1953. *Freshwater Invertebrata of United States*. New York: The Roland Press Company.
- [8] Musa M. 1992. Komposisi, biomasa dan produktifitas fitoplankton serta hubungannya terhadap faktor fisika-kimia di Perairan Waduk Selorejo, Malang, Jawa Timur. Tesis Program Pasca Sarjana IPB.
- [9] Pentecost A. 1984. *Introduction Freshwater Algae. First Edition*. Great Richmond: Kingprint Limited.
- [10] Brower JE, Zar JH. 1997. *Fields and Laboratory Methods for General Ecology*. Lowa MC Brown Comp. Publ.
- [11] Parson, T. R .M. Takahashi and B. Hardgrave, 1997. *Biological Oceanographic*. Perganon Press Ltd, Oxford.

STUDI ETNOBOTANI DAN PENGOLAHAN RUMBIA (*METROXYLON SAGU* ROTTB.) PADA ETNIS BANJAR, KALIMANTAN SELATAN

ETHNOBOTANY AND PROCESSING STUDY SAGO PALM (*METROXYLON SAGU* ROTTB.) IN ETHNIC BANJARESE, SOUTH BORNEO

Gunawan

Prodi Biologi FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan
Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan/08123432500
Email : gunawan_unlam@yahoo.com

ABSTRACT

This study aims to determine the utilization and processing of traditional thatched ethnic Banjarese communities. The Method of data collection was carried out in the survey and interviews conducted with respondents to determination of purposive sampling technique with a sampling intensity of 10%. Then the data were analyzed using descriptive qualitative approach to ethnobotany. The results showed that there is a kind of sago palm plants in the village district Astambul the *Metroxylon sagu* Rottb. The percentage utilization of the leaves as roofing manufacturing (63,44%), stems as fodder (48,92%) and production of sago/food sources (22,04%), stem pith as a drug (20,43%), midrib to the wall cottage (10,21%) and manufacturing material plait (8,61%), umbut as materials for vegetables (29,56%) and the root can be used as drugs (23,65%). Utilization of thatch can be grouped as a source of food, handicraft tools, traditional medicine and fodder. Utilization of the plant is the most thatch leaves as raw materials for the roof and generally being a work of everyday people.

Keyword : Ethnic Banjarese, *Metroxylon sagu* Rottb., utilization sago palm

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan dan pengolahan tanaman Rumbia secara tradisional oleh masyarakat etnis. Metode yang digunakan dalam pengambilan data adalah deskriptif dengan teknik wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 2 jenis tanaman rumbia yaitu *Metroxylon sagu* Rottb. dan *Metroxylon Warburgii* Heim. Persentase pemanfaatan daun sebagai pembuatan atap (63,44%), batang sebagai pakan ternak (48,92%) dan produksi sago/sumber pangan (22,04%), empulur batang sebagai obat (20,43%), pelepah untuk dinding pondok (10,21%) dan bahan pembuat lampit (8,61%), umbut sebagai bahan pembuat sayur (29,56%) serta akar dapat digunakan sebagai obat-obatan (23,65%). Pemanfaatan rumbia dapat dikelompokkan sebagai sumber pangan, kerajinan tangan, obat tradisional dan pakan ternak. Pemanfaatan bagian tanaman rumbia yang paling banyak yaitu daun sebagai bahan baku pembuatan atap dan umumnya menjadi pekerjaan masyarakat sehari-hari.

Katakunci : Etnobotani, etnis Banjar, Rumbia

PENDAHULUAN

Rumbia (*Metroxylon sagu* Rottb.) merupakan salah satu sumber daya alam di daerah tropis yang mempunyai distribusi luas. Di Indonesia, rumbia ditemukan di beberapa daerah di Sulawesi, Kalimantan, Sumatra dan Jawa Barat, maupun pada beberapa pulau kecil yang tidak beriklim muson seperti Kepulauan Riau, Nias dan Mentawai [1]

Tanaman rumbia memiliki kandungan amilum sangat besar dalam batangnya. Masyarakat desa sebagian besar memanfaatkan tanaman rumbia untuk beberapa keperluan, diantaranya empulur batangnya dapat dijadikan tepung sago, kulit batangnya dapat dijadikan

kayu bakar, tulang daunnya dapat dijadikan sapu lidi dan daunnya dapat digunakan sebagai atap rumah [1].

Di Kalimantan Selatan, tanaman rumbia banyak dijumpai di Kabupaten Banjar, tepatnya di Kecamatan Astambul. Kecamatan tersebut merupakan sentra tanaman Rumbia. Etnis banjar merupakan Etnis dengan jumlah populasi terbanyak dan merupakan suku asli. Kehidupan etnis banjar masih banyak bergantung pada sumber daya alam yang tersedia di sekitarnya, salah satunya tanaman Rumbia. Untuk mengetahui pemanfaatan tanaman Rumbia oleh etnis Banjar perlu dilakukan penelitian tentang kajian pemanfaatan tanaman Rumbia.

METODE

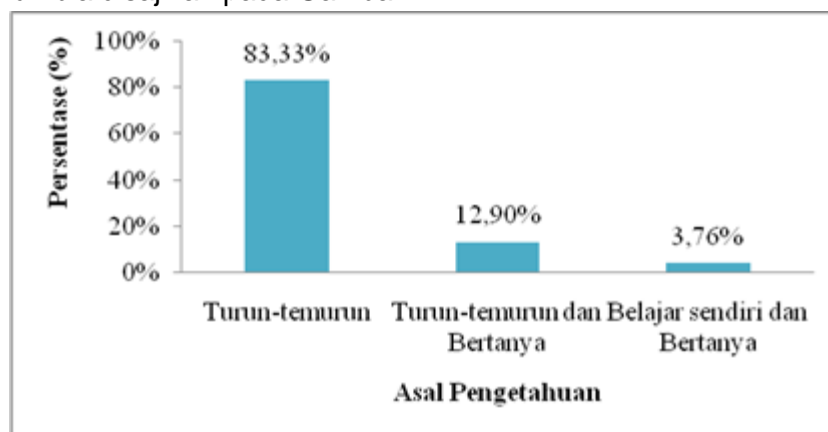
Penentuan sampel di lapangan dan distribusi kuesioner

Penelitian dilakukan di Kecamatan Astambul, Kabupaten Banjar. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan teknik wawancara. Data hasil wawancara kemudian dianalisis sehingga diperoleh hasil berupa bagian yang dimanfaatkan dan cara pengolahannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan pada responden terpilih, terdapat dua jenis Rumbia yaitu *Metroxylon sagu* Rottb. dan *Metroxylon Warburgii* Heim. Kedua variasi rumbia tersebut diketahui oleh etnis banjar berdasarkan pengetahuan turun-temurun, dengan melihat ciri morfologis dari tanaman rumbia tersebut. Kedua varian rumbia tersebut dibedakan dari ada atau tidaknya duri pada bagian daun dan pelepah.

Data hasil wawancara tentang cara masyarakat memperoleh pengetahuan pemanfaatan rumbia disajikan pada Gambar 1.

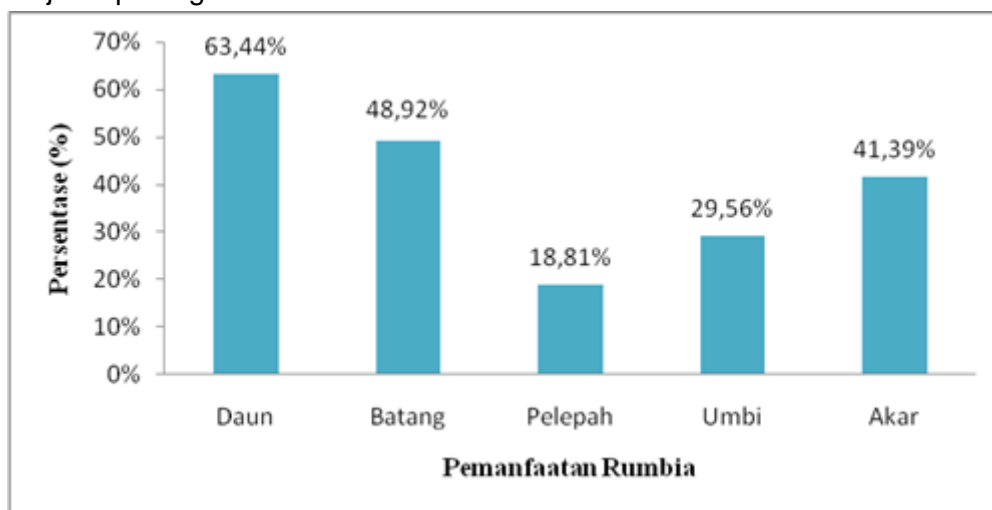


Gambar 1. Persentase cara etnis banjar memperoleh pengetahuan pemanfaatan rumbia

Pengetahuan etnis banjar dalam pemanfaatan rumbia untuk berbagai keperluan pada umumnya diperoleh secara turun-temurun, yaitu sebanyak 83,33 %. Selain diperoleh secara turun-temurun, sebanyak 3,76 % responden memperoleh pengetahuan pemanfaatan rumbia dengan cara mempelajari sendiri dan bertanya.

Menurut salah seorang responden, kelebihan dari mempelajari sendiri dan bertanya mengenai pemanfaatan rumbia adalah dengan sendirinya akan diperoleh pengalaman yang dapat menjadi guru bagi diri sendiri. Pengetahuan secara bertanya dan mempelajari sendiri, umumnya dilakukan oleh responden yang berusia lebih muda sehingga lebih sedikit

responden yang memperoleh pengetahuan dengan cara tersebut. Sedangkan beberapa dari responden lainnya menyatakan bahwa mereka memperoleh pengetahuan tersebut baik secara turun-temurun maupun dari bertanya. Bagian tanaman yang dimanfaatkan oleh etnis banjar disajikan pada gambar 2



Gambar 4. Persentase bagian rumbia yang dimanfaatkan

Berdasarkan data diatas, pemanfaatan tanaman rumbia dapat dikelompokkan sebagai berikut :

Sumber pangan

Bagian dari tanaman rumbia dapat dimanfaatkan manusia sebagai sumber pangan, seperti pada empulur batangnya dihasilkan tepung sagu yang merupakan sumber karbohidrat penting bagi masyarakat. Berbagai rupa makanan pokok dan kue-kue dibuat orang dari tepung sagu ini.

Kerajinan tangan

Selain sebagai sumber pangan, rumbia juga dapat dimanfaatkan menjadi kerajinan tangan. Umumnya bagian rumbia yang dapat dijadikan kerajinan tangan berasal dari daun dan pelepahnya. Daun dan pelepahnya dapat dibuat kerajinan tangan rumah tangga, seperti atap rumah dan lampit. [9] menyatakan bahwa daun rumbia yang masih kuncup (*janur*) dari beberapa jenisnya juga dapat digunakan sebagai daun pembungkus rokok, sebagaimana pucuk nipah.

- Pembuatan atap rumah
Daun tua dari tanaman rumbia yang masih muda merupakan bahan atap yang baik.
- Pembuatan lampit/tikar
Pelepah dari tanaman rumbia dapat dianyam menjadi lampit (tikar). Selain itu, dapat dimanfaatkan sebagai penyangga untuk tanaman perkebunan seperti tanaman jeruk; pembuatan lantai pondok; *kasau* (penyangga atap rumah); dinding pondok/rumah dan kandang ternak.

Obat tradisional

Berdasarkan hasil wawancara dengan responden diketahui bahwa ada beberapa bagian tanaman rumbia yang dapat dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Bagian yang bermanfaat sebagai obat yaitu sagu dan akarnya. Sagu yang berasal dari empulur batang rumbia dapat mengobati beberapa macam penyakit seperti sakit panas, panas dalam, luka bakar, penyakit herpes, ambeien dan cacar. Selain itu sagu dikenal sebagai bahan kosmetik

tradisional untuk menghilangkan luka bekas jerawat, cacar dan luka bakar juga dipercaya dapat menghaluskan kulit. Akar dari tanaman dapat dijadikan obat penyakit diare, susah buang air besar, wasir, sakit pinggang dan kencing manis (diabetes).

Pakan ternak

Selain untuk konsumsi manusia, pemanfaatan lain dari rumbia adalah untuk pakan ternak. Limbah dari pematangan isi batang rumbia dapat dimanfaatkan sebagai pakan itik dan ayam dengan cara dicampur dengan dedak, siput/keong, ikan kering dan padi.

Pengolahan Tanaman Rumbia oleh etnis Banjar

Cara pengolahan tanaman rumbia oleh etnis Banjar adalah sebagai berikut :

Penebangan Rumbia

Sebelum dilakukan penebangan, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti persiapan peralatan yang akan digunakan, kesiapan tanaman yang akan ditebang dan pengetahuan mengenai cara penebangan. Alat-alat yang digunakan masyarakat desa untuk menyadap rumbia sebagian besar menggunakan parang, chainsaw dan kapak. Penebangan dapat dilakukan pada tanaman rumbia yang berumur 4 – 5 tahun dan setelah munculnya bunga. Tinggi tanaman saat dilakukan penyadapan yaitu 7 – 8 meter.

Pengolahan Pakan Ternak

Tanaman Rumbia dengan tinggi 7-8 meter ditebang dengan menggunakan chainsaw, kemudian dipotong-potong menjadi ukuran \pm 1 meter, dibelah menjadi dua bagian. Setelah itu dibelah lagi menjadi 4 bagian, kemudian digerus dan diaduk hingga merata. Untuk pengolahan pakan ternak ini dapat dicampur dengan dedak, keong, ikan kering dan padi. Pemberian pakan ternak dilakukan sebanyak 2 kali sehari (pagi dan sore). *Paya* (pakan ternak yang telah dihaluskan) ditaburkan di dalam kandang.

Pengolahan Sayur Umbut Rumbia

Umbut dari jenis *Palmae* terdiri dari umbut sawit, umbut kelapa, umbut rumbia dan umbut pinang. Umbut dari golongan *palmae* ini biasanya cara memasaknya di campur dengan daging, ayam, labu, ubi kayu, kacang panjang, dengan bumbu kuning, dan ditambah santan kelapa.

Umbut rumbia adalah umbut yang diambil dari ujung batang pohon rumbia. Umbut ini seratnya agak kasar, dan bergetah, jadi harus lebih berhati-hati dan bersih dalam pengolahannya. Pengolahan sayur umbut rumbia ini disajikan hanya pada acara-acara tertentu seperti perkawinan ataupun acara syukuran.

Langkah awal dalam pembuatan sayur umbut, pertama-tama disiapkan umbut rumbia yang telah dibersihkan, labu, ubi kayu, kacang panjang, bumbu (10 siung bawang merah, 6 siung bawang putih, 3 buah cabe merah, 1 sdt garam, 1 sdt gula) dan santan kelapa. Bahan dipotong-potong, kemudian bumbu dihaluskan. Masukkan santan kelapa ke dalam wajan, kemudian masukkan bumbu dan bahan yang telah dipotong-potong. Masak sampai umbut dan bahan lainnya matang. Sajikan segera.

Pengolahan Sagu

Sebagai salah satu sumber karbohidrat, sagu memiliki peranan yang sangat penting, meskipun pada saat ini peranan sagu masih berkembang secara tradisional (Rumawas, 2011). Sagu memiliki kandungan karbohidrat, protein, lemak, kalsium, dan zat besi yang tinggi. Dengan kandungan tersebut, sagu berpotensi dijadikan sebagai bahan baku sirup

glukosa yang dapat meningkatkan nilai tambah sagu. Pati sagu mengandung 27% amilosa dan 73% amilopektin [6]

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat dua jenis tanaman Rumbia yaitu *Metroxylon sagu* Rottb. dan *Metroxylon Warburgii* Heim. Bagian yang dimanfaatkan adalah daun sebagai pembuatan atap, batang sebagai pakan ternak, pelepah untuk bahan pembuatan lampit dan dinding pondok, umbut sebagai bahan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Flach, M. 1997. *Sago palm (Metroxylon sagu Rottb.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. No. 13. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ IPGRI, Rome, Italy.
- [2] Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. 1993. *Strategi Nasional Pengelolaan Keanekaragaman Hayati*, Jakarta
- [3] Sukenti, K, E. Guhardja, dan Y. Purwanto. 2004. *Kajian Etnobotani Serat Centhini* Journal of Tropical Ethnobiology. Vol II. No.1. Januari 2004. LIPI, Bogor.
- [4] Nasution, S. 1995. *Metode Research (Penelitian Ilmiah)*. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
- [5] Muchtadi, T. R. dan Sugiyono. 1992. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB. Bogor
- [6] Harsanto, P.B. 1986. *Budidaya dan Pengolahan Sagu*. Kanisius. Yogyakarta
- [7] Haryanto & Pangloli, P. 1992. *Potensi dan Pemanfaatan Sagu*. Kanisius. Yogyakarta.

STRUKTUR SEKRESI MINYAK ATSIRI PADA *H.suaveolens* L. Poit

SECRETORY STRUCTURES OF ESSENTIAL OILS OF *H.suaveolens* L.Poit

Moralita Chatri^{1*}, Mansyurdin¹, Amri Bakhtiar², dan Perri Adnadi¹

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Padang, Padang^{1*}moralitachatri@gmail.com,
08126735487

Fakultas Farmasi, Universitas Andalas Padang²

ABSTRACT

H. suaveolens is one of species in Labiatae family, aromatic herbs and secreted the essential oils. Essential oils have a distinctive odor in certain plants. Essential oils can be used as flavor, fragrances, pharmaceuticals and aromatherapy. In plants producing essential oils there were certain structures that would secrete essential oils. The structures of the plant responsible for the secretion of essential oils were secretory structure. This structure can be observed by using light microscopy and Scanning Electron Microscopy (SEM). The results showed that the secretory structure of *H.suaveolens* was glandular trichomes, they were present on both of the leaf surfaces, the abaxial and adaxial surface. The type of glandular trichomes were peltate and capitate.

Keywords: *H. suaveolens*, essential oils, glandular trichomes, peltate, capitate

ABSTRAK

H. suaveolens adalah salah satu species dari famili Labiatae, tumbuhan aromatik dan mensekresikan minyak atsiri. Minyak atsiri mempunyai bau yang khas pada tumbuhan tertentu. Manfaatkan minyak atsiri di antaranya ialah sebagai bahan peiasa makanan, pewangi, obat-obatan dan aromaterapi. Pada tumbuhan penghasil minyak atsiri terdapat struktur tertentu yang akan mensekresikan minyak atsiri.. Struktur tumbuhan yang bertanggung jawab terhadap sekresi minyak atsiri ialah struktur sekresi. Struktur ini dapat diamati dengan menggunakan mikroskop cahaya dan mikroskop elektron (*Scanning Electron Microscopy* /SEM). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa struktur sekresi pada *H.suaveolens* ialah trikoma glandular yang terdapat pada kedua permukaan daun, permukaan abaksial dan adaksial. Trikoma glandular tersebut mempunyai tipe *peltate* dan *capitate*.

Katakunci : *H. suaveolens*, minyak atsiri, trikoma glandular, peltate, capitate

PENDAHULUAN

Minyak atsiri (*essential oil*) atau disebut juga minyak volatile dicirikan dengan bau yang keras dan dihasilkan oleh tumbuhan yang aromatik [1]. Kegunaan minyak atsiri untuk manusia sangat banyak, di antaranya sebagai bahan perisa makanan, pewangi dan obat-obatan. Bau minyak atsiri juga dapat dimanfaatkan sebagai aromaterapi. Pada pengobatan tradisional, minyak atsiri penting untuk mengeluarkan penyakit [2]. Minyak atsiri juga telah banyak dilaporkan sebagai antimikrob, baik untuk cendawan maupun bakteri [1,3]. Minyak atsiri [biasanya terkumpul pada suatu organ pada tumbuhan tertentu, seperti pada daun, batang, bunga, rhizome, buah, biji, akar dan kulit kayu [4]. Struktur tumbuhan yang bertanggung jawab terhadap sekresi minyak atsiri adalah struktur sekresi [5].

Hyptis suaveolens (L.) Poit. adalah salah satu spesies dari famili Labiatae, yang dapat menghasilkan minyak atsiri, merupakan tumbuhan herba, bercabang banyak, berbau keras, sering berkayu pada pangkalnya, tinggi 0,4-2 m. batang berambut, daun bulat telur dengan pangkal yang bentuk jantung membulat, bergerigi tak teratur [6,7]. Minyak atsiri dari

H.suaveolens dapat menghambat pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*, *Fusarium moniliforme* dan *Mucor* sp. [8], *Aspergillus flavus* dan *A.ochraceus* [9], *A.niger* [9,10], *A. parasiticus* dan *A. fumigatus* [9], *Candida albicans*, *Cryptococcus* dan *Fusarium* [10], *Micrococcus luteus*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* [11]. Selain itu juga dapat dimanfaatkan sebagai repellent terhadap *Callosobruchus maculatus*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* dan *Tribolium castaneum* [11] serta nyamuk *Aedes aegypti*, *Anopheles stephensi* dan *Culex quinquefasciatus* [12].

Keberadaan struktur sekresi minyak atsiri pada organ tumbuhan penting untuk diketahui, karena berhubungan dengan proses pendestilasian minyak atsiri. Proses yang salah akan menyebabkan kurangnya kualitas dan kuantitas minyak atsiri. Svoboda, *et al.* [5], menjelaskan bahwa salah satu struktur sekresi minyak atsiri pada tumbuhan ialah trikoma glandular. Trikoma merupakan modifikasi epidermis, dapat ditemukan pada daun, batang, dan bagian-bagian bunga seperti kaliks. Menurut Dahiya [13], daun yang beraroma dapat disebabkan adanya trikoma glandular yang mensekresikan minyak atsiri.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara deskriptif, hasil pengamatan diperoleh dengan menggunakan mikroskop cahaya dan mikroskop elektron (*Scanning Electron Microscopy/ SEM*). Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2013, di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Padang

Bahan tanaman

Daun *H.suaveolens* yang diamati diperoleh dari populasi alami di daerah Air Tawar, Padang, Daun yang diambil ialah daun yang telah terbuka sempurna, kemudian diamati secara anatomi dengan menggunakan mikroskop cahaya dan mikroskop electron.

Mikroskop cahaya

Daun *H.suaveolens* dikoleksi di lapangan, kemudian dibawa ke laboratorium lalu dimasukkan ke dalam larutan FAA (formalin, asam asetat dan alkohol). Daun tersebut dibuat sayatan melintang dan diwarnai dengan safranin, kemudian diletakkan pada kaca objek dan ditutup dengan kaca penutup, lalu diamati trikoma yang terdapat pada daun tersebut dengan mikroskop cahaya. model Primo Star iLED Microscopes from Carl Zeiss MicroImaging GmbH P.OB.4041.37030, Gottingen, Germany.

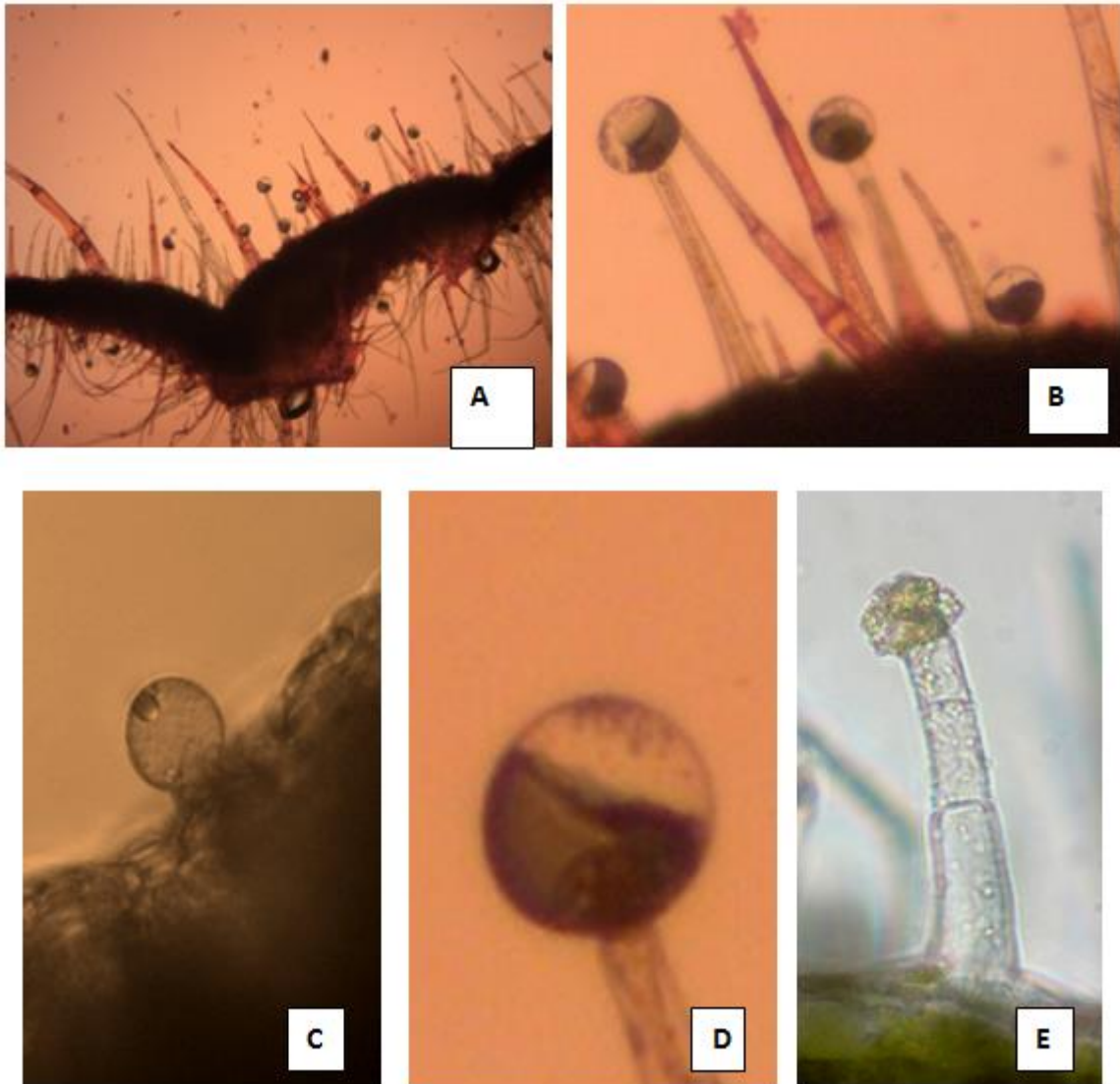
Scanning Electron Microscopy (SEM).

Daun segar dari *H.suaveolens* dipotong lebih kurang 0,5 cm², potongan ini diletakkan pada bagian atas sample holder dari mikroskop elektron, kemudian langsung diamati dengan *Scanning Electron Microscopy* model Phenom Prox. Permukaan daun yang diamati ialah bagian adaksial (pada pangkal dan ujung daun) dan abaksil (pada pangkal dan ujung daun).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap potongan melintang daun *H. suaveolens* dengan menggunakan mikroskop cahaya disajikan pada Gambar 1. Pada daun *H.suaveolens*, baik pada bagian adaksial maupun abaksial, ditemukan adanya trikoma glandular yang dapat mensekresikan minyak atsiri. Menurut Dayan and Duke [14], lokasi tempat terdapatnya trikoma pada daun bervariasi, beberapa spesies tumbuhan trikoma terdapat pada kedua

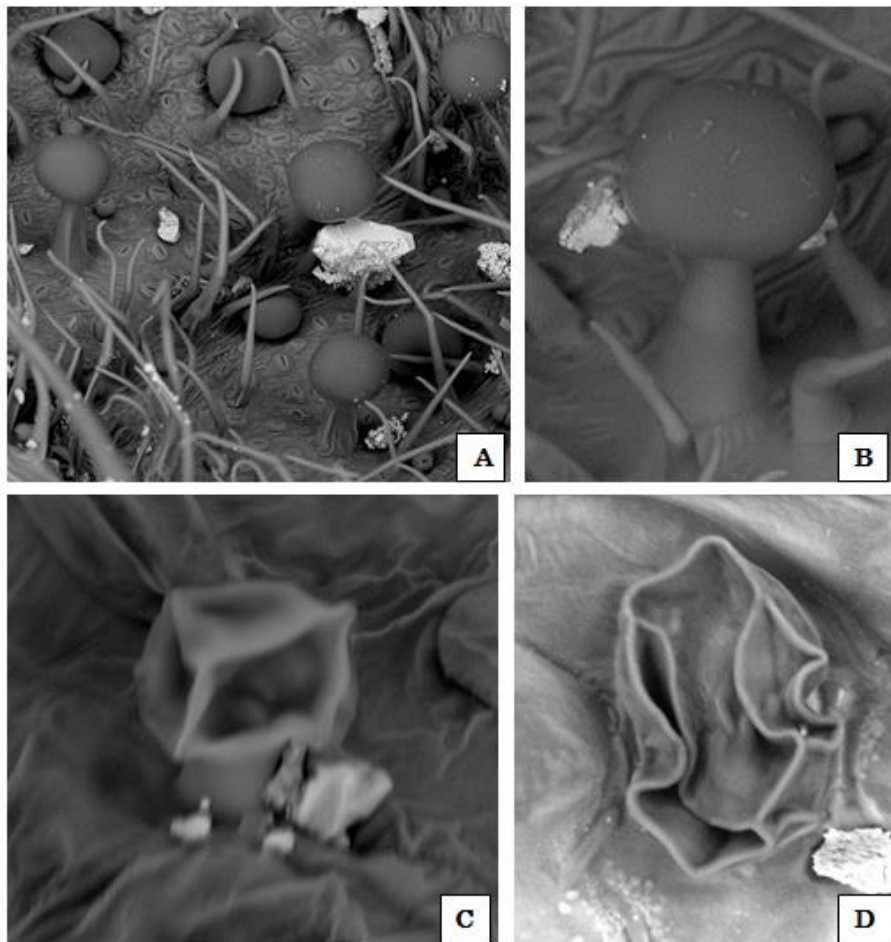
permukaan daun, sedangkan pada spesies lain hanya terdapat pada satu permukaan daun saja . Trikoma glandular mempunyai kepala pada ujung tangkai, yang merupakan sel sekresi. Werker *et al.*[15], menjelaskan bahwa spesies dari famili Labiatae (Lamiaceae) banyak yang mengandung minyak atsiri dan disekresikan oleh trikoma glandular seperti ruku-ruku (*Ocimum basilicum*), lavender (*Lavandula spp.*), dan peppermint (*Mentha piperita*).



Gambar 1 Trikoma glandular pada daun *H. suaveolens* yang terdapat pada bagian adaksial dan abaksial (A), trikoma glandular tipe capitata (B), trikoma glandular tipe peltate (C), sel kepala yang terdiri dari sel sekresi dengan rongga subkutikula pada trikoma glandular (D), dan trikoma glandular yang telah mengeluarkan sekresinya (E).

Pada struktur sekresi minyak atsiri pada *H. suaveolens* dengan SEM (Gambar 2)terdapat dua tipe trikoma glandular pada *H. suaveolens* . Trikoma glandular dapat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu *peltate* dan *capitate*. Trikoma *peltate* glandular mempunyai satu sel dasar, tangkai pendek dan 6-8 sel di ujungnya yang disebut dengan kepala. Sel kepala trikoma terdiri dari lempengan yang berbentuk cakram, beradal di atas tangkai atau menempel langsung pada sel dasar [16]. Trikoma glandular tipe *capitate* mempunyai tangkai yang lebih panjang. Menurut Ascensao, *et al.* [17], trikoma tipe *capitate* banyak ditemukan

pada famili Lamiaceae, tapi dengan panjang tangkai dan ukuran kepala yang sangat bervariasi, umumnya terdiri dari satu atau dua sel tangkai dengan sel berbentuk bulat membentuk sel sekresi. Sel sekresi pada trikoma glandular diduga sebagai sel penghasil minyak atsiri pada famili Lamiaceae. Menurut Dahiya [13], daun yang beraroma dapat disebabkan oleh minyak atsiri yang disekresikan oleh trikoma glandular.



Gambar 2 Pengamatan trikoma pada daun *H.suaveolens* dengan SEM, terlihat trikoma glandular tipe peltate dan capitate. Tangkai trikoma glandular tipe capitate lebih panjang daripada glandular tipe peltate (A), trikoma glandular capitate (B), trikoma glandular yang telah mengeluarkan hasil sekresinya (C-D).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap daun *H.suaveolen*, maka disimpulkan bahwa struktur sekeresi minyak atsiri pada *H. suaveolens* ialah trikoma glandular yang mempunyai tipe *peltate* dan *capitate*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bakkali, F., S.Averbeck, D Averbeck and M Idaomar. 2008. Biological Effects of Essential Oil- A review. *Food Chem Toxicol* 46 (2); 446-75
- [2] Oyen, L.P.A and N.X Dung. 1999. *Plant Resources of South-East Asia. No. 19 Essential-oil Plants..*Backhuys Publishers, Leiden, the Netherlands. 277 pp.

- [3] Janssen, A.M., J.J.C Scheffer and A.B Svendsen. 1987. Antimicrobial Activities of Essential Oils (Review Articles). Pharmaceutisch Weekblad Scientific Edition. Vol.9:193-197.
- [4] Handa, S.S. 2008. An Overview of Extraction Techniques for Medicinal and Aromatic Plants. In Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants. International Centre for Science and High Technology: 21-54.
- [5] Svoboda, K.P, T.G Svoboda and A.D Syred 2000. Secretory Structures of Aromatic and Medicinal Plants (A review and atlas of micrographs). Microscopix Publications. Middle Travelly, Beguildy. Knighton.
- [6] Henderson.1959. *Malayan Wild Flowers* (Dicotyledons). Tien Wah Press Ltd., Singapore.
- [7] Backer, C.A and R.C.B Van de Brink. 1965. *Flora of Java*. Vol. II. N.V.P Noordhoff-Graningen. Netherlands.
- [8] Malele, R.S., C.K Mutayabarya, J.W Mwangi, G.N Thoithi, A.G Lopez, F.I Lucini and J.A Zigadlo.2003. Essential Oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. From Tanzania: Composition and Antifungal Actifity. Journal of Essential Oil Research 15:438-440.
- [9] Moreira, A.C.P., E de O Lima., P.A Wanderley., E.S Carmo and E.L de Souza.2010. Chemical Composition and Antifungal Activity of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit Leaves Essential Oil Against *Aspergillus* Species. Brazilian Journal of Microbiology 41:28-33.
- [10] Mbatchou, V.C., S Abdullatif and R Glover. 2010. Phytochemical Screening of Solfent Extracts from *Hyptis suaveolens* LAM for Fungal Growth Inhibition. Pakistan Journal of Nutrition 9 (4): 358-361.
- [11] Tripathi, A.K and S. Upadhyay. 2009. Repellant and Insectisidal Activities of *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae) Leaf Essential Oil Against Four Stored-Grain Coleopteran Pest. International Journal of Tripical Insect Science.29:219-228.
- [12] Arivoli, S and S Tennyson. 2011. Mosquitocidal Activity of *Hyptis suaveolens* (L.) Pot (Lamiaceae) Extracts against *Aedes aegypti*, *Anopheles stephensi* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera:Culicidae). International Journal of Recent Scientific Research. 2 (5): 143-149.
- [13] Dahiya, B.S. 1979. Systematic Botany. Prabhat Press. New Delhi.
- [14] Dayan, F.E and S.O Duke. 2003. Trichomes and Root Hairs: Natural Pesticide Factories. The Royal Society of Chemistry: 175-178.
- [15] Werker, E., E Putievsky, U Ravid, N Duda and I Katziri.1993. Glandular Hairs and Essential Oil in Developing Leaves of *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae). Annals of Botany 71: 43-50.
- [16] Mishra S.R. 2009. *Understanding Plant Anatomy*. Discovery Publishing House PVT. Ltd. New Delhi. India.
- [17] Ascensao L., N Marques and M.S Pais. 1995. Glandular Trichomes on Vegetatif and Reproductive Organs of *Leonotis leonurus* (Lamiaceae). Annals of Botany 75: 619-626.

KEANEKARAGAMAN GENETIK NANAS (*Ananas comosus* L. Merr) DI KABUPATEN KAMPAR PROVINSI RIAU BERDASARKAN KARAKTER MORFOLOGI

GENETIC DIVERSITY OF PINEAPPLES (*Ananas comosus* L. Merr) IN KAMPAR REGENCY RIAU PROVINCE BASED ON MORPHOLOGICAL CHARACTERS

Efa Riana, Ninik Nihayatul Wahibah, Nery Sofiyanti

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau, Pekanbaru
Kampus Bina Widya Jl. HR. Subrantas Km. 12,5 Pekanbaru
nwwahibah@gmail.com

ABSTRACT

Kampar regency is one of center of pineapple farmings in Riau. Kampar pineapples are particularly known as sweet pineapples. The objective of this research was to analyze the genetic diversity of pineapple in Kampar Regency Riau Province based on morphological characteristics. Fifty samples were taken using random purposive sampling technique which were then characterized morphologically according to the descriptors for pineapples. Result of the study showed that Manhattan genetic distance among 50 plants based on morphological traits was 0,247-0,878. All of individual plants were grouped at the dissimilarity level of 73%. These data indicated that Kampar pineapples could harbor a wide range of genetic variation which may need further confirmation especially by molecular assessment.

Keywords : Kampar Regency, morphological character, pineapples.

ABSTRAK

Kabupaten Kampar merupakan salah satu sentra pertanian nanas di Provinsi Riau. Nanas yang berasal dari Kampar dikenal terutama karena rasa manisnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman genetik nanas yang berasal dari Kabupaten Kampar Provinsi Riau berdasarkan karakter morfologi. Sebanyak 50 sampel diambil secara acak dan dikarakterisasi secara morfologi berdasarkan deskriptor nanas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jarak genetik berdasarkan koefisien Manhattan antar individu nanas berkisar 0,247-0,878. Seluruh individu mengelompok pada tingkat ketidakmiripan 73%. Data ini mengindikasikan bahwa nanas Kampar dapat mempunyai variasi genetik yang cukup luas meskipun ini memerlukan penelitian lebih lanjut terutama di tingkat molekul.

Kata kunci : Kabupaten Kampar, morfologi, nanas

PENDAHULUAN

Kabupaten Kampar merupakan salah satu sentra penanaman nanas (*Ananas comosus* L. Merr) di Provinsi Riau. Buah nanas yang berasal dari wilayah ini dikenal oleh masyarakat Riau terutama karena mempunyai rasa manis dan segar. Nanas di Kampar pada umumnya ditanam di lahan yang terletak tak jauh dari rumah petani nanas. Hingga saat ini, pertanian nanas di Kampar hanya dilakukan oleh masyarakat tempatan dengan metode yang masih tradisional di atas lahan gambut [1]. Saat ini luas tanam nanas di Kampar juga cenderung menurun karena pemilik lahan lebih tertarik untuk menanam kelapa sawit karena dianggap lebih menguntungkan [2]. Apabila kondisi ini dibiarkan maka sumberdaya genetik nanas Kampar dikhawatirkan dapat menurun.

Plasmanutfah nanas di Kabupaten Kampar menyimpan potensi dikembangkan apalagi saat ini banyak tumbuh industri rumah tangga pengolahan nanas di wilayah tersebut.

Pengembangan tanaman memerlukan informasi dasar mengenai variasi genetik yang dimiliki oleh tanaman tersebut. Tinjauan aspek genetika nanas di Kampar saat ini belum tersedia, oleh karena itu perlu dilakukan analisis keanekaragaman genetik nanas yang tumbuh di wilayah tersebut.

Kajian keanekaragaman genetik tanaman dapat melalui pendekatan morfologi. Karakterisasi morfologi sangat diperlukan untuk memfasilitasi pemanfaatan plasmanutfah oleh pemulia tanaman. Studi fenotipik plasmanutfah merupakan pencatatan karakter yang teridentifikasi secara jelas dan terwariskan [3]. Oleh karena Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman genetik nanas yang tumbuh di Kabupaten Kampar berdasarkan karakter morfologi. Informasi yang diperoleh diharapkan dapat menjadi *database* kekayaan plasmanutfah nanas yang telah beradaptasi secara baik dengan lokasi di Provinsi Riau untuk pengembangan atau pemuliaan nanas.

METODE PENELITIAN

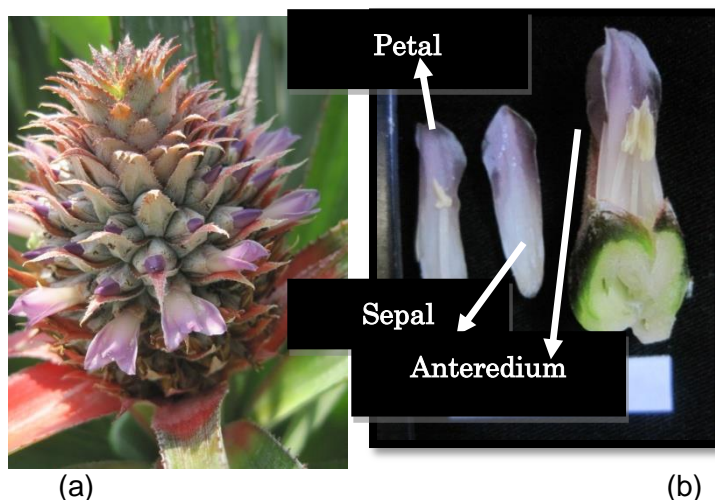
Pengamatan morfologi tanaman dan buah nanas mengikuti panduan deskriptor nanas [4] terhadap 50 individu contoh. Hasil pengamatan kemudian dikonversi dalam bentuk skor dan dianalisis menggunakan program NTSYS- pc 2.02. Matriks ketidakmiripan dihasilkan dengan menggunakan koefisien Manhattan dan selanjutnya digunakan untuk analisis pengelompokan dengan metode UPGMA (*Unweighted Pair-group Method with Arithmetic Averaging*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan karakter vegetatif 50 individu nanas yang tumbuh di Kabupaten Kampar menunjukkan bahwa tinggi tanaman (diukur dari dasar tanah hingga ke mahkota buah matang berkisar 38 – 94 cm, tegakan habitat tanaman 90° dan 45°, panjang tangkai buah 5,5 – 30 cm, diameter tangkai buah 1,3 – 3,9 cm. Tangkai buah nanas dilindungi oleh braktea tangkai buah berjumlah 1 hingga 6 helai dengan panjang braktea tangkai buah 13,5 – 73,1 cm. Sedangkan warna tangkai buah bervariasi yaitu kehijauan, hijau pekat, hijau kecoklatan, hijau kekuningan/kemerahan, kecoklatan dan coklat kemerahan. Jumlah daun berkisar 34 – 96 helai, daun terpanjang mencapai 106 cm dengan bagian terlebar daun mencapai 7 cm. Variasi warna tengah daun yaitu kehijauan, hijau pekat, hijau bercorak merah dan hijau keperakan sedangkan variasi warna ujung daun yaitu merah bercak hijau, merah kecoklatan, hijau, hijau kemerahan, hijau kecoklatan dan merah. Pada daun nanas terdapat sebaran duri yang kaku di sepanjang kedua sisinya dengan panjang duri 2 dan 2,5 mm sedangkan jarak ujung duri ke tepi sisi daun berkisar 1-2 mm. Warna duri daun yaitu kemerahan, merah kekuningan, kehijauan/kekuningan, hijau dan kecoklatan.

Adapun pengamatan terhadap organ bunga pada penelitian ini menunjukkan bahwa warna braktea bunga beranekaragam yaitu oren kemerahan, oren pudar, merah, kemerahan, dan merah kekuningan dengan panjang berkisar 0,9 – 3,5 cm. Infloresens nenas terdiri dari 5 sampai 19 bunga (Gambar 1a). Bunga nanas memiliki 3 sepal dan 3 petal dengan panjang sepal berkisar 0,5 – 1 cm dan panjang petal berkisar 1,9 – 3,6 cm, lebar 4 – 6 mm. Petal bunga nanas berwarna ungu keputihan dengan bentuk petal meruncing dan terdapat anteredium berjumlah 6 dan 7 (Gambar 1b). Warna ungu kemerahan pada buah, bunga, batang dan daun disebabkan oleh pigmen anthosianin. Pada tanaman nanas, ada tidaknya pigmen anthosianin ditentukan oleh dua alel, yaitu A (dominan), dan a (resesif). Genotipe AA dan Aa mengandung pigmen anthosianin, sedangkan genotipe aa tidak mengandung pigmen

anthosianin. Mutasi dari heterosigot (Aa) menjadi homosigot resesif (aa) sering terjadi, sehingga warna daun berubah menjadi hijau dan tidak mengandung pigmen anthosianin [5].



Gambar 1. Bunga nenas yang tumbuh di Kabupaten Kampar (a) Infloresense nenas (b) Bagian individu bunga.

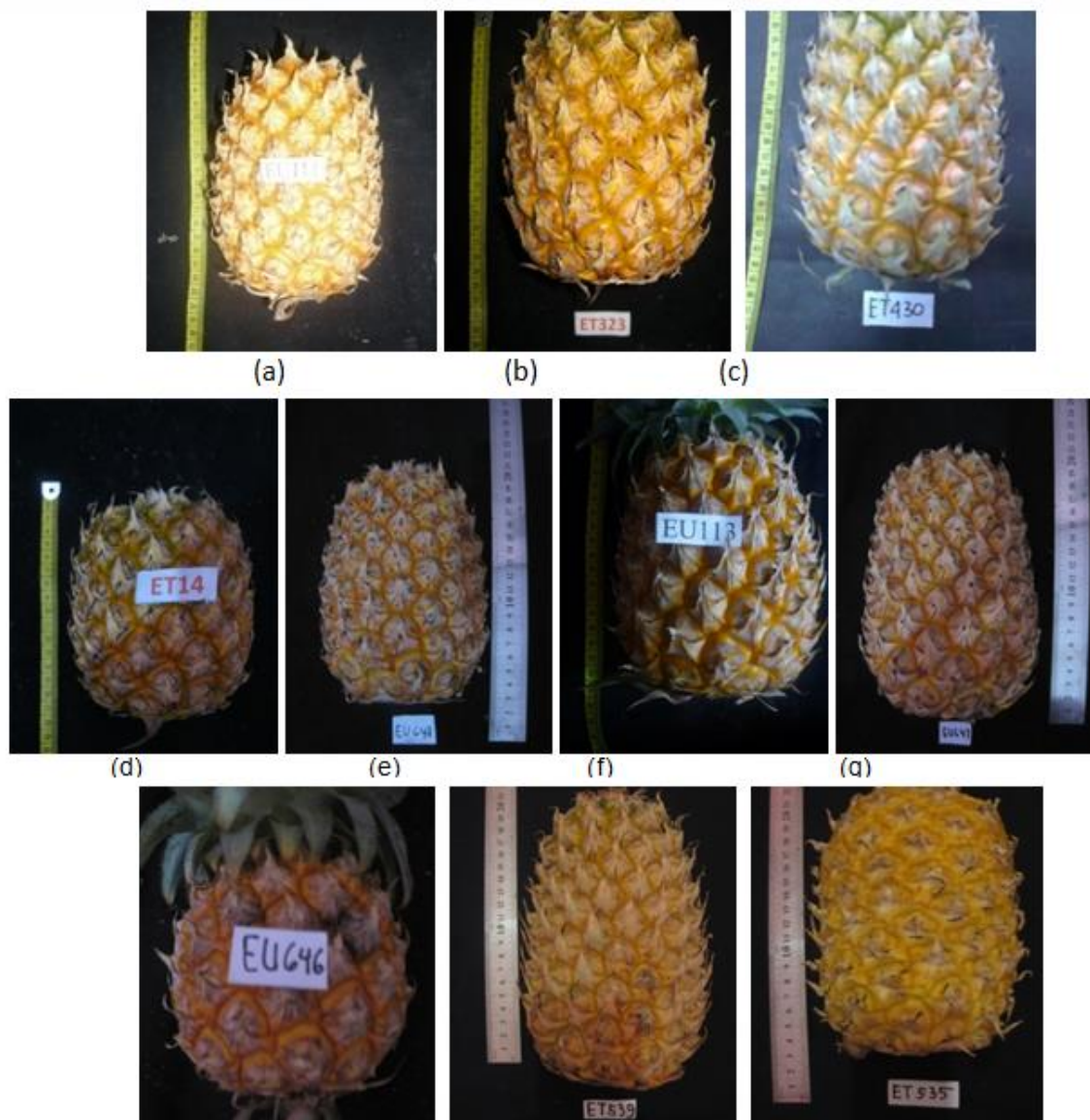
Posisi mahkota buah atau *crown* (tunas yang tumbuh pada bagian pucuk dari buah) yang teramati yaitu tegak lurus, semi tegak lurus dan horizontal dengan karakter mahkota buah normal (berjumlah satu buah) dan multipel (berjumlah lebih dari satu buah). Variasi bentuk mahkota yang ditemukan yaitu kerucut (*cone*), kerucut panjang (*long conical*), silinder panjang dengan *buncy top* (*lengthened cylindrical*), kerucut pendek dan kecil, kerucut panjang besar (*long big cone*) dan bentuk tak beraturan. Warna daun mahkota hijau/kehijauan dan hijau dengan bercak merah. Jumlah daun mahkota lebih dari 200 helai dan ditumbuhi duri sepanjang kedua sisinya. Berat mahkota buah berkisar 30 hingga > 500 gram dengan panjang mahkota berada pada rentang < 17,6 cm dan > 30,2 cm.

Buah nanas berupa senokarp yang terbentuk dari buah buni hasil penebalan poros infloresens dan peleburan bunga-bunga yang kecil. Kulit buah nanas yang keras terbentuk dari kelopak-kelopak dan braktea yang tidak rontok berdiferensiasi membentuk tonjolan yang disebut mata buah [6]. Ketebalan kulit nanas yang diamati dalam penelitian ini adalah 0,3 – 1 cm, kedalaman mata buah berkisar 1,2 – 2 mm, profil mata buah ada yang datar, menonjol dan normal.

Bentuk buah nanas asal Kampar bervariasi (Gambar 2) dengan panjang buah berkisar dari < 12,5 hingga > 16 cm, diameter buah berkisar < 9,1 hingga > 10,3 cm, berat buah nenas berkisar < 693,3 hingga 1046,3 gram. Buah nanas Kampar yang masak memiliki aroma yang kuat, tetapi ada juga yang tidak memiliki aroma. Warna kulit buah matang bervariasi yaitu kuning bercak hijau, kuning terang, kuning tumpul, dan kuning pekat hingga oren. Daging buah matang memiliki aroma nanas segar dengan kandungan gula berkisar 10⁰ hingga 20⁰ brix. Variasi warna terdapat juga pada daging buah matang yaitu kuning pucat, kuning, kuning emas dan kuning emas pekat. Beberapa individu yang memiliki biji berwarna homogen abu-abu, homogen coklat, homogen hitam dan kekuningan.

Nilai ketidakmiripan Manhattan antar 50 individu nanas berdasarkan karakter morfologi dalam penelitian ini berkisar antara 0,247-0,878. Ketidakmiripan tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan gen. Suhu merupakan salah satu faktor penting dalam budidaya nanas. Menurut [7] laju pertumbuhan dan perkembangan berkorelasi positif dengan kenaikan suhu hingga 29⁰C. Pada suhu yang tinggi ukuran tanaman dan daun lebih besar dan lebih lentur, teksturnya halus dan warnanya gelap, ukuran buah lebih besar dan

kandungannya lebih rendah. Kabupaten Kampar memiliki rata-rata suhu berkisar antara 22^oC – 31^oC [2].

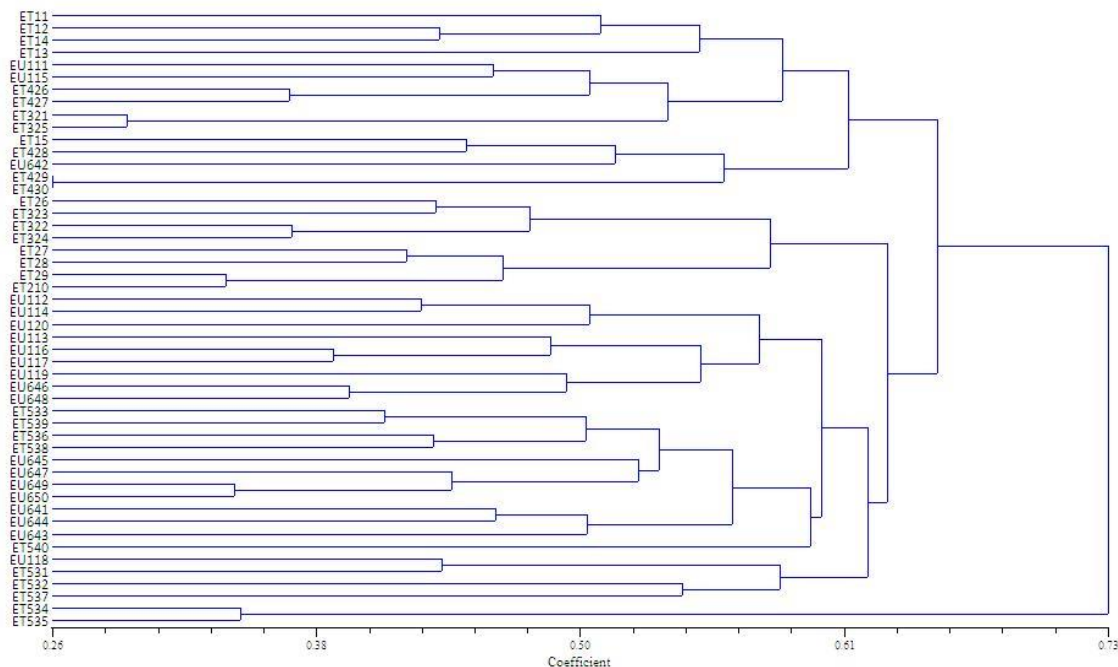


Gambar 2. Bentuk buah nanas yang tumbuh di Kabupaten Kampar (a) Kerucut (*conical*) (b) Silinder dengan sedikit meruncing di dasar buah (*Cylindrical, tapering slightly from near base*) (c) *pyriform* (d) Silinder pendek dengan sedikit meruncing (*short cylindrical slighty taper*) (e) Silinder (*cylindrical*) (f) Silinder dengan ujung oval (*cylindrical with oval in top*) (g) Silinder meruncing (*cylindrical, tapering slightly taper*) (h) Bulat (*round*) (i) *Reniform* (j) menyerupai bentuk *like square*.

Pengelompokan 50 sampel nanas yang diturunkan dari ketidakmiripan Manhattan membentuk kelompok pada jarak genetik berkisar antara 26-73% (Gambar 3). Semakin besar nilai jarak genetik, kekerabatan antar individu semakin jauh. Seluruh individu nanas yang diamati mengelompok pada jarak genetik 73%. Pada jarak genetik 73% diperoleh dua kelompok utama yaitu kelompok I yang mengelompok pada nilai ketidakmiripan 0,68 dan kelompok II yang mengelompok pada nilai ketidakmiripan 0,34.

Kelompok I terdiri 48 individu yang memiliki karakter mahkota buah normal dan mahkota berjumlah satu. Kelompok I terbagi menjadi dua subkelompok yaitu A dan B pada jarak genetik 68%. Pada kelompok II terdapat dua individu yang memisah dari kelompok I

yaitu ET534 dan ET535. Terpisahnya 2 individu tersebut disebabkan karakter bentuk buah dan bentuk mahkota yang tidak ditemukan pada 48 individu di kelompok II. Individu ET534 dan ET535 memiliki bentuk mahkota tak beraturan dan bentuk buah mendekati bentuk *like square*.



Gambar 3. Dendrogram ketidakmiripan 50 individu nenas yang tumbuh di Kabupaten Kampar berdasarkan karakter morfologi yang diturunkan dari matriks ketidakmiripan berdasarkan koefisien Manhattan.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa plasmanutfah nenas di Kabupaten Kampar menyimpan variasi genetik cukup tinggi. Meskipun tanaman nenas diperbanyak secara vegetatif, tetapi menunjukkan adanya variasi genetik yang kemungkinan dapat disebabkan oleh adanya mutasi. Oleh karena itu kekayaan plasmanutfah nenas di Kampar perlu mendapat perhatian lebih banyak terutama teknik budidaya atau dapat dilakukan pengembangan kultivar baru baik secara konvensional maupun bioteknologi termasuk melalui kultur jaringan.

KESIMPULAN

Keanekaragaman genetik 50 individu nenas yang tumbuh di Kabupaten Kampar ditemukan pada organ vegetatif, bunga, buah dan mahkota buah nenas. Nilai ketidakmiripan berdasarkan karakter morfologi adalah 0,247-0,878. Semua individu mengelompok pada jarak genetik 73%. Nanas Kampar mempunyai variasi genetik cukup tinggi berdasarkan karakter morfologi meskipun hasil ini perlu konfirmasi lebih lanjut terutama di tingkat molekul.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tausyan. 2014. Potensi Nanas di Riau. <http://bappeda.pekanbaru.go.id/berita/63/potensi-nenas-riau/page/1/>.
- [2] Humas Kampar. 2010. Luas kebun nenas terus berkurang. www.kamparkab.go.id.
- [3] Upadhyaya HD, Gowda CLL, Sastry DVSSR. 2008. Plant genetic resources management : collection, characterization, conservation and utilization. SAT eJournal. 6 : 1-16.
- [4] IBPGR. 1991. Descriptor of Pineapple. http://www2.bioversityinternational.org/publications/Web_version/167/.
- [5] Collins JL. 1968. *The Pineapple Botany, Cultivation and Utilization*. London: Leonard Hill Book. Hlm 294.
- [6] Coronel RE, Verheij EWM. 1997. Prosea Sumber Nabati Asia Tenggara 2 buah – buah yang dapat dimakan. PT Gramedia Pustaka Utama. Hlm 586.
- [7] Nakasone HY, Paull RE. 1999. *Tropical Fruit, Pineapple*. London : CABI Publishing.

EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL DAUN BUAS-BUAS (*Premna pubescens* Blume) TERHADAP LIMFOSIT PADA TIKUS PUTIH (*Rattus novvergicus* L.)

THE EFFECT OF LEAF ETHANOL EXTRACTS OF BUAS-BUAS (*Premna pubescens* Blume) ON THE NUMBER OF LIMFOSIT IN WHITE RATS (*Rattus novvergicus* L.)

¹Martina Restuati, ²Syafruddin Ilyas, ³Salomo Hutahaean, ⁴Herbert Sipahutar

¹Students S3 Biology Program, North Sumatera University, Medan, Indonesia. t.restuati@gmail.com

⁴Department of Biology, State University of Medan, Medan, 20221, Indonesia.

^{2,3}Department of Biologi, North Sumatera University, Medan, Indonesia.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek pemberian ekstrak daun buas-buas terhadap limfosit pada tikus putih. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai Juni 2013 di Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran USU. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 24 ekor tikus putih. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan perlakuan kelompok A sebagai kontrol diberikan aquadest, kelompok B diberikan ekstrak etanol daun buas-buas, kelompok C ekstrak etanol daun buas-buas dan SRBC serta kelompok D hanya diberikan SRBC. Pemberian SRBC dilakukan pada hari ke 8 dan hari ke 15. Alat digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan alat ABX micros 60. Parameter yang diamati adalah jumlah limfosit tikus putih. Selanjutnya data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis dengan menggunakan ANAVA satu jalur dan dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak etanol daun buas-buas memberikan pengaruh nyata ($\alpha; 0,05$) terhadap kadar limfosit pada tikus putih.

Kata Kunci : *Premna pubescens*, limfosit, SRBC, Tikus Putih

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of leaf extracts of Buas-Buas on the number of leukocytes and spleen in rat. This study was conducted in May and June 2013 in the Laboratory of the Faculty of Medicine Polyclinic USU. The sample used in this study were 24 white rats. This research is an experimental study with a completely randomized design (RAL) with non-factorial treatment A as a control group given distilled water, group B was given the ethanol extract of leaves of wild-wild without SRBC, group C ethanol extract of leaves of wild-wild and SRBC and group D only given SRBC. Giving SRBC performed on day 8th and day 15th. tudy by using a tool ABX Micros 60. The parameters measured were the number of limfosit. Furthermore, the data obtained were tabulated and analyzed using ANAVA one lane and followed by BNT test. Average of lymphocytes in group A 75,1, group B 75,7, group C 71,9 and group D 61,9. The results showed that the ethanol extract of leaves of Buas-Buas savage significant effect ($\alpha; 0,05$) to the number of limfosit in rat.

Keywords : *Premna pubescens*, limfosit, SRBC, White Rat

PENDAHULUAN

Tumbuhan buas-buas (*Premna pubescens* Blume) merupakan tumbuhan yang memiliki banyak khasiat. Di Indonesia, masih hanya masyarakat suku Melayu yang menggunakan tumbuhan buas-buas sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan berbagai jenis keluhan seperti masuk angin, mengatasi infeksi cacingan, memperbanyak air susu ibu (ASI), serta dipercaya dapat menyegarkan tubuh wanita selepas melahirkan dengan mandi rebusan daun, akar, kulit dan batangnya [1]. Untuk suku lain yang jumlahnya sangat banyak, tumbuhan ini masih belum dikenal dan dimanfaatkan.

Untuk Negara lain sudah dilakukan beberapa penelitian, diantaranya yang telah dilakukan terhadap senyawa metabolit sekunder dari genus *Premna*, ditemukan bahwa *Premna corymbosa* atau Buas buas mengandung alkaloid, flavonoid, glikosid, saponin, terpen dan steroid baik dalam ekstrak air maupun ekstrak ethanol [2]. Hal yang sama dikemukakan juga oleh Mustafa, Abdul, Mohamed dan Bakar (2010) yang menemukan bahwa dalam tumbuhan *Premna cordifolia* mengandung flavonoid yang terdiri atas luteolin dan apigenin. Beberapa penelitian yang telah dilakukan di India diperoleh data bahwa senyawa bioaktif yang spesifik dari kelompok flavonoid yaitu apigenin dan luteolin memiliki banyak manfaat antara lain sebagai antiinflamasi, antioksidan, antikanker, mengurangi rasio gula darah serta dapat membantu proses pembekuan darah [2].

Menurut [3], bahwa apigenin memiliki kemampuan sebagai anti tumor karena apigenin dapat menghambat perkembangan pembuluh endotelial pada sel sel kanker ovarium. Dikemukakan pula bahwa apigenin sebagai anti proliferasi pada saat pembelahan sel sehingga menyebabkan apoptosis. Apigenin juga dapat menghambat perkembangan sel kanker servik (He La) pada fase G1 karena apigenin mampu menurunkan aktifitas ekspresi protein Bcl-2 yang berperan sebagai anti apoptosis [4].

Leukosit dibentuk melalui leukopoesis. Leukopoesis merupakan bagian dari hematopoesis. Leukosit berfungsi sebagai alat pertahanan tubuh terhadap masuknya benda asing. Mekanisme fagositosis dan pembentukan imunoglobulin juga diperankan oleh leukosit. Penurunan jumlah leukosit (leukopenia) menyebabkan pertahanan tubuh menjadi turun sehingga menjadi faktor predisposisi terhadap infeksi yang dapat mengancam kehidupan. Gejala yang biasa dijumpai antara lain demam, kelemahan, sepsis dan bahkan kematian.

Di dalam tubuh terdapat salah satu organ yang bertanggung jawab terhadap pertahanan yaitu limpa. Limpa merupakan organ limfoid sekunder tempat terjadinya sel T dan sel B dapat mengenal secara spesifik antigen *non-self*, setelah berdiferensiasi di dalam jaringan limfoid primer [1]. Presentasi fragmen antigen *non-self* diikuti oleh sekresi IL-12 dan IL-18 yang kemudian menstimulasi sel T untuk menghasilkan interferon-gamma (IFN- γ) sehingga dapat mengakibatkan proliferasi dan diferensiasi sel B di *germinal center* limpa. Sel B merupakan tempat berkumpulnya limfosit B menjadi sel plasma dan sel memori. Terjadinya proliferasi limfosit B akibat adanya antigen dalam tubuh akan mengakibatkan diameter *germinal center* membesar [5].

Berdasarkan dari beberapa hasil penelitian dan pendapat di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji manfaat daun buas-buas (*Premna pubescens* Blume) untuk menghitung jumlah dan jenis limfosit dan limpa pada tikus putih (*Rattus norvegicus* L.).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dilakukan selama tiga bulan di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Medan sebagai tempat pemeliharaan dan perlakuan hewan coba, Laboratorium Farmasi dan Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara sebagai tempat pembuatan ekstrak daun Buasbuas dan analisis titer antibodi. Hewan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) galur Wistar berumur tiga bulan dengan berat badan 140-180 g. Tikus diperoleh dari laboratorium fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara dan dikembang biakkan di kandang hewan laboratorium Biologi FMIPA Unimed. Pakan tikus berupa pelet komersial diperoleh dari toko pakan ternak. Daun Buasbuas di tanam sendiri di lahan perkarangan halaman rumah. Sel darah merah

domba (SRBC) sebagai antigen diperoleh dari Laboratorium Veteriner Medan Sumatera Utara. etanol 96 %, K₂HPO₄, KH₂PO₄, NaCl, aquadest untuk membuat PBS.

Aklimatisasi Hewan Coba

Penelitian ini menggunakan 24 ekor tikus jantan (*Rattus norvegicus*) galur Wistar berumur tiga bulan dengan berat badan 100-250 gram. Tikus ditempatkan dalam kandang bahan plastik berukuran 40 x 25 x 20 cm, di bagian atas kandang dilengkapi dengan kawat penutup. Setiap kandang diisi dengan sekam sebagai alas lalu ditempatkan tiga ekor tikus setiap kandang. Makanan dan minuman diberikan secara ad libitum, aklimasi dilakukan selama 7 hari.

Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Buasbuas (EEP)

Simplisia daun buas-buas dilakukan di laboratorium fitokimia fakultas farmasi USU dengan menggunakan lemari pengering dan blender pembuat serbuk. Daun buas- buas segar sebanyak 3420 gram dilakukan sortasi basah , untuk memisahkan benda asing, meliputi tangkai daun, serangga dan kotoran lainnya. Dimana dalam hal ini tidak digunakan daun muda (3 tangkai dari pucuk tanaman) Daun yang telah disortasi dicuci sebanyak 3 kali pencucian dan ditiriskan, kemudian dimasukkan ke dalam lemari pengering sampai kering , ditandai dengan bunyi rapuh bila dipatahkan. Selanjutnya diserbuk menggunakan blender. Serbuk disimpan dalam plastik.

Serbuk daun sebanyak 1050 gram diekstraksi dengan menggunakan Soxhlet dengan etanol 70%. Sari yang diperoleh dipisahkan dengan menggunakan rotary evaporator dan dikeringkan untuk mendapatkan ekstrak etanol kering sebanyak 195 gram. Senyawa yang akan diambil dengan menggunakan etanol adalah flavonoid.

Pembuatan Antigen SRBC

Pembuatan antigen dilakukan di Dinas Peternakan Medan . Darah domba diambil sebanyak 5 ml lalu ditambah dengan alceper dengan perbandingan 1:1, fungsi alceper sebagai reseptor, supaya mengikat dengan sel-sel lain dan pengawet. Darah dicuci dengan larutan koliner diluent dengan PH 7.4 lalu disentrifus dengan kecepatan 2000 rpm selma 15 menit. Hasil dari sentrifus di buang bagian atasnya lalu diisi lagi dengan koliner diluent sampai 40 ml, setelah itu di sentrifus lagi dengan kecepatan 2000 rpm selama 15 menit. Proses pencucian dengan sentrifus ini dilakukan sebanyak 3 kali. Hasil dari sentrifus di simpan dalam kulkas -4°C.

Penentuan Dosis EEP pada Hewan Coba

Dosis ekstrak air buas-buas untuk tikus ditentukan berdasarkan penelitian terdahulu tentang Premna dengan dosis 250 mg/kg peroral Pemberian ekstrak buas-buas diberikan peroral setiap hari dengan cara mencekok. Perlakuan diberikan selama 30 hari. Pada hari ke 30 darah tikus diambil untuk dilakukan analisis leukosit dan limpa retikuler yaitu pada limpa.

Rancangan Penelitian

Penelitian bersifat eksperimental, Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan empat perlakuan, masing-masing diberi enam ulangan. Hewan coba digunakan 24 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus*) umur 3 bulan dengan berat badan rata-rata 150-200 gram dan diadaptasi selama 7 hari. Setiap kelompok dipelihara dan diberi makan dan minum *ad libitum*. Masa pemeliharaan dan pemberian perlakuan dilaksanakan selama 30 hari. Kelompok (K) sebagai kontrol diberi aquadest *per oral* tiap hari. Kelompok EEP diberikan 500 mg ekstrak etanol daun bangunbangun/kg BB tanpa SRBC, kelompok EEP + SRBC

diberikan 500 mg EEP + 0,1 ml SRBC, kelompok (SRBC) 0,1 ml SRBC. SRBC diberikan pada hari ke-8 dan ke 15 perlakuan.

Pengamatan Hematologi

Data diperoleh dengan menghitung atau mengukur parameter-parameter tertentu pada sediaan histopatologi secara kuantitatif. Pengukuran dan penghitungan luas bidang pandang dilakukan menggunakan video mikrometer (Olympus). Untuk organ limpa dihitung jumlah folikel dan diukur diameternya, serta dihitung pula kepadatan sel limfositnya. Untuk membandingkan jumlah folikel antara kelompok control dan kelompok perlakuan maka dilakukan perhitungan folikel dengan perbesaran 40x. Hasil yang di dapat dikonversikan ke dalam 1000 μm^2 satuan luas. Kemudian untuk membandingkan diameter folikel antara kelompok control dan kelompok perlakuan maka dilakukan pengukuran diameter folikel yang masing- masing sampel tiap kelompok pada perbesaran 40x. Untuk membandingkan kepadatan sell imfoid antara kelompok control dan kelompok perlakuan maka dilakukan perhitungan jumlah sel limfoid dari masing-masing sampel tiap kelompok dengan perbesaran 100x.

Perhitungan dilakukan pada pulpa putih untuk limpa dan folikel yang terdapat pada korteks untuk limfonodus di 10 lapang pandang dengan luas pandang 22.56 μm^2 dari data yang di dapat kemudian dikonversikan dalam 1000 μm^2 . Pada preparat ulas darah dilihat perubahan pada diferensiasi sel darah. Untuk membandingkan jumlah leukosit antara kelompok control dengan kelompok perlakuan maka dilakukan perhitungan leukosit dari masing-masing sampel di 10 lapang pandang 22.56 μm^2 . Hasil yang di dapat kemudian dikonversikan 1000 μm^2 .

Pengukuran Jumlah dan Hitung Limfosit

Penghitungan limfosit dilakukan dengan diamati dibawah mikroskop, dengan perbesaran 100 x.dalam hal ini dilakukan secara manual. Pertama-tama dibuat preparat darah hapus. Kemudian, diwarnai dengan larutan giemsa. Pemeriksaan hitung jenis leukosit menggunakan perbesaran 100X obyektif.

Analisis Data

Data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis dengan Anava. Nilai $p < 0,05$ dianggap signifikan secara statistik. Hasil disajikan sebagai rata-rata \pm SD

HASIL

Karakteristik subyek penelitian

Karakteristik subyek penelitian Subyek dalam penelitian ini adalah tikus putih (*Rattus norvegicus* L.) sebanyak 24 ekor berumur 3 bulan dengan berat badan berkisar antara 150-250 gram. Perlakuan yang dilakukan pada tikus putih adalah pemberian ekstrak etanol buas-buas dengan perlakuan sebagai berikut. Kelompok A sebagai kontrol diberi 0,5 ml aquadest per oral tiap hari. Kelompok B 250 mg ekstrak etanol daun buas-buas /kg BB tanpa SRBC, kelompok C 250 mg ekstrak etanol daun buas-buas/kg BB + 0,1 SRBC dan kelompok D 0,1 ml SRBC, SRBC akan diberikan pada hari ke 8 dan hari ke 15. Sampel darah diambil untuk pengamatan limfosit dengan menggunakan alat ABX Micros 60.dan sampel limpa diambil untuk menghitung berat limpa dan diameter limpa serta bentuk folikel limpa dari tikus putih.

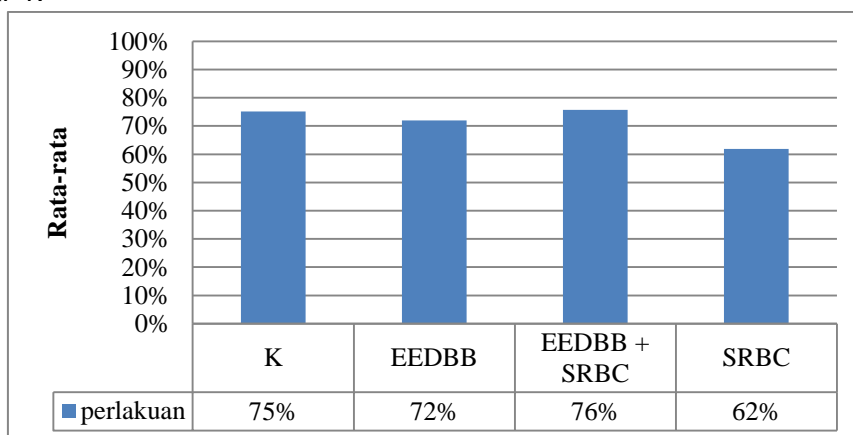
Total Limfosit

Jumlah total Limfosit dalam penelitian ini diperoleh dari perhitungan persen limfosit. Pada Tabel 1. dapat dilihat bahwa jumlah limfosit tikus putih setelah pemberian daun buah dengan perlakuan yang berbeda untuk masing- masing kelompok.

Tabel 1. Rata-rata Jumlah Limfosit (%)

PERLAKUAN	ULANGAN						TOTAL	RATA-RATA
	1	2	3	4	5	6		
K	70.7	71.9	80.6	76.3	74.3	77	450.8	75.13
EEDBB	75.7	63.6	78.8	77.1	73.5	63	431.7	71.95
EEDBB + SRBC	80	88.5	79.7	68.4	64	73.8	454.4	75.73
SRBC	62.5	72.2	71.2	62.9	48.6	54	371.4	61.9
TOTAL								71,18

Pada Tabel 1. menunjukkan bahwa jumlah limfosit yang mengalami peningkatan adalah pada perlakuan pemberian EEDBB + SRBC yaitu 75,73%, tetapi tidak jauh berbeda dengan perlakuan kontrol yaitu sebanyak 75,13%, sedangkan pada perlakuan EEDBB dan SRBC mengalami penurunan dibandingkan dengan kontrol, dimana EEDBB sebanyak 71,95% dan SRBC sebanyak 61,9%. Perbandingan jumlah rata-rata limfosit dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai Rata-Rata Jumlah Limfosit pada Tiap Perlakuan

Berdasarkan perhitungan ANAVA satu jalur dapat dilihat bahwa ekstrak buah-buas memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan jumlah limfosit tikus putih. Berdasarkan hasil uji statistik dengan menggunakan ANAVA satu jalur diperoleh F hitung = 4,3 lebih besar dari F tabel (0,05) = 3,10. Dan lebih kecil dari F tabel (0,01) = 4,94. Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima pada taraf kepercayaan 95% yang berarti bahwa ada pengaruh pemberian ekstrak etanol buah – buah terhadap peningkatan jumlah limfosit tikus putih. Untuk mengetahui kelompok yang berbeda, maka dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji BNT Jumlah Limfosit

	Rata-rata	Kontrol	EE	EE+SRBC	SRBC
K	75,13	-	-	-	-
EEDBB	71,95	-3,18 ^{tn}	-	-	-
EEDBB+SRBC	75,73	0,60 ^{tn}	3,78 ^{tn}	-	-
SRBC	61,90	-13,23 ^{tn}	-13,87 ^{tn}	-17,62 ^{tn}	-

Keterangan: BNT (0,05) = 9,09; BNT (0,01) = 12,35; tn = tidak nyata

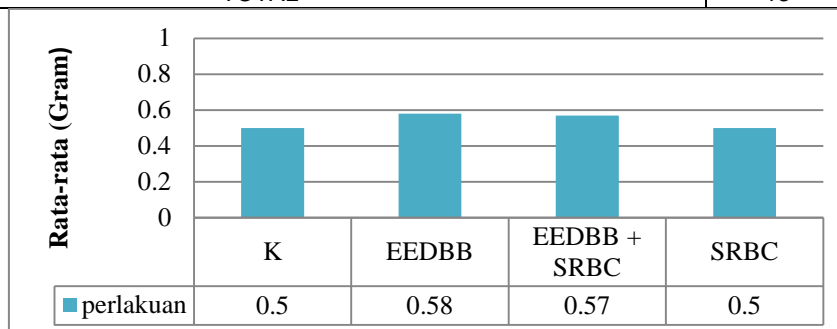
Dari uji beda nyata yang dilakukan di dapat hasil bahwa dalam jumlah limfosit ini tidak beda nyata untuk ke empat perlakuan.

Ratio Limpa Terhadap Berat-badan Tikus

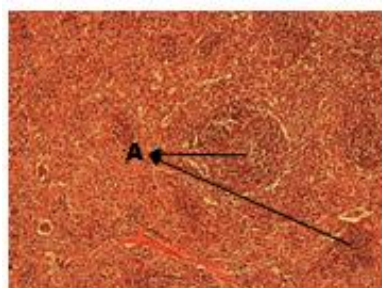
Berat limpa diambil dari penimbangan limpa tikus putih setelah diberi perlakuan Pada Tabel 3. dapat dilihat bahwa berat limpa tikus putih setelah pemberian daun buas buas dengan perlakuan yang berbeda untuk masing- masing kelompok.

Tabel 3. Rata-rata Berat Limpa (Gram)

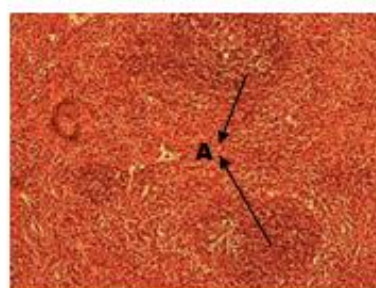
PERLAKUAN	ULANGAN						TOTAL	RATA-RATA
	1	2	3	4	5	6		
K	0,45	0,45	0,65	0,55	0,42	0,48	3	0,5
EEDBB	0,45	0,73	0,44	0,64	0,65	0,62	3,53	0,58
EEDBB + SRBC	0,93	0,54	0,63	0,45	0,42	0,48	3,45	0,57
SRBC	0,37	0,27	0,23	0,53	0,86	0,76	3,02	0,50
TOTAL							13	



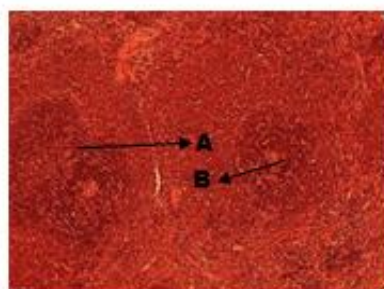
Gambar 2. Nilai Rata-rata Berat Limpa



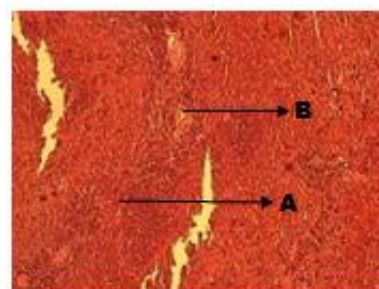
Gambar 3. Gambaran Folikel Limpa Pada Kelompok Kontrol (A. folikel limpa)



Gambar 4. Gambaran Folikel Limpa Pada Kelompok Ekstrak Etanol (A. folikel limpa)



Gambar 5. Gambaran Mikroskopis Folikel Limfoid Limpa pada Kelompok Ekstrak Etanol + SRBC (A. folikel limpa, B. sentrum germinatifum)



Gambar 6. Gambaran Mikroskopis Folikel Limpa pada Kelompok SRBC (A. folikel limpa, B. sentrum germinatifum)

Pada Tabel 3. menunjukkan bahwa berat limpa yang paling tinggi adalah pada perlakuan EEDBB 0,58 gram dan EEDBB + SRBC 0,57 gram, tetapi peningkatannya tidak

terlalu tinggi, sedangkan SRBC tidak mengalami peningkatan, Sehingga bisa dikatakan berat limpa pada SRBC sama dengan berat limpa pada kontrol. Perbandingan berat rata-rata limpa dapat dilihat pada Gambar 2.

PEMBAHASAN

Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Buas-buas terhadap Jumlah Limfosit

Sel limfosit mempunyai kemampuan untuk membedakan dirinya sendiri dan yang bukan dirinya sendiri (benda asing) dan mengatur penghancuran dan inaktivasi dari benda asing. Dari penelitian yang telah dilakukan ternyata pemberian ekstrak etanol buas-buas selama 30 hari menunjukkan hasil bahwa nilai rata-rata limfosit terendah ada pada perlakuan pemberian SRBC, sementara untuk nilai rata-rata yang paling tinggi ada pada perlakuan ekstrak etanol + SRBC tetapi tidak jauh berbeda dengan nilai rata-rata perlakuan lain yaitu kontrol dan ekstrak etanol. Dalam hal ini pemberian ekstrak etanol terhadap tikus putih memberikan pengaruh nyata ($\alpha:0,05$) terhadap jumlah limfosit tikus putih. Rata-rata jumlah limfosit 71% normalnya antara 63-84%. Penurunan sel limfosit pada perlakuan SRBC dikarenakan adanya antigen yang diamsukkan ke dalam tubuh tikus putih yang berlawanan dengan sel limfosit, yang mengakibatkan sel limfosit menurun .yang menyebabkan kemungkinan sel limfosit kalah terhadap SRBC, sementara pada EEDBB + SRBC lebih tinggi dibanding kontrol karena adanya pemberian antigen dan penambahan antibody melalui EEDBB.

Seperti yang diungkapkan dalam penelitian Novanita [6] menyatakan bahwa antibody merupakan molekul yang dihasilkan oleh limfosit B dan makrofag yang dirangsang oleh antigen asing. Antigen yang digunakan untuk diinduksi produksi antibody adalah sel darah merah domba (SRBC) yang merupakan imunogen, yaitu antigen yang berasal dari gen spesies lain. SRBC merupakan antigen polivalen yang merupakan protein dengan determinan po-tensial yang lebih besar dibandingkan dengan anti-gen monovalen. Semakin asing antigen yang digunakan, semakin efektif ia menimbulkan respon imun. Hasil penelitian dipengaruhi juga oleh variasi biologik hewan coba, misalnya jenis, berat bobot badan, umur, jenis kelamin, dan kondisi lingkungan.

Menurut penelitian yang dilakukan [7] bahwa Produksi antibody yang terbentuk sebanding dengan jumlah antigen yang disuntikkan, tapi lama-kelamaan jumlah antigen berkurang, maka antibody yang terbentuk atas rangsangan antigen juga berkurang. Oleh karena P5 tidak diberi ekstrak pegagan yang berfungsi sebagai imunostimulator sehingga kadar antibody meningkat sangat lambat, dengan demikian pemberian ekstrak pegagan pada dosis P3 dapat memacu respons imun.

Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Buas-buas terhadap Jumlah Limfosit Limpa

Pada pengamatan limpa khususnya diameter dan berat limpa tidak berpengaruh nyata dengan pemberian ekstrak daun buas-buas. Limpa berfungsi sebagai penyaring (filter) darah dan penyimpan zat besi (Fe) untuk dimanfaatkan kembali dalam sintesis hemoglobin yang terkait dengan respon imunologi terhadap antigen yang berasal dari darah dan menyimpan eritrosit serta trombosit. Limpa dibungkus oleh jaringan ikat tebal sebagai kapsula dan dibagian luar dibalut oleh peritonium. Kapsula memiliki dua lapis jaringan ikat dan otot polos yang berfungsi sebagai penunjang parenkim limpa. Trabekula terdiri dari serabut kolagen, serabut elastik dan otot polos mulai dari kepala sampai ke hilus. Trabekula mengandung arteri, vena, pembuluh limfe dan syaraf Kapsula, trabekula dan serabut retikuler menunjang parenkim limpa yang terdiri dari pulpa merah dan pulpa putih. Pada pengamatan

mikroskopis pada limpa tikus putih seperti yang tertera pada Gambar 4.6, 4.7, 4.8, dan 4.9 terlihat bahwa pada perlakuan kontrol dan EEDBB tidak ada perbesaran folikel limpa dan tidak adanya sentrum germinativum sedangkan pada Gambar perlakuan EEDBB +SRBC dan SRBC terlihat jelas pembengkakan folikel limpa dan pada tengah folikel limpa terbentuk sentrum germinativum yang dikarenakan adanya antigen yang masuk ke dalam tubuh tikus khususnya pada limpa.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ;

1. Ekstrak etanol daun buah-buahan berpengaruh nyata terhadap jumlah leukosit seperti limfosit.
2. Ekstrak etanol daun buah-buahan tidak berpengaruh nyata terhadap berat limpa dan diameter limpa.
3. Ekstrak etanol daun buah-buahan tidak berpengaruh nyata terhadap berat badan tikus putih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saim.,(1992), *Monographs in Animal Immunology: Veterinary Clinical Immunology Laboratory*, Vol. 2. Bar-Lab Inc. ,USA, B2 : 1–22 ; B3 :1- 29.
- [2] Thiruvengatasubramaniam, R., Jayakar, B., (2010), Anti-hyperglycemic and Anti-hyperlipidemic activities of *Premna corymbosa* (Burm.F) Rottl on Streptozotocin induced diabetic rats, *Der Pharmacia Lettre*, 2 (1) 505-509.
- [3] Fang, J. et al. 2005. Apigenin inhibits VEGF and HIF-1 expression via PI3K/AKT/p70S6K1 and HDM2/p53 pathways. *FASEB J.* 19. 342–353.
- [4] Zheng, PW., et al. 2005. Apigenin induced apoptosis through p53-dependent pathway in human cervical carcinoma cells. *Life Science*. Volume 76, pages 1367-1379.
- [5] Campbell Neil A, et al., (2004), *Biologi Jilid III*. Edisi V. Jakarta: Erlangga, Hal 77.
- [6] Novanita Cisilia Lantapi, Marianti A. Manggau, Dan Gemini Alam, (2011), *Uji Efek Jus Buah Mengkudu (Morinda Citrifolia Linn.) Terhadap Aktivitas Immunoglobulin M (Igm) Dan Immunoglobulin G (Igg) Pada Mencit (Mus Musculus)*, Fakultas Farmasi, Universitas Hasanuddin, Makassar USA, B2 : 1–22 ; B3 :1- 29.
- [7] Shirly Kumala, Aulia Tisna Dewi, Yun Astuti Nugroho, *Efek Immunostimulan Ekstrak Etanol Herba Pegagan (Centell Asiatica (L.) Urban.) Terhadap Ig G Mencit Jantan Yang Diinduksi Sel Darah Merah Domba*. Fakultas Farmasi Universitas Pancasila Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan.

**DETEKSI MUTASI EKSON 2 GEN β -GLOBIN DAN DAERAH PENGAPITNYA
PADA PEMBAWA SIFAT β -THALASSEMIA DENGAN METODE POLYMERASE
CHAIN REACTION-SINGLE STRAND CONFORMATION POLYMORPHISM
(PCR-SSCP)**

**MUTATION DETECTION OF EXON 2 β -GLOBIN GENE AND ITS FLANKING REGIONS ON
 β -THALASSEMIA CARRIER BY USING POLYMERASE CHAIN REACTION-SINGLE
STRAND CONFORMATION POLYMORPHISM (PCR-SSCP)**

Priyambodo^{1*}, Niken Satuti Nur Handayani²

¹Mahasiswa Program Pascasarjana Fakultas Biologi,
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

*priyambodo@mail.ugm.ac.id, Sinduadi, Mlati, Sleman, DIY, +6285236925774

²Laboratorium Genetika Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

ABSTRACT

Thalassemia is a hereditary disorder with autosomal recessive inheritance pattern. In Indonesia, 10 % of the population is thought to be carriers of thalassemia. β -thalassemia carrier has the highest prevalence rate among other hemoglobin-related genetic disorders. There were 21 individuals of 96 thalassemia screening participants who showed β -thalassemia carrier indications based on the results of hematological test. This study aims to perform the molecular detection of mutations in exon 2, the longest exon, of β -globin gene and its flanking regions by using polymerase chain reaction-single strand conformation polymorphism (PCR-SSCP) as a confirmatory test for the hematological test. DNA of each individual suspected β -thalassemia carriers was isolated from blood samples and was used as template for amplification of the exon 2 and its flanking regions. Individuals with mutant alleles will show more than two DNA bands. PCR-SSCP results showed that among 21 carries mentioned above there were 4 individuals who have mutations in the region.

Keywords: β -thalassemia, exon 2, carrier, mutation detection, PCR-SSCP

ABSTRAK

Thalassemia merupakan kelainan herediter dengan pola pewarisan autosomal resesif. Di Indonesia 10% penduduknya diduga merupakan pembawa sifat thalassemia. β -thalassemia memiliki angka prevalensi tertinggi di antara kelainan genetik terkait hemoglobin lainnya. Dari 96 peserta skrining thalassemia terdapat 21 individu yang menunjukkan indikasi pembawa sifat β -thalassemia berdasarkan hasil pemeriksaan hematologis. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan deteksi molekuler mutasi ekson 2 gen β -globin dan daerah pengapitnya dengan metode *polymerase chain reaction-single strand conformation polymorphism* (PCR-SSCP) sebagai uji konfirmasi (*confirmatory test*) terhadap hasil pemeriksaan hematologis. Ekson 2 gen β -globin merupakan ekson dengan sekuens terpanjang pada gen β -globin. DNA setiap individu terduga pembawa β -thalassemia diisolasi dari sampel darah dan digunakan sebagai *template* untuk amplifikasi ekson 2 gen β -globin dan daerah pengapitnya. Individu dengan alel mutan akan menunjukkan lebih dari dua pita DNA. Hasil PCR-SSCP menunjukkan diantara 21 individu tersebut di atas, terdapat 4 individu pembawa yang memiliki mutasi pada daerah yang diteliti.

Kata kunci: β -thalassemia, ekson 2, pembawa, deteksi mutasi, PCR-SSCP

PENDAHULUAN

Thalassemia merupakan kelainan genetik yang disebabkan karena kurangnya sintesis rantai globin pembentuk hemoglobin (Hb) yang sering ditemukan di daerah Mediterania, Afrika, Asia Selatan dan Asia Tenggara [1]. Beta (β) thalassemia merupakan kelainan hereditas pada darah dengan pola pewarisan autosomal resesif akibat gangguan pembentukan rantai β -globin pada hemoglobin sehingga produksi Hb berkurang, produksi eritrosit berkurang, dan menyebabkan anemia [2]. β -thalassemia berdasarkan genotipnya dikelompokkan menjadi β -thalassemia mayor, β -thalassemia intermedia dan β -thalassemia minor. β -thalassemia mayor dan β -thalassemia intermedia membawa gen resesif homozigot sehingga memerlukan transfusi darah secara rutin, sedangkan β -thalassemia minor membawa gen heterozigot. Kerusakan pada β -glogin disebabkan karena adanya mutasi di gen β -globin yang terletak pada kromosom nomor 11 [3]. Gen β -globin memiliki tiga buah ekson, ekson 2 mempunyai ukuran terbesar pada gen ini. Mutasi yang umumnya berupa substitusi, insersi atau delesi, dapat terjadi pada ketiga ekson tersebut [4].

Thalassemia yang merupakan kelainan yang banyak dijumpai di daerah Mediteranian, Timur Tengah, dan banyak daerah lainnya, telah banyak diteliti secara klinis maupun molekular [5]. Di Indonesia, data molekular terkait kelainan thalassemia sangat terbatas, terlebih untuk pembawa sifat thalassemia. Penelitian yang pernah dilaporkan adalah pola mutasi pada pembawa sifat β -thalassemia di Palembang dengan menggunakan primer *Amplification Refractory Mutation System* (ARMS) [4].

Peningkatan jumlah penyandang β -thalassemia di Indonesia terus terjadi setiap tahun, sehingga diperlukan strategi untuk menekan populasi penyandang. Strategi global *World Health Organization* (WHO) dalam mengurangi jumlah populasi penyandang kelainan genetik meliputi skrining massal, skrining individu yang mempunyai riwayat thalassemia pada keluarga, skrining premarital, diagnosis prenatal, dan terminasi kehamilan [6]. Skrining pembawa sifat kelainan genetik ini sangat efektif, sebagaimana di Israel yang mampu menekan prevalensi lahirnya bayi thalassemia dari 13 bayi per 10.000 kelahiran per tahun menjadi 5 bayi per 10.000 [7].

Pembawa sifat β -thalassemia tidak dapat dilihat secara fisik, karena fenotipnya normal [8]. Prosedur sederhana untuk mengetahui pembawa sifat β -thalassemia dilakukan dengan analisis hematologi. Pembawa sifat β -thalassemia dapat dilihat dengan gejala mikrositosis dan penurunan jumlah Hb pada sel darah merah, namun metode ini masih dimungkinkan terjadi kesalahan jika terdapat berbagai macam kelainan hematologis pada populasi tersebut sebagaimana yang pernah terjadi di Sardinia [5]. Diagnosis molekular akhirnya dikembangkan untuk menyempurnakan deteksi pembawa sifat thalassemia [9].

Yayasan Thalassemia Indonesia (YTI) cabang Yogyakarta bekerja sama dengan laboratorium klinis Prodia dan Fakultas Biologi UGM mulai tahun 2012 mengadakan agenda skrining bagi masyarakat yang mempunyai riwayat keluarga thalassemia. Pada skrining tahun 2012, terdapat 16 individu dari 47 peserta yang terduga pembawa sifat β -thalassemia berdasarkan profil klinis dari pemeriksaan darah, sedangkan hasil skrining pada tahun 2013 dari 49 peserta terdapat 5 individu terduga pembawa sifat β -thalassemia. Sebagai kelanjutan tes tersebut disarankan adanya diagnosis molekular.

Polymerase chain reaction-single strand conformation polymorphism (PCR-SSCP) telah dikembangkan untuk mendeteksi mutasi pada banyak kasus, baik pada manusia maupun hewan. Deteksi menggunakan PCR-SSP dapat melihat perubahan satu sekuens basa nukleotida melalui migrasi pita DNA pada elektroforesis dengan gel poliakrilamid [10].

PCR-SSCP selain dapat sensitif mendeteksi adanya mutasi pada DNA, juga tidak menggunakan unsur radioaktif dan mudah untuk diaplikasikan [11]. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan metode PCR-SSCP sebagai uji konfirmasi (*conformatory test*) dari data pemeriksaan darah yang telah dilaksanakan.

METODE PENELITIAN

Pengambilan Sampel

Sampel darah diperoleh dari 96 peserta skrining pembawa sifat thalassemia yang diselenggarakan oleh Yayasan Thalassemia Indonesia/Perhimpunan Orangtua Penyandang Thalassemia Indonesia (YTI/POPTI) cabang Yogyakarta bekerja sama dengan laboratorium klinik Prodia dan Fakultas Biologi UGM. Sampel darah disimpan dalam tabung *vacutainer EDTA* 3 ml dan dimasukkan dalam *freezer* -20°C.

Isolasi DNA

Isolasi DNA dilakukan berdasarkan instruksi kit isolasi *GeneAid Genomic DNA Mini Kit for Frozen Blood Protocol* dengan modifikasi, yang meliputi tahap lisis sel, pengikatan DNA pada kolom *silica gel*, pencucian, dan elusi DNA. Hasil isolasi DNA diuji kualitatif dengan elektroforesis gel agarosa 0,8 % dalam TBE 1× 100 Volt selama 30 menit. Hasil elektroforesis direndam dalam *ethidium bromide* 30 menit dan dilihat dengan *UV transiluminator*.

Amplifikasi Ekson 2 Gen β -Globin

Amplifikasi daerah ekson 2 gen β -globin dilakukan pada mesin *thermocycler (Eppendorf Mastercycler Personal)* dengan menggunakan PCR kit *KAPA 2GTM Fast Ready Mix*. Pasangan primer yang digunakan adalah 5' TAGGCACTGACTCTCTGCCTATT 3' dan 5' CCTTCCTATGACATGAACTTAACATT 3' (Gupta&Argawal, 2003).

Amplifikasi ekson 2 gen β -globin dilakukan dengan campuran 12,5 μ l PCR *master mix*, 3 μ l DNA *template*, 1,25 μ l *forward primer*, 1,25 μ l *reverse primer* dan 7 μ l ddH₂O steril. Campuran diinkubasi dalam mesin *thermocycler* dengan kondisi suhu *pre-denaturation* 95°C selama 3 menit, 35 siklus (*denaturation* 95°C selama 15 detik, *annealing* 53°C selama 30 detik, *elongation* 72°C selama 45 detik), *post-elongation* 72°C selama 5 menit dan *colling* 4°C selama 5 menit.

Hasil amplifikasi ekson 2 gen β -globin diuji kualitatif dengan elektroforesis gel agarosa 1% dalam TBE 1× 50 Volt 45 menit. Hasil elektroforesis direndam dalam *ethidium bromide* 30 menit dan dilihat dengan *UV transiluminator*.

PCR-SSCP

PCR-SSCP dilakukan berdasarkan metode Fitriani (2009) dengan modifikasi. Sebanyak 10 μ l produk PCR ditambah dengan 15 μ l *loading buffer* (campuran *bromo phenol blue*, *formamide*, EDTA, gliserol) diinkubasi dalam *waterbath* 95°C selama 10 menit, kemudian secepatnya dimasukkan dalam *freezer* -20°C selama 10 menit. Sebanyak 25 μ l campuran produk PCR dan *loading buffer* dimasukkan dalam sumuran gel poliakrilamid (*acrylamide:bis-acrylamide* 29:1). Elektroforesis dilakukan pada 100 Volt, 50 mA selama 100 menit dalam TBE 0,5x. Visualisasi hasil PCR-SSCP dilakukan dengan pewarnaan *ethidium bromide* yang diamati dengan *UV transiluminator*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel darah yang diperoleh dari 96 peserta skrining thalassemia dilakukan serangkaian tes hematologis yang mencakup uji darah lengkap, pemeriksaan *mean corpuscular*, analisis hemoglobin dan pemeriksaan gambaran darah tepi. Uji darah lengkap memeriksa beberapa parameter hematologis di dalam tubuh, yaitu jumlah hemoglobin, eritrosit, leukosit, trombosit, dan hematokrit. Pemeriksaan *mean corpuscular* meliputi tiga parameter yaitu volume rata-rata sel darah merah (*mean corpuscular volume/MCV*), kadar rata-rata hemoglobin pada setiap sel darah merah (*mean corpuscular haemoglobin/MCH*) dan rata-rata konsentrasi hemoglobin dalam tiap sel darah merah (*mean corpuscular haemoglobin concentration/MCHC*). Analisis hemoglobin memberikan informasi terkait jumlah HbA₂ dan HbF dalam eritrosit, sedangkan pemeriksaan darah tepi akan memberikan gambaran terkait bentuk dan ukuran dari sel darah yang diperiksa.

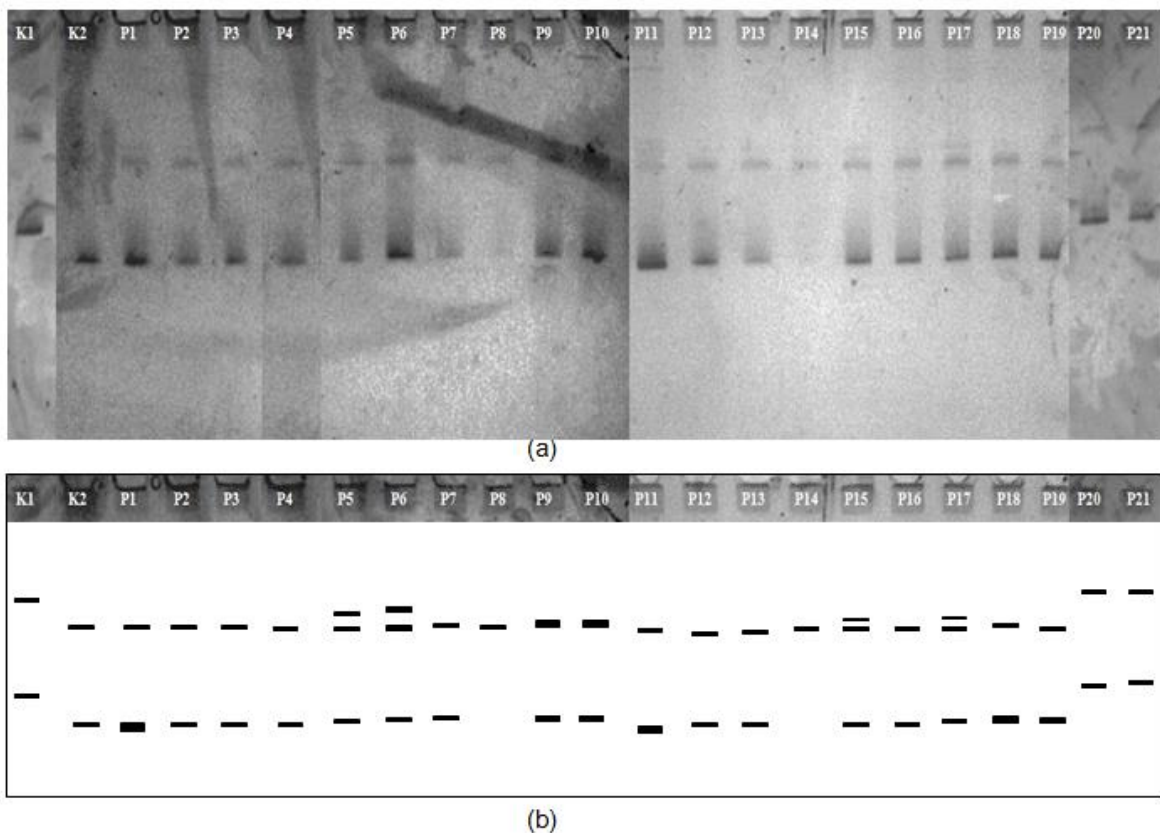
Data pemeriksaan hematologis yang didapat dari 96 peserta skrining thalassemia tersebut selanjutnya dilakukan pengamatan dari beberapa parameter yang menunjukkan adanya kecenderungan ke arah pembawa sifat thalassemia. Parameter pertama yang diamati adalah kadar hemoglobin dan eritrosit di dalam tubuh. Thalassemia merupakan kelainan yang disebabkan tidak terbentuknya rantai globin dalam jumlah normal, sehingga kadar hemoglobin yang rendah dapat menjadi satu gejala seseorang merupakan pembawa sifat thalassemia. Namun dijumpai seseorang yang merupakan pembawa sifat thalassemia tetapi memiliki jumlah hemoglobin normal. Keadaan ini dapat terjadi karena tubuh mensintesis eritrosit dalam jumlah yang lebih banyak daripada normal.

Parameter *mean corpuscular* memberikan informasi terkait kondisi eritrosit setiap peserta skrining. Pengukuran MCV menunjukkan rata-rata ukuran eritrosit seseorang. Nilai MCV normal untuk manusia dewasa adalah 80-100 fL, sedangkan untuk anak-anak adalah 69-93 fL. Apabila rata-rata volume eritrosit seseorang lebih rendah daripada nilai rujukan maka disebut mikrosit, sedangkan apabila lebih tinggi disebut makrosit. Adanya gejala mikrosit merupakan salah satu tanda bahwa seseorang tersebut merupakan pembawa sifat thalassemia. MCH menunjukkan rata-rata kandungan hemoglobin dalam setiap sel darah merah seseorang. Nilai MCH normal bagi orang dewasa adalah 26 – 34 pg, sedangkan untuk anak-anak berkisar antara 23 – 31 pg. Nilai MCH yang lebih rendah dibandingkan normal ditunjukkan dengan warna yang lebih pudar juga dilihat di bawah mikroskop. Gejala ini disebut hipokromik yang juga merupakan pertanda pembawa sifat thalassemia. Parameter ke tiga yang diamati adalah MCHC yang menunjukkan konsentrasi hemoglobin dalam tiap sel darah merah. Nilai MCHC normal baik untuk dewasa maupun anak-anak yaitu berkisar antara 32 hingga 36 g/dL.

Dalam pemeriksaan hematologis, dilakukan pula pengamatan untuk menganalisis jenis hemoglobin dalam darah dengan metode *high performance liquid chromatography* (HPLC). Analisis Hb dengan menggunakan HPLC ini memberikan informasi terkait komposisi HbA₂ dan HbF dari setiap individu. HbA₂ merupakan jenis hemoglobin yang tersusun atas rantai $\alpha_2\delta_2$ sedangkan HbF adalah jenis hemoglobin yang tersusun atas rantai $\alpha_2\gamma_2$. Pada individu pembawa sifat thalassemia beta, terjadi reduksi sintesis rantai β -globin, sehingga jenis HbA dalam tubuh berkurang. Kondisi ini direspon oleh tubuh dengan membentuk rantai δ -globin sehingga jumlah HbA₂ di dalam tubuh meningkat (lebih dari 3,6%). Peningkatan pada HbF di atas 1 % juga merupakan salah satu gejala yang terjadi pada individu pembawa sifat thalassemia beta.

Pengamatan hasil tes hematologis menunjukkan bahwa terdapat 21 dari 96 sampel yang mengindikasikan pembawa sifat thalassemia. Sebagai kelanjutan pemeriksaan hemotologis direkomendasikan dilakukannya uji DNA. Metode PCR-SSCP digunakan sebagai *confirmatory test* terhadap hasil tes hematologis yang telah dilakukan. PCR-SSCP digunakan untuk deteksi molekuler pembawa sifat thalassemia karena mampu mendeteksi perbedaan satu basa nukleotida pada untai tunggal DNA pada elektroforesis gel poliakrilamid [12].

Prinsip kerja PCR-SSCP dimulai dengan proses denaturasi untai ganda DNA menjadi untai tunggal DNA. Amplikon DNA yang telah dicampur dengan *loading buffer* dimasukkan dalam *waterbath* 95°C selama 10 menit dan sesegera mungkin dimasukkan dalam es. Langkah ini bertujuan agar untai DNA yang telah terdenaturasi tidak kembali membentuk struktur *double helix*. Hasil PCR-SSCP pada ekson 2 gen β -globin ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 (a) Hasil PCR-SSCP region II gen β -globin. Keterangan: K1: Kontrol 1, K2: Kontrol 2, P1-P21: Individu terduga pembawa sifat β -thalassemia, (b) Representasi pita tunggal DNA hasil PCR-SSCP region II gen β -globin. Keterangan: K1: Kontrol 1, K2: Kontrol 2, P1-P21: Individu terduga pembawa sifat β -thalassemia.

Gambar 1 menunjukkan empat dari 21 individu yang terindikasi pembawa sifat β -thalassemia mempunyai tiga pita DNA. Keempat individu tersebut adalah P5, P6, P17 dan P18, sedangkan 17 individu lain menunjukkan hanya ada dua pita DNA. Adanya tiga pita DNA pada hasil elektroforesis menunjukkan alel yang heterozigot. Adanya pasangan alel yang berbeda menyebabkan lebih dari dua macam konformasi yang terbentuk dalam gel poliakrilamid. Konformasi yang berbeda dari untai tunggal DNA yang terbentuk pada gel

poliakrilamid akan mengakibatkan perbedaan laju migrasinya, sehingga akan membentuk lebih dari dua pita DNA.

Dalam penelitian ini diketahui bahwa individu P5, P6, P17 dan P17 mengalami mutasi pada ekson 2 gen β -globin, sedangkan 17 individu *suspect* lain tidak terdeteksi mengalami mutasi pada daerah ekson 2. Individu yang menunjukkan hasil negatif pada *confirmatory test* pada ekson 2 ini dapat mengalami mutasi pada bagian gen yang lain karena mutasi gen β -globin penyebab β -thalassemia diketahui lebih dari 60 macam [5].

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Terdapat empat dari 21 individu terduga pembawa sifat β -thalassemia dengan mutasi pada ekson 2 dan daerah pengapitnya.

Saran

Perlu dilakukannya metode PCR-SSCP pada daerah gen β -globin yang lain untuk menentukan letak mutasi pada sampel dengan hasil deteksi negatif. Metode *direct DNA sequencing* diperlukan untuk menentukan jenis mutasi pada individu pembawa sifat thalassemia yang telah diketahui letak mutasinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilaksanakan dengan sebagian dana Hibah Penelitian UPR-BOPTN-UGM 2013 no. LPPM-UGM/1168/LIT/2013 atas nama Niken Satuti Nur Handayani.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hoffbrand, A.V., Pettit, J.E., Moss, P.A.H. 2006. *Essential Haematology Fifth Edition*. Massachusetts: Blackwell Science, Inc.
- [2] Galanello, R. & Origa, R. 2010. Beta Thalassemia. *Orphanet Journal of Rare Diseases*. 5 (1): 1-15.
- [3] Cao, Antonio & Moi, Paolo. 2002. *Regulation of the Globin Gene*. International Pediatric Research Foundation, Inc. USA.
- [4] Sofro, A.S.M, Clegg, J.B., F, Lanni, Sianipar, O., Himawan, & Liliani, R.V. 1996. Application of ARMS promoters for ther molecular characterization of β -thalassemia carrier in Palembang, South Sumatra. *Indonesian Journal of Biotechnology*. Vol 12: 59-65.
- [5] Cao, Antonio & Galanello, Renzo. 2010. Beta-thalassemia. *GeneTest Review*. Genetics in Medicine 12:2.
- [6] Ansari, SH., Shamsi, TS. 2010. *Thalassemia Prevention Programme*. Karachi: National Institute of Blood Disease and Bone Marrow Transplantation.
- [7] Zlotogora, J., Carmi, R., Lev, B., Shalev, Stavit A. 2009. A Targeted Poopulation Carier Screening Program for Severe and Frequent Genetic Diseases in Israel. *European Journal of Human Genetics*. 17: 591 – 597.
- [8] Wintrobe, Maxwell M. 2009. *Clinical Hematology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- [9] Calzolari, Roberta, McMorrow, Tara, Yannoutsos, Nikos, Langeveld, An, Grosveld, Frank. 1999. Deletion of a Region that is a Candidate for the Difference between the Deletion Forms of Hereditary Persistence of Fetal Hemoglobin and $\delta\beta$ -thalassemia Affets β - bbut not γ -Globin Gene Expression. *European Molecular Biology Organization*. 18: 4 pp 949 – 958.

- [10] Gruszczynska J, Brokowska K, Charon KM, & Swiderek WP. 2005. Restriction Fragment Length Polymorphism of Exon 2 Ovar-DRB1 Gene in Polish Heath Sheep and Polish Low-land Sheep. *J Appl Genet* 46:311-314.
- [11] Kakavas, V, Konstantinos,, Plageras, P., Vlachos, Antonios, Papaioannou, A. 2008. PCR-SSCP: A Method for the Molecular Analysis of Genetics Disease. *Mol Biotechnol* (2008) 38:155–163
- [12] Hayashi, K. 1991. PCR-SSCP: a simple and sensitive method for detection of mutations in the genomic DNA. *Genome Res* 1991 1: 34-38.

STRUKTUR HISTOLOGI PANKREAS MENCIT DIABETES YANG DIINDUKSI ALOKSAN DAN PEMBERIAN EKSTRAK DAUN SAMBILOTO (ANDROGRAPHIS PANICULATA [BURM. f.] WALL. ex NEES) DENGAN PELARUT AIR: PEMULIHAN (PERBAIKAN) PULAU LANGERHANS PANKREAS

HISTOLOGY STRUCTURE OF THE PANCREAS INDUCED-ALLOXAN DIABETIC MICE AND GIVING ANDROGRAPHIS LEAF WATER-EXTRACT (ANDROGRAPHIS PANICULATA [BURM. f.] WALL ex. NEES) : RECOVERY (IMPROVEMENTS) PANCREATIC LANGERHANS ISLETS

Rr.Sri Astuti¹, Syamsul Bahri², Choirul Muslim²

¹) Jurusan Biologi FMIPA Universitas Bengkulu; titoendjoe@gmail.com
Jalan WR Supratman Kandang Limun Gedung FMIPA UNIB

²) Jurusan Biologi FMIPA Universitas Bengkulu

ABSTRACT

Histological study of pancreatic structure has been carried out against alloxan-induced diabetic mice to see a change (improvement) islets of Langerhans after a given water-extract of andrographis leaf from July to October 2013 in the Laboratory of Animal Physiology FMIPA UNIB. The pancreas is taken from alloxan-induced diabetic mice 130 mg/ kg-W and were given bitter leaf water-extract 1 g/ kg-W. Making microscopic preparation procedures according to Kiernan (1990), with Hematoxilin-eosin staining. From the observations obtained damage to the pancreatic β cells demonstrated diabetic mice with cells wrinkle, shrink and form intercellular space. Extract of bitter result in partial improved pancreatic β cells is shown with rounded cells without intercellular spaces.

Key words: Mouse pancreas histology, Alloxan, Islets of Langerhans, Andrographis paniculata extract.

ABSTRAK

Kajian struktur histologi pankreas telah dilakukan terhadap mencit diabet yang diinduksi aloksan untuk melihat perubahan (perbaikan) pulau Langerhans setelah diberi ekstrak daun sambiloto dengan pelarut air pada bulan Juli sampai Oktober 2013 di Laboratorium Fisiologi Hewan FMIPA UNIB. Pankreas diambil dari mencit diabet yang diinduksi aloksan 130 mg/kg-BB dan yang diberi ekstrak daun sambiloto 1 g/kg-BB. Pembuatan sediaan mikroskopis menurut prosedur Kiernan (1990), dengan pewarnaan Hematoxilin-Eosin. Dari hasil pengamatan tampak terjadi kerusakan pada sel β pankreas mencit diabet ditunjukkan dengan pulau Langerhans mengkerut, mengecil dan terbentuk ruang antarsel. Pemberian ekstrak daun sambiloto menghasilkan perbaikan sebagian sel β pankreas ditunjukkan dengan pulau membulat dan tanpa ruang antarsel.

Kata kunci: histologi pankreas mencit, aloksan, pulau Langerhans, ekstrak sambiloto

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pankreas merupakan organ kelenjar di rongga abdomen, yang menghasilkan kelenjar eksokrin dan endokrin [1]. Sebagai kelenjar endokrin pankreas menghasilkan hormon insulin dan glukagon yang mengendalikan kadar gula darah. Jaringan kelenjar endokrin yang menyusun pankreas tersusun atas kumpulan sel-sel yang disebut pulau Langerhans. Minimal ada empat tipe sel endokrin yang menyusun pulau Langerhans mencit: sel α , sel β , sel δ dan sel F/PP. Sel alfa (α , 15-20%) menghasilkan hormon glukagon, yang menaikkan kadar gula

darah. Sel beta (β , 65-80 %) menghasilkan hormon insulin, yang menurunkan kadar gula darah. Sel delta (δ , 3-10%) menghasilkan somastatin. Dan sel F/ PP (3-5 %) menghasilkan polypeptida pankreatik [2, 3, 4].

Kerusakan sel β pankreas dapat terjadi karena adanya faktor genetik, infeksi oleh kuman, faktor nutrisi, zat diabetogenik, dan adanya radikal bebas. Aloksan merupakan salah satu zat diabetogenik yang memberikan dampak pada kerusakan sel β pankreas. Kerusakan sel β pankreas disebabkan penyerapan ion-ion kalsium pada membran sel oleh radikal bebas dari aloksan sehingga mitokondria mengalami kerusakan dan sel kehilangan homeostasis. Reaksi aloksan dalam sel akan menghasilkan *reactive oxygen specific* (ROS) yang merupakan radikal bebas yang dapat merusak komponen biologis pada sel sehingga sel mengalami lisis dan kerusakan [5].

Kerusakan sel β pankreas dapat dilihat dengan adanya perubahan-perubahan anatomi yang terjadi pada pankreas: pulau Langerhans mengalami pengecilan akibat degenerasi sel atau jaringan, atrofi pada bagian endokrin pankreas, dan atrofi serta peradangan pada sel-sel di sekitar pulau Langerhans yang mengalami degenerasi. Selain itu dapat dilihat dengan berkurangnya sekresi insulin dari sel β pankreas, lepasnya pertautan antarsel, hilangnya struktur mitokondria dan hilangnya cairan pada sel sehingga sel akan mengerut [6].

Kerusakan pankreas akan berdampak pada menurunnya sekresi insulin. Penurunan sekresi insulin dalam tubuh akan berdampak peningkatan kadar gula dalam darah. Kadar gula dalam darah yang melebihi batas maksimum akan menimbulkan penyakit yang disebut diabetes mellitus [7].

Sambiloto (*Andrographis paniculata* [Burm. f.] Wall. ex Nees) merupakan salah satu tanaman yang digunakan mengobati diabetes. Sambiloto mengandung *andrographolide*, *andrographine*, *paniculide*, flavonoid dan ion kalsium. Kandungan flavonoid berperan sebagai antioksidan sehingga mampu mengadakan proses penyembuhan terhadap kerusakan pankreas. Selain itu juga sambiloto mengandung kalsium yang berperan menggantikan ion kalsium yang diambil oleh aloksan, sehingga sel tidak mengalami kematian [8].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli sampai dengan bulan September 2013 di Laboratorium Fisiologi Hewan Basic Science, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Bengkulu.

Persiapan Jaringan Pankreas Mencit

Pankreas mencit diambil dari mencit diabet (induksi aloksan 130 mg/kg BB) dan yang telah diberi ekstrak sambiloto (1 g/kg BB).

Pembuatan Sediaan Mikroskopis Pankreas [9]

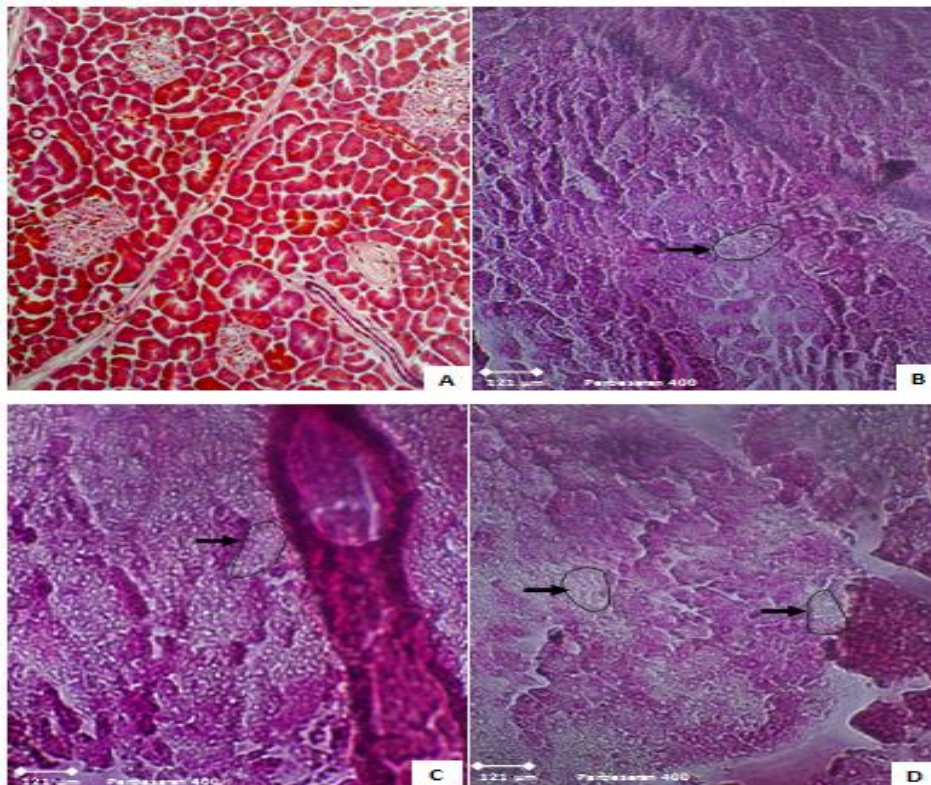
Pembuatan sediaan pankreas berdasarkan Kiernan [9]. Langkah kerjanya meliputi fiksasi dengan larutan Bouin, dehidrasi dengan seri etanol, penjernihan metode xilol dan etanol, embedding dalam parafin dan penyayatan menggunakan mikrotom dengan ketebalan 4 μ m. Sayatan diwarnai dengan Hematoxylin dan Eosin. Kemudian mounting menggunakan entellan.

Analisis data

Data pengamatan dilakukan dengan deskriptif kualitatif terhadap hasil sediaan mikroskopis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian dapat dilihat perbedaan anatomi antara pulau Langerhans pankreas normal, diabet, dan yang diberi ekstrak. Pulau Langerhans yang normal memiliki ciri pulau bulat, besar, sel-sel penyusunnya rapat dengan warna merah. Pulau Langerhans yang rusak memiliki ciri pulau Langerhans mengkerut, mengecil, di dalamnya terdapat ruang antarsel dan memiliki warna merah yang lebih terang. Pankreas yang diberi ekstrak sambiloto mengalami perbaikan. Terlihat pada pulau Langerhans mengalami perubahan kembali memiliki susunan sel lebih kompak dan padat, dan tidak ada ruang antarsel. Sebagian lainnya tetap mengalami kerusakan dengan tanda pulau Langerhans yang masih mengkerut dan terdapat ruang antarsel. Untuk lebih jelasnya disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Histologi pankreas A. Atlas histologi pankreas [10] B. Pankreas normal (400x) C. Pankreas diabet setelah pemberian aloksan 130mg/kgBB (400x). D. Pankreas setelah pemberian ekstrak daun sambiloto 1g/kgBB (400x). tanda →(panah): pulau Langerhans

Pada Gambar 1B dapat dilihat sel penyusun pulau Langerhans tampak kompak dan padat. Pulau Langerhans terlihat dengan sel-sel utuh. Pada Gambar 1C terlihat pulau Langerhans mengalami kerusakan. Menurut Yuriska [5] kerusakan pulau Langerhans ini terjadi karena pemberian aloksan yang berdampak pada terjadinya lisis ataupun krenasi pada sel-sel β pankreas. Kerusakan sel β pankreas tersebut diakibatkan oleh radikal bebas yang dihasilkan dari induksi aloksan. Radikal bebas yang dihasilkan oleh aloksan berupa *Reactive*

Oxygen Specific (ROS). ROS dibentuk melalui proses autooksidasi membentuk asam dialurik menjadi aloksan kembali. Aloksan dan hasil reduksinya (asam dialurik) mengalami siklus redoks dengan membentuk superoksida (O_2^-). Superoksida ini dapat mengawali pembentukan spesies oksigen reaktif lain seperti hidrogen peroksida (H_2O_2) dan radikal bebas hidroksil (OH^\cdot) melalui reaksi fenton. Reaksi fenton merupakan reaksi antara logam (Fe^{2+} dan Cu^{2+}) dengan H_2O_2 dan menghasilkan $FeOH$ dan OH^\cdot yang dikenal sebagai *hydroxyl radical*.

ROS yang paling berbahaya bagi organ adalah radikal bebas hidroksil (OH^\cdot) karena ini yang paling reaktif menyerang molekul biologis, seperti pengeluaran ion kalsium dari mitokondria yang mengakibatkan proses oksidasi terganggu. Keluarnya ion kalsium dari mitokondria ini mengakibatkan gangguan homeostasis pada sel dan mengakibatkan terjadinya lisis atau bahkan krenasi pada sel, sehingga sel mengalami kematian [11].

ROS menyebabkan kerusakan sel β pankreas melalui proses peroksidasi lipid. Radikal bebas berupa *hydroxyl radical* (OH^\cdot) akan menyerang rantai lipid dan mengambil elektron lipid pada fosfolipid dan membentuk *Peroxyl radical* yang mengakibatkan kerusakan pada membran sel. Rusaknya membran sel akan mengakibatkan terjadinya pengeluaran cairan sitoplasma sel, dan sel akan mengalami krenasi [11].

Pada Gambar 1D dapat dilihat pulau Langerhas yang mengalami perbaikan. Hal ini akibat pemberian ekstrak daun sambiloto. Menurut Damayanthi [12] sambiloto memiliki kandungan flavonoid yang berkhasiat sebagai antioksidan dan juga kalsium dalam perbaikan pulau Langerhans. Flavonoid yang berperan sebagai antioksidan berperan dalam menekan dan menghambat pembentukan radikal bebas terutama *Reactive Oxygen Spesies* (ROS) yang ditimbulkan dari induksi aloksan dan siklus metabolisme aloksan, sehingga sel β pankreas yang terpapar aloksan akan mengalami perbaikan. Selain flavonoid, sambiloto juga mengandung kalsium yang berperan dalam penyembuhan sel β pankreas yang terpapar aloksan. Kandungan kalsium pada sambiloto akan menggantikan ion kalsium yang diambil dari mitokondria sel-sel β pankreas oleh aloksan, sehingga sel-sel β pankreas tidak kehilangan homeostasis dan tidak mengalami lisis ataupun krenasi [8].

Dari proses penghambatan reaksi radikal bebas ini akan meningkatkan perbaikan dan peningkatan kinerja sel β pankreas. Perbaikan sel β akan berdampak pada peningkatan jumlah insulin oleh pulau Langerhans yang akan disekresikan ke dalam pembuluh darah, yang nantinya berfungsi pada penurunan glukosa dalam darah. Perbaikan jumlah sel β Langerhans dapat terjadi akibat kemampuan tubuh untuk meregenerasi sel β yang rusak. Regenerasi sel β yang rusak diawali dengan perbaikan sel-sel β dan pembelahan sel β yang baru (mitosis). Penurunan proporsi nekrosis sel β terjadi secara bertahap [13].

Pada Gambar 1D terlihat bahwa pulau Langerhans mengalami perbaikan sebagian. Hal ini dapat dikatakan, bahwa ekstrak daun sambiloto telah dapat memperbaiki pulau Langerhans terutama pada sel β pankreas, meski pun masih ada sebagian sel-sel β atau pulau Langerhans masih tetap mengalami kerusakan.

KESIMPULAN

Aloksan 130mg/kg-BB memberikan dampak kerusakan pada sel-sel β pankreas diabet yang ditandai dengan perubahan anatomi pulau Langerhans berupa pulau Langerhans yang mengkerut, mengecil, di dalamnya terdapat ruang antar sel dan memiliki warna lebih terang.

Ekstrak daun sambiloto 1g/kg-BB dengan pelarut air memberikan dampak perbaikan pada sel-sel pulau Langerhans, berupa sebagian pulau Langerhans yang rusak mengalami perbaikan, dengan ciri pulau Langerhans yang 'bulat', tidak ada ruang antarsel. Sebagian lainnya tetap mengalami kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Frandson, R. D. 1992. *Anatomi dan Fisiologi Ternak. Ed ke-4*. Gajah Mada University. Yogyakarta.
- [2] Kurt, E. J. 1994. *Histologi dan Biologi Sel*. Bina Aksara .Jakarta.
- [3] Elayat, A.A., M M el-Naggar, and M. Tahir. 1995. An immunocytochemical and morphometric study of the rat pancreatic islets. *J Anat.* 186 (Pt 3):629-637. PMID:PMC1167020.
- [4] Taylor, T. "Respiratory System." *InnerBody.com*. HowToMedia, Inc., Oct 2012. Web. 14 Nov 2013. < <http://www.innerbody.com/anatomy/respiratory>>.
- [5] Yuriska, A. F. 2009. Efek Alokasi Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar. *Laporan Akhir Penelitian Karya Tulis Ilmiah*. Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro. Semarang. http://eprints.undip.ac.id/7527/1/adhita_yuriska_f.pdf. Maret 2013.
- [6] Larrison, H. 1999. Insulin Resistant Subject Lack Islet Adaptation To Shortterm Dexamethasone-Induced Reduction in Insulin Sensitivity. *In Diabetologia springer-verlag*. Vol 42. Hal 936-943.
- [7] Ramaiah, S. 2006. *Diabetes, Cara Mengetahui Gejala Diabetes dan Mendeteksinya Sejak Dini*. PT Bhuana Ilmu Populer. Gramedia. Jakarta.
- [8] Hidayah, R. 2008. Pengaruh Lama Pemberian Ekstrak Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees.) terhadap Gula Darah dan Gambaran Histologi Pankreas Tikus (*Rattus norvegicus*) Diabetes. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang. Malang. www.lib.uin-malang.ac.id/files/thesis/fullchapter/03520066.pdf.; Februari 2013.
- [9] Kiernan, J. A. 1990. *Histopatologi and Histochemycal Methode Theory and Practice*. Pergamon Press. Pergamon.
- [10] Eroschenko, V.P. 2002. *Atlas histologi diflore: Dengan korelasi fungsional*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- [11] Kumalasari, N. D. 2005. Pengaruh Berbagai Dosis Filtrat Daun Putri Malu (*Mimosa pudica*) Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus (*Rattus norvegicus*). Skripsi Jurusan MIPA. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Malang. <http://digilib.umm.ac.id/files/disk1/108/jiptummpg-gdl-s1-2005-nenengdwik-5383-PENDA HUL-N.pdf>; Maret 2013.
- [12] Damayanthi, F.C. 2006. Pengaruh Ekstrak Daun Sambiloto Terhadap Perbaikan Kondisi Insulinitis Tikus Diabetes Tipe 1 (IDDM) melalui konfirmasi keberadaan interleukin-2. Skripsi. Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya. Malang. www.lib.uin-malang.ac.id/files/thesis/reference/07620001.pdf; Februari 2013.
- [13] Arjadi, F. dan Susatyo, P. 2010. Regenerasi Sel Pulau Langerhans Pada Tikus Putih (*Rattusnorvegicus*) Diabetes yang Diberi Rebusan Daging Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarp* (Scheff) Boerl.). *Jurnal kedokteran*. Vol. 2. No. 2.

KEANEKARAGAMAN JENIS AMFIBI (ORDO ANURA) PADA TIPE HABITAT BERBEDA DI KAWASAN TAMAN HUTAN RAYA RAJOLELO, BENGKULU

DIVERSITY OF AMPHIBIANS (ORDER ANURA) ON DIFFERENT TYPES OF HABITAT IN THE FOREST BOTANICAL GARDEN RAJOLELO, BENGKULU

Novia¹, Burnandes Ervino², Aceng Ruyani³

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Bengkulu Email : nduya@gmail.com, 081367510044

ABSTRAK

Keanekaragaman Jenis Amfibi (Ordo Anura) pada tipe habitat berbeda telah dilakukan penelitian di kawasan Taman Hutan Raya Rajolelo, Bengkulu. Penelitian ini dilakukan dari bulan Desember 2011 sampai Januari 2012 dengan metode Visual Encounter Surveys (VES) meliputi Metode Transek dan Constraint Search. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan jenis amfibi (ordo anura) pada tipe habitat berbeda. Dari hasil penelitian ditemukan 14 jenis anura yang terbagi ke dalam 4 famili dan 9 genus. Kelimpahan tertinggi didapat dari jenis *Rana nicobariensis* (27.60 %) sedangkan kelimpahan terendah jenis *Occidozyga lima* dan *Limnonectes bosschai* masing-masing sebesar 0.23 %. Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener tertinggi di habitat semak belukar (2.03) dan terendah di habitat bendungan (1.25). Jenis *Rana nicobariensis*, *Fejervarya limnocharis*, dan *Fejervarya cancrivora* merupakan jenis yang ditemukan pada semua habitat. Satu jenis endemik Bengkulu yaitu *Bufo claviger* atau Kodok Bengkulu.

Kata kunci : Amfibi, Indeks Keanekaragaman, Metode VES, Tahura Rajolelo

ABSTRACT

Research on Amphibian Species Diversity (Order Anura) in different habitat. Types Has been done in the area of Forest Park Rajolelo, Bengkulu. The study was conducted from December 2011 to January 2012 with the method of Visual Encounter Surveys (VES) method involves transects and Constraint Search. This study aims to determine the diversity and abundance of amphibians (order Anura) in different habitat types. From the results of the study found 14 species of Anura are divided into four families and nine genera. The highest abundance species of *Rana nicobariensis* (27.60 %) while the lowest species *Limnonectes bosschai* and *Occidozyga lima* each by 0.23%. Shannon-Wiener Diversity Index highest in shrub habitat (2.03) and lowest in habitat dam (1.25). Species *Rana nicobariensis*, *Fejervarya limnocharis*, and *Fejervarya cancrivora* is the kind found in all habitats. One endemic species is *Bufo claviger* or Bengkulu Frog .

Keywords: Amphibians, Biodiversity Index, VES method, Tahura Rajolelo

PENDAHULUAN

Taman Hutan Raya Rajolelo merupakan salah satu kawasan konservasi yang terdapat di Propinsi Bengkulu. Secara Geografis Tahura Rajolelo terletak pada 4° 35" LS – 4° 40' LS dan 101°15' BB – 101°20' BB dengan ketinggian ± 50 m dpl dengan luas ± 604 Ha [1]. Amfibi merupakan salah satu komponen penyusun ekosistem yang memiliki peran sangat penting, baik secara ekologis maupun ekonomis. Secara ekologis Amfibi berperan sebagai predator [2]. Selain itu Amfibi dapat dijadikan sebagai bio-indikator terhadap kualitas perairan seperti sungai [3]. Secara ekonomis, Amfibi dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein hewani, hewan percobaan, hewan peliharaan dan bahan obat-obatan [4]. Menurut [5] dan [2], beberapa jenis ordo Anura telah lama dikenal sebagai bahan makanan oleh masyarakat secara luas dan dapat mendatangkan keuntungan dari perdagangannya. Empat jenis yang

dapat dikonsumsi khususnya di Sumatera adalah *Fejervarya cancrivora*, *Limnonectes crybetus*, *Limnonectes paramacrodon* dan *Limnonectes shompenorum*.

Menurut Biodiversity Action Plan for Indonesia, 16% dari amfibi dan reptil di dunia terdapat di Indonesia dengan jumlah lebih dari 1100 jenis. Penelitian mengenai herpetofauna di Indonesia jauh tertinggal dari negara-negara tetangga. lain [6]. Menurut [3] Populasi Amfibi di alam semakin menurun, hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti

1. Terjadinya penangkapan yang berlebihan,
2. hilangnya hutan dan lahan basah tempat amfibi berlindung dan mencari makan
3. Kecacatan pada katak
4. Terjadinya pencemaran pada habitat
5. Datangnya penyakit
6. Species Introducer

Sebagian besar Anura merupakan hewan nokturnal, dapat ditemui hanya pada malam hari. Waktu yang paling mudah untuk menemukannya yaitu ketika katak mencari pasangannya untuk bereproduksi. Reproduksi lebih memungkinkan dilakukan setelah hujan, saat genangan air terbentuk dan sungai-sungai kering mulai mengalir. Setiap jenis katak membutuhkan lingkungan yang khusus pula sebagai tempat reproduksi [7].

Taman Hutan Raya Rajolelo merupakan hutan konservasi dengan beraneka ragam fauna dan flora di dalamnya. Salah satu faunanya adalah amfibi, maka dilakukanlah penelitian tentang keanekaragaman amfibi di kawasan Tahura berdasarkan berbagai tipe habitat dengan tujuan untuk melaporkan keanekaragaman dan kelimpahan jenis Amfibi (ordo Anura) pada setiap tipe habitat di kawasan Taman Hutan Raya Rajolelo, Bengkulu.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilakukan di kawasan Taman Hutan Raya Rajolelo Bengkulu dari bulan Desember 2011 sampai Januari 2012. Alat yang digunakan adalah: Meteran (50 m), headlamp, jaring lamit, kantong plastik, kaliper, neraca ohaus, killing botol, syring, kertas label, kamera digital, termometer, psikrometer, dan bahan Alkohol 70%, Formalin 8% serta, Kloroform

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Transek VES (Visual Encounter Surveys). Pengoleksian Anura dilakukan dengan cara membuat transek pada tujuh tipe habitat yang berbeda yaitu Sungai, Sawah, Rawa, Bendungan, Semak belukar, Kebun karet dan Kebun sawit. . Dibuat jalur transek garis lurus dengan ketentuan habitat akuatik yaitu sungai, rawa dan sawah sepanjang 250 meter, bendungan sepanjang 350 meter, habitat terestrial yaitu semak belukar, kebun karet, kebun sawit sepanjang 500 meter) kemudian jalur transek dibagi menjadi 10 subtransek.

Penangkapan dan pengoleksian dilakukan pada malam hari dimulai pukul 19.00 - 24.00 WIB dengan menyusuri garis transek yang telah dibuat, katak/ kodok yang tertangkap dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label Identifikasi dengan menggunakan accuan [2], [8]. Faktor lingkungan yang diukur adalah kelembaban udara dan suhu udara.

Analisa Data

Kepadatan relatif (KR) dan Frekuensi kehadiran relatif (FKR)

$$KR = \frac{\text{Jumlah individu ke } i}{\text{jumlah total individu}} \times 100\%$$

$$FKR = \frac{\text{Frekuensi jenis ke } i}{\text{Frekuensi total seluruh jenis}} \times 100\%$$

Indeks Dominansi

$$D = \sum (p_i)^2$$

Keterangan: D = Indeks Dominansi, $p_i = n_i/N$, N = Jumlah total individu
 n_i = Jumlah individu jenis ke-i

Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman Shannon-Winner [9].

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$

Keterangan: $p_i = n_i/N$, N = Jumlah total individu
 n_i = Jumlah individu jenis ke-i

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian Anura di kawasan Taman Hutan Raya Rajolelo, Bengkulu didapatkan sebanyak 442 individu yang terdiri atas 14 species 9 genus yang mewakili 4 famili (Tabel 1). Dari 14 species yang ditemukan kelimpahan yang tertinggi didominasi oleh *Rana nicobariensis* (27,60 %), kemudian diikuti berturut turut oleh *Microhyla heymonsi* (18,33 %) *Fejervarya cancrivora* (14,71 %) dan *Fejervarya limnocharis* (13,12 %) dan yang terendah adalah *Limnonectes bosschai* dan *Occidozyga lima* (0,22 %). Tingginya kelimpahan *Rana nicobariensis*, *Fejervarya cancrivora* dan *Fejervarya limnocharis* merupakan jenis yang selalu ditemukan disemua tipe habitat. Karena disetiap habitat tempat penangkapan umumnya terdapat genangan air dan kubangan, Menurut [7] dan [2], jenis kodok ini adalah bersifat semi akuatik dan semi arboreal dan jenis ini menyukai daerah air tergenang dan sungai yang berarus lambat., sedangkan jenis *Occidozyga lima* merupakan jenis kodok yang hidup penuh dalam air.

Tabel 1. Keragaman dan kelimpahan Anura yang tertangkap selama penelitian di Taman Hutan Raya Rajolelo, Bengkulu

No	Taxa	Jumlah individu	Kelimpahan jenis (%)
I	Ranidae		
	1. <i>Limnonectes bosschai</i>	1	0,22
	2. <i>Limnonectes crybetus</i>	13	2,94
	1. <i>Limnonectes shompenorum</i>	38	8,60
	2. <i>Fejervarya limnocharis</i>	58	13,12
	3. <i>Fejervarya cancrivora</i>	65	14,71
	4. <i>Occidozyga lima</i>	1	0,22
	5. <i>Rana nicobariensis</i>	122	27,60
	6. <i>Rana erythraea</i>	4	0,91
II	Bufo		
	1. <i>Bufo claviger</i>	30	6,79
	2. <i>Bufo biporcatus</i>	2	0,45
III	Rhacophoridae		
	1. <i>Polypedates leucomystax</i>	22	4,98
	2. <i>Rhacophorus pardalis</i>	2	0,45
	3. <i>Philautus cornutus</i>	3	0,68
IV	Microhylidae		
	1. <i>Microhyla heymonsi</i>	81	18,33

Dari Tabel 2 terlihat kepadatan relatif (KR) tertinggi berada pada habitat bendungan yaitu jenis *Rana nicobariensis* (51.51 %), kemudian diikuti berturut turut oleh *Fejervarya limnocharis* (38.63 %) di sawah dan *Rana nicobariensis* (31.7 %) di kebun karet, sedangkan terendah yaitu jenis *Occidozyga lima* (1.01 %) di semak belukar

Tabel 2. Kepadatan Relatif (KR) jenis Anura pada tipe habitat di kawasan Tahura Rajolelo, Bengkulu.

No	Species	Habitat						
		Rw (%)	Sb (%)	Bdg (%)	Sg (%)	Sw (%)	Ks (%)	Kk (%)
1	<i>Bufo biporcatus</i>	1,49	0	3,03	0	0	0	0
2	<i>Bufo claviger</i>	0	10,10	0	0	0	12	26,82
3	<i>Fejervarya cancrivora</i>	13,43	9,09	15,15	15,66	29,54	10,66	19,51
4	<i>Fejervarya limnocharis</i>	10,44	5,05	24,24	10,84	38,63	9,33	12,19
5	<i>Limnonectes bosschai</i>	1,49	0	0	0	0	0	0
6	<i>Limnonectes shompenorum</i>	14,92	10,10	6,06	13,25	0	6,67	0
7	<i>Limnonectes crybetus</i>	2,98	4,04	0	8,43	0	0	0
8	<i>Microhyla heymonsi</i>	23,88	23,23	0	26,5	0	26,66	0
9	<i>Occidozyga lima</i>	0	1,01	0	0	0	0	0
10	<i>Polypedates leucomystax</i>	1,49	13,13	0	0	18,18	0	0
11	<i>Rana nicobariensis</i>	29,85	22,22	51,51	25,3	13,63	30,67	31,7
12	<i>Rana erythraea</i>	0	0	0	0	0	0	9,76
13	<i>Rhacophorus pardalis</i>	0	2,02	0	0	0	0	0
14	<i>Philautus cornutus</i>	0	0	0	0	0	4	0

Keterangan : Sg = Sungai, Rw = Rawa, Bdg = Bendungan, Sw = Sawah, Sb = Semak belukar , Ks = Kebun sawit dan Kk = Kebun karet.

Dari Tabel 3, terlihat Frekuensi kehadiran relatif (FKR) tertinggi berada pada habitat bendungan yaitu jenis *Rana nicobariensis* (41.67 %), kemudian diikuti berturut-turut oleh *Fejervarya limnocharis* (37.5 %) dan *Fejervarya cancrivora* (31.25 %) di habitat sawah *Bufo claviger* (29.41 %) di kebun karet, sedangkan terendah yaitu jenis *Occidozyga lima* (2.44 %) di semak belukar

Dari 7 tipe habitat penangkapn kepadatan relatif tertinggi terdapat pada habitat bendungan yang didominasi oleh jenis *Rana nicobariensis* (51.51 %), begitu juga dengan Frekuensi kehadiran tertinggi terdapat di habitat bendungan dengan FKR (41,67%) (Tabel 2 dan 3). Jenis ini paling banyak ditemukan di bendungan karena dipinggir bendungan ini ditumbuhi rumput dan semak yang tersebar merata disepanjang bendungan ,umumnya individu menyebar di sepanjang tepian genangan air dan bersembunyi dibalik rumput dan serasah , frekuensi kehadirannya tinggi dibandingkan dengan jenis lainnya.

Dari Tabel 4, terlihat nilai indeks keanekaragaman tertinggi di habitat semak belukar = 2.03, kemudian diikuti secara berturut-turut di rawa = 1.79, kebun sawit = 1.74, sungai = 1.71, kebun karet = 1.52, sawah = 1.31 dan bendungan = 1.25. Nilai indeks dominansi tertinggi terdapat di habitat bendungan = 0.35, kemudian diikuti secara berturut-turut sawah = 0.29, kebun karet = 0.23, kebun sawit = 0.21, rawa = 0.19, sungai = 0.19 dan semak belukar = 0.15.

Tabel 3. Frekuensi Kehadiran Relatif (FKR) jenis Anura pada tipe habitat di kawasan Tahura Rajolelo Bengkulu

No	Species	Habitat						
		Rw (%)	Sb (%)	Bdg (%)	Sg (%)	Sw (%)	Ks (%)	Kk (%)
1	<i>Bufo biporcatus</i>	3,7	0	8,33	0	0	0	0
2	<i>Bufo claviger</i>	0	9,75	0	0	0	16,13	29,41
3	<i>Fejervarya cancrivora</i>	18,52	9,75	16,67	17,64	31,25	12,9	29,41
4	<i>Fejervarya limnocharis</i>	11,11	12,19	25	17,64	37,5	12,9	11,76
5	<i>Limnonectes bosschai</i>	3,7	0	0	0	0	0	0
6	<i>Limnonectes shompenorum</i>	18,52	14,63	8,33	17,64	0	16,13	0
7	<i>Limnonectes crybetus</i>	7,4	4,88	0	11,76	0	0	0
8	<i>Microhyla heymonsi</i>	11,11	12,19	0	17,64	0	16,13	0
9	<i>Occidozyga lima</i>	0	2,44	0	0	0	0	0
10	<i>Polypedates leucomystax</i>	3,7	12,19	0	0	12,5	0	0
11	<i>Rana nicobariensis</i>	22,22	17,07	41,67	17,64	18,75	22,58	17,65
12	<i>Rana erythraea</i>	0	0	0	0	0	0	11,76
13	<i>Rhacophorus pardalis</i>	0	4,88	0	0	0	0	0
14	<i>Philautus cornutus</i>	0	0	0	0	0	3,23	0

Keterangan : Sg = Sungai, Rw = Rawa, Bdg = Bendungan, Sw = Sawah,
Sb = Semak belukar , Ks= Kebun sawit dan Kk = Kebun karet.

Tabel 4. Daftar Nilai Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi pada tipe habitat berbeda

No.	Habitat	N	S	H ⁿ	D
1	Rawa	67	9	1.79	0.19
2	Semak belukar	99	20	2.03	0.15
3	Bendungan	33	5	1.25	0.35
4	Sungai	83	6	1,71	0.19
5	Sawah	44	4	1.31	0,29
6	Kebun sawit	75	7	1,74	0,21
7	Kebun karet	41	5	1,52	0,23

Dari Tabel 4 terlihat nilai indeks keanekaragaman berkisar antara 2.03 hingga 1.25. Tingginya nilai indeks keanekaragaman di habitat semak belukar (2.03) karena lokasi ini vegetasinya lebih beragam. Selain vegetasi, faktor lingkungan ikut mempengaruhi keberadaan jenis anura di daerah ini, dimana suhu (23⁰ C) dan kelembaban udara (92 %) sangat ideal untuk mendukung kehidupan Amfibi. Di samping itu, di daerah semak belukar tersebut ketersediaan makanan bisa dikatakan cukup banyak, karena banyak ditemukan jenis serangga seperti nyamuk, belalang, jangkrik dan sebagainya yang merupakan makanan Amfibi seperti yang dikemukakan Iskandar (1998),, sedangkan pada habitat bendungan Indeks keanekaragamannya (1.25) dengan vegetasinya sangat terbuka dan faktor lingkungan sedikit lebih tinggi sehingga diasumsikan kurang cocok untuk kehidupan Amfibi pada umumnya. Hal itu yang memungkinkan rendahnya nilai keanekaragaman di lokasi

tersebut. Dari nilai Indeks Dominansi dari ketujuh tipe habitat pengamatan ternyata hanya di tipe habitat bendungan nilai indeks Dominansinya relatif lebih tinggi (0,36) dibandingkan dengan habitat habitat lainnya yang mendekati nol. Ini menunjukkan ada kecenderungan dari jenis Anura yang terdapat di habitat bendungan menjadi jenis yang dominan.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada tipe habitat berbeda di kawasan Taman Hutan Raya Rajolelo, Bengkulu dapat disimpulkan:

1. Jenis Anura yang diperoleh sebanyak 442 individu terbagi ke dalam 14 spesies, 9 genera dan 4 famili dan 9 genera yaitu famili Bufonidae (*Bufo biporcatus* dan *Bufo claviger*), famili Ranidae (*Limnonectes shompenorum*, *Limnonectes bosschai*, *Rana nicobariensis*, *Rana erythraea*, *Fejervarya cancrivora*, *Fejervarya limnocharis*, *Occidozyga lima*, *Limnonectes crybetus*), famili Rhacophoridae (*Rhacophorus pardalis*, *Philautus cornutus*, *Polypedates leucomystax*), dan famili Microhylidae (*Microhyla heymonsii*).
2. Kelimpahan jenis tertinggi dari jenis *Rana nicobariensis* = 27.60 % sedangkan kelimpahan terendah jenis *Limnonectes bosschai* dan *Occidozyga lima* = 0.23 %
3. Indeks Keanekaragaman tertinggi di habitat semak belukar ($H' = 2.03$) dan terendah di habitat bendungan ($H' = 1.25$.)

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi dibantu oleh Prof. Dr. Djoko T. Iskandar, David Gusman, M.Si, Mr. Bryan Stuart, Mr. RafeBrown, dan Jim McGure terima kasih atas ilmu dan bantuannya dalam mengidentifikasi jenis Anura di Tahura Rajolelo Bengkulu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] UPTD Balai Tahura Rajolelo. 2010. *Kebijakan Pembangunan Kawasan Tahura Rajolelo Bengkulu*. Dinas Kehutanan Propinsi Bengkulu: Bengkulu.
- [2] Iskandar, D.T. 1998. *Amfibi Jawa dan Bali-Seri Panduan Lapangan*. Puslitbang LIPI :Bandung.
- [3] Kusrini, M.D. 2007. *Konservasi Amfibi Di Indonesia: Masalah Global Dan Tantangan*. Media Konservasi Vol. XII, No. 2 Agustus 2007 Hal 89 – 95 : Bogor.
- [4] Stebbins, R.C., dan Cohen N.W. 1997. *A Natural History Of Amphibians*. Princeton Univ.Pr : New Jersey.
- [5] Kusrini, M.D. 1999. *Ekologi Dan Konservasi Amphibian*. Laboratorium Analisis Lingkungan Jurusan Konservasi Sumber Daya Hutan Fakultas Kehutanan IPB :Bogor
- [6] Iskandar, D.T. dan W.R. Erdelen. 2006. *Conservation of Amphibians and Reptiles in Indonesia: Issues and Problems*. *Amphibian and Reptile Conservation*. 4(1):60 – 87(e16).
- [7] Kurniati H. , 2010. Keragaman dan kelimpahan jenis kodok serta hubungannya dengan vegetasi pada lahan basah “ ecology park “ kampus LIPI cibinong. *Jurnal Berita Biologi* 10 (3)- Desember 2010. Hal 283 – 296
- [8] Mistar. 2008. *Panduan Lapangan Amfibi & Reptil di Areal Mawas Propinsi Kalimantan* Foundation: Palangkaraya, Kalimantan Tengah.
- [9] Magguran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press: New Jersey.

AKTIVITAS ANTIFUNGAL MIKROBA ASAL TANAH GAMBUT DESA RIMBO PANJANG KAB. KAMPAR TERHADAP *Fusarium oxysporum* DAN *Rhizoctonia solani*

ANTIFUNGAL ACTIVITY OF MICROBIAL ISOLATED FROM PEAT SOIL RIMBO PANJANG KAMPAR RIAU AGAINST *Fusarium oxysporum* AND *Rhizoctonia solani*

Atria Martina, Rodesia Mustika Roza, Bernadeta Leni Fibriarti, Delita Zul, Dian Widyastuti, Putri Purnamasari Mansyar¹

Jurusan Biologi Fakultas Matematikadan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau, Pekanbaru
tria_mt05@yahoo.com. Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293

ABSTRACT

Microbial and their antifungal activities are potentially important for biological control of plant disease without detrimental effects to environmental. Two hundred and seventy-nine microbial isolates from Rimbo Panjang peat soil were screened for their antifungal activities against *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani*. Screening for antifungal activity was done by agar disc method. Diameters of the inhibition zones around the microbial isolates discs were measured as an indication of the antimicrobial activities.. The result showed 33 isolates have antifungal activity to one or both of the target fungi. Twenty-two isolates actinomycetes have antifungal activity against fungal target. Two isolates have activity against both of fungal pathogen. Among of the antifungal actinomycetes isolates, *Streptomyces* was dominant. Eleven isolates fungal have antifungal activity against the target fungi, eighth isolates of fungal have activity against both of fungal target. Among of this antifungal fungi isolates, genus *Trichoderma* was dominant. The isolate of bacteria did not showed antifungal activity againts fungal target.

Keywords: Antifungal activity, actinomycetes, fungi, bacteria, Fusarium oxysporum, Rhizoctonia solani

ABSTRAK

Mikroba yang memiliki aktivitas antifungi sangat potensial digunakan agen sebagai pengendalian biologi penyakit tumbuhan tanpa ada efek merugikan bagi lingkungan. Duaratus tujuh puluh sembilan isolat mikroba asal tanah gambut Rimbo Panjang diseleksi aktivitas antifunginya terhadap *Fusarium oxysporum* dan *Rhizoctonia solani*. Skrining aktivitas antifungi dilakukan dengan metoda agar disk. Pembentukan zona hambat disekitar isolat mikroba merupakan indikasi aktivitas mikroba. Hasil penelitian mendapatkan 33 isolat mikroba mempunyai aktivitas antifungi terhadap satu atau kedua jamur target. Dua puluh dua isolat aktinomisetes mempunyai aktivitas antifungi terhadap jamur target, dua isolat mempunyai aktivitas terhadap kedua jamur patogen. *Streptomyces* merupakan isolat yang dominan diantara aktinomisetes yang mempunyai aktivitas. Sebanyak 11 isolat jamur mempunyai aktivitas antifungal terhadap jamur target, 8 isolat mempunyai aktivitas terhadap kedua jamur target. Diantara isolat jamur, didominasi oleh *Trichoderma*. Ketiga isolat bakteri tidak menunjukkan aktivitas antifungi terhadap jamur target.

Katakunci: Aktivitas antifungi, aktinomisetes, jamur, bakteri, Fusarium oxysporum, Rhizoctonia solani

PENDAHULUAN

Jamur patogen pada tanaman merupakan masalah yang serius di dunia karena menimbulkan masalah terutama dalam bidang pertanian yang mengakibatkan penurunan

hasil pertanian. Dalam pertanian saat ini penanganan masalah jamur fitopatogen seringkali menggunakan fungisida sintetik yang bersifat toksik, namun penggunaan fungisida sintetik di lapangan menimbulkan efek yang tidak baik terhadap kesehatan manusia, hewan dan lingkungan. Selain itu fungisida telah pula menyebabkan timbulnya strain jamur patogen yang resisten dan membunuh organisme non target sehingga keseimbangan ekosistem dapat terganggu.

Pengendalian hayati menggunakan mikroba antagonis untuk meminimalisir penggunaan fungisida kimia dalam manajemen penyakit tumbuhan menjadi semakin penting. Penggunaan mikroba untuk mengendalikan penyakit tumbuhan lebih menguntungkan karena tidak memberikan efek samping bagi lingkungan dan resistensi mikroba. Agen antagonis yang banyak dikembangkan antara lain dari kelompok jamur, aktinomisetes dan bakteri. Alwathnani dan Perveen [1] mendapatkan bahwa *Aspergillus niger*, *Penicillium citrinum*, *Penicillium* sp. dan *Trichoderma harzianum* mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. Agary et al. [2] menyatakan bakteri dari genus *Bacillus* efektif menghambat pertumbuhan *Aspergillus niger*, *A. fumigatus*, *Fusarium moniliforme* dan *Rhizoctonia* sp., sedangkan *Pseudomonas fluorescens*, *Escherichia coli* dan *Saccharomyces* sp. mampu menghambat pertumbuhan *A. niger*, *A. flavus* dan *F. moniliforme*. Menurut Sharma dan Parihar [3] aktinomisetes tanah terutama *Streptomyces* mampu meningkatkan kesuburan tanah dan mempunyai aktivitas antagonis yang luas terhadap jamur patogen tumbuhan tular tanah. Prapagdee et al. [4] mendapatkan aktinomisetes yang diisolasi dari rizosfir mempunyai daya antagonis terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* dan *Sclerotium rolfsii*.

Fusarium oxysporum merupakan saprofit yang banyak terdapat di tanah dan bahan organik yang ditemukan hampir di seluruh dunia. Jamur ini menyebabkan penyakit layu, busuk akar dan rebah semai atau damping-off yang dapat menyerang tanaman antara lain pisang, cabai, wijen, tomat dan lain-lain [5]. *Rhizoctonia solani* merupakan salah satu jamur fitopatogen yang menyebabkan penyakit rebah semai pada tanaman. *R. solani* dapat menyerang beberapa tanaman diantaranya : cabe, kacang hijau [6], kentang [7].

Resistensi jamur patogen terhadap fungisida kimia dan pencemaran yang ditimbulkan semakin meningkat sehingga memerlukan eksplorasi terhadap mikroba-mikroba baru yang dapat dijadikan agen pengendali hayati. Laboratorium Mikrobiologi Biologi FMIPA UR telah berhasil mengisolasi mikroba asal tanah gambut Kab. Kampar, Riau yang mempunyai kemampuan ligninolitik dan selulolitik. Kemampuan antagonis mikroba lokal ini terhadap jamur patogen seperti *F. oxysporum* dan *R. solani* belum diketahui. Oleh karena itu perlu dilakukan uji antifunginya sebagai upaya mendapatkan agen pengendali hayati jamur pathogen lebih ramah lingkungan dan lebih murah.

METODE PENELITIAN

Mikroorganisme dan medium

Isolat mikroba berasal tanah gambut merupakan koleksi Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA UR. Isolat jamur diremajakan pada medium Potato Dextrosa Agar (PDA), isolat aktinomisetes pada medium Starch Casein Agar (SCA) (Sharma dan Parihar,[3]). Isolat bakteri diremajakan pada medium Nutrien Agar (NA). *F.oxysporum*. dan *R. solani* diremajakan di medium PDA pada suhu kamar.

Uji potensi aktivitas antifungi isolat mikroba terhadap jamur patogen

Pengujian aktivitas antifungi terhadap pertumbuhan jamur patogen dengan mengukur zona hambat yang terbentuk. Isolat jamur patogen target *F.oxysporum* dan *R. solani* dengan jumlah inokulum 10^6 cfu/ml diinokulasi sebanyak 1 ml ke cawan berisi medium PDA. Masing masing isolat diinokulasi terpisah. Isolat jamur antagonis ditumbuhkan secara terpisah pada medium PDA pada suhu kamar selama 4 hari. Isolat aktinomisetes ditumbuhkan pada cawan berisi medium SCA dan diinkubasi pada suhu kamar selama 5 hari. Isolat bakteri ditumbuhkan pada cawan berisi medium NA dan diinkubasi pada suhu kamar selama 24 Medium yang telah ditumbuhi isolat jamur, aktinomisetes dan bakteri antagonis dipotong dengan diameter 6 mm. Potongan agar dipindahkan secara aseptis ke tengah cawan yang telah diinokulasi jamur target. Kultur diinkubasi pada suhu kamar selama 3 hari. Aktivitas antifungi dilihat dengan pembentukan zona bening disekitar isolat uji. Zona bening diukur dengan mengurangkan diameter zona bening dengan diameter koloni.

HASIL DAN PEMBAHASAN

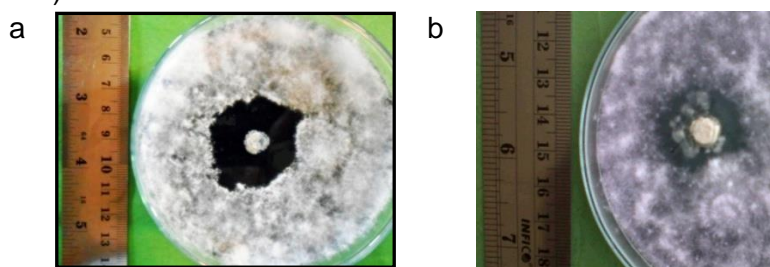
Aktifitas antifungi Aktinomisetes

Uji aktivitas antifungi dari 111 aktinomisetes dalam menghambat pertumbuhan terdapat 22 isolat yang memiliki aktivitas antifungi, 15 isolat yang memiliki aktivitas antifungi terhadap *F. oxysporum* dan 9 isolat mampu menghambat pertumbuhan *R. solani* namun hanya 2 isolat yang mampu menghambat kedua jamur patogen (Tabel 1). Isolat L4-A4 mempunyai aktivitas antifungi yang tinggi terhadap kedua jamur target. Oskay [8] menguji aktivitas antifungi 16 isolat aktinomisetes hasil isolasi dari tanah dan mendapatkan hanya 5 isolat yang mempunyai aktivitas terhadap kapang patogen tumbuhan dan kebanyakannya tidak aktif pada *F. oxysporum*. Aghighi *et al.* [9] mengisolasi 110 isolat aktinomisetes dari tanah, 14 isolat didapatkan mempunyai aktivitas antifungi terhadap *F. solani*, *Alternaria solani*, *A. alternate*, *Phytophthora megasperma*, *V dahlia* dan *Saccharomyces cerevisiae*.

Tabel 1. Aktivitas antifungi isolat aktinomisetes terhadap *Fusarium oxysporum* dan *Rhizoctonia solani*, waktu inkubasi 3 hari pada suhu ruang.

No	Nama /kode isolat	Diameter zona hambat (mm)	
		<i>F. oxysporum</i>	<i>R. solani</i>
1	Nocardioform (L4-A4)	30	26,5
2	<i>Streptomyces</i> sp. RB2S35)	23	19,8
3	<i>Streptomyces</i> (L4-A7)	19	-
4	<i>Rhodococcus</i> (RB3S44)	19	-
5	<i>Streptomyces</i> (L2-A5)	19	-
6	<i>Rhodococcus</i> (RB3S59)	16	-
7	RB1S4	15	-
8	<i>Streptomyces</i> (RB1S6)	15	-
9	<i>Streptomyces</i> (RB1S7)	14	-
10	RB3S50	18	-
11	<i>Streptomyces</i> (RB3S51)	17	-
12	<i>Micromonospora</i> (RB4S67)	17	-
13	<i>Rhodococcus</i> (RB5S80)	17	-
14	<i>Streptomyces</i> (RB3S47)	17	-
15	<i>Streptomyces</i> (RB5S84)	14,3	-
16	Nocardioform (L3-A5)	-	29,7
17	<i>Streptomyces</i> sp. (L3-A3)	-	23,2
18	<i>Streptomyces</i> sp. (RB4S65)	-	23,5
19	L2-A9	-	20,5
20	RB4S71	-	21,7
21	<i>Streptomyces</i> sp. (RB3S61)	-	18,4
22	<i>Streptomyces</i> sp. (L5-A3)	-	14,7

Hasil uji daya hambat aktinomisetes terhadap *F. oxysporum*, aktivitas antifungi tertinggi terdapat pada isolat L4-A4 dengan zona bening 30 mm. Sedangkan aktivitas antifungi isolat yang terbesar terhadap *R. solani* adalah isolat (L3-A5) dengan zona hambat 2,97 mm (Gambar 1).



Gambar 1. Aktivitas antifungi isolat aktinomisetes terhadap jamur patogen waktu inkubasi 3 hari pada medium PDA. a. isolat *Nocardioform* (L4-A4) terhadap *Fusarium oxysporum*. b. Isolat RB4S65 terhadap *R. solani*

Aktivitas antifungi yang terbesar pada penelitian ini terhadap *F. oxysporum* lebih tinggi daripada diperoleh Roza *et al.* [10] yang berasal dari tanah gambut Siak (isolat L5P1E) dengan zona hambat 20,8 mm. Hasil pada penelitian ini juga lebih tinggi dari yang diperoleh Kumar [11] menggunakan metode agar disk dengan zona hambat 21,33 mm. Diameter zona hambat terhadap *R. solani* yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Herlinda [12] yang menguji daya hambat aktinomisetes asal tanah gambut Desa Langkai Siak, yaitu diameter zona hambat tertinggi yang dihasilkannya sebesar 6 mm dengan menggunakan metode yang sama. Kumar *et al.* [13] mendapat aktivitas antifungi tertinggi pada *R. solani* sebesar 24,3 mm.

Perbedaan aktivitas antifungi yang dihasilkan oleh isolat aktinomisetes dapat disebabkan oleh konsentrasi senyawa bioaktif dan jenis senyawa yang dihasilkan karena masing-masing isolat merupakan jenis dan strain yang berbeda. Aktivitas antifungi yang merupakan indikasi adanya mekanisme antibiosis, dimana aktinomisetes menghasilkan senyawa antifungi yang berpenetrasi ke dalam sel sehingga menghambat aktivitas jamur patogen [14]. Parasitisme, degradasi spora, sekresi enzim degradatif seperti kitinase dan glukonase, penghambatan miselium dan penghambatan mikrosklerotia merupakan beberapa aktivitas antifungi yang dimiliki oleh aktinomisetes [9,15].

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa *Streptomyces* merupakan genus aktinomisetes yang paling banyak menghasilkan aktivitas antifungi yaitu 54%, hal yang sama diperoleh Aghighi *et al.* [9] mendapatkan 13 isolat dari 14 isolat yang memiliki aktivitas antifungi berasal dari genus *Streptomyces*. Prapagdee *et al.* [4] menyatakan beberapa senyawa antifungi yang dihasilkan oleh *Streptomyces* meliputi enzim kitinase, β -1,3-glukanase, nistatin, natamycin telah dilaporkan mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen pada tanaman.

Aktivitas antifungi jamur

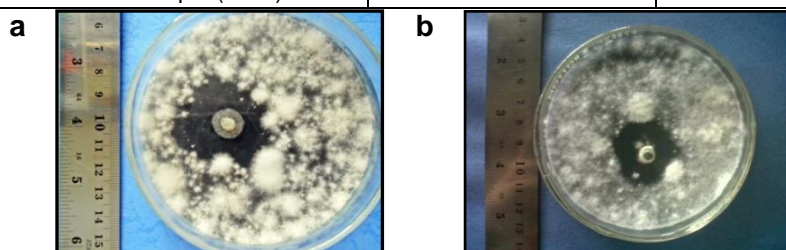
Uji aktivitas antifungi dalam menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* dan *R. solani* dilakukan terhadap 165 isolat jamur, 11 isolat menunjukkan aktivitas antifungi. Sepuluh isolat mampu menghambat *F. oxysporum* dan 9 isolat menghambat *R. solani*, 8 isolat mempunyai aktivitas antifungi terhadap kedua jenis jamur patogen (Tabel 2).

Hasil uji daya hambat isolat jamur terhadap *F. oxysporum* dengan metode *agar disk* diperoleh rasio aktivitas tertinggi pada isolat *Trichoderma* RPL1-1 sebesar 2,8 dan rasio aktivitas antifungi tertinggi terhadap *R. solani* adalah oleh isolat *Trichoderma* (RPL3-15) sebesar 4,35. (Gambar 2). Aktivitas antifungi yang ditandai dengan terbentuknya zona bening

di sekitar isolat jamur menandakan kemampuan jamur menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum*. Menurut Ara *et al.* [16], aktivitas antifungi berhubungan dengan produksi dari komponen antifungi dan enzim hidrolitik ekstraseluler Berdy [17] menyatakan beberapa jenis jamur berfilamen seperti *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Alternaria* dan *Acremonium* mampu menghasilkan senyawa antibiotik.

Tabel 2. Aktivitas antifungi isolat jamur terhadap *Fusarium oxysporum* dan *Rhizoctonia solani* pada medium PDA, waktu inkubasi 3 hari pada suhu kamar

No	Nama /kode isolat	Diameter zona hambat (mm)	
		<i>F. oxysporum</i>	<i>R. solani</i>
1	<i>Trichoderma</i> (RPL1-1)	34	36,0
2	<i>Penicillium</i> (RPL5-11)	25	17,5
3	<i>Trichoderma</i> (RPL1-5)	15	32,2
4	<i>Trichoderma</i> (RPL1-10)	17	33,4
5	<i>Trichoderma</i> (RPL2-7)	19	-
6	<i>Trichoderma</i> (RPL3-15)	19	35,2
7	<i>Trichoderma</i> (RPL1-14)	27	44,1
8	<i>Trichoderma</i> (RPL1-2)	24	29,5
9	<i>Penicillium</i> (L1J6)	18	-
10	<i>Trichoderma</i> (RPL1-8)	51	43,6
11	<i>Penicillium</i> sp (L1J4)	-	25,2



Gambar 2. Aktivitas antifungi isolat jamur terhadap jamur patogen waktu inkubasi 3 hari pada medium PDA. a. isolat *Trichoderma* sp. (RPL1-1) terhadap *Fusarium oxysporum*. b. *Trichoderma* (RPL3-15) terhadap *R. solani*

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa *Trichoderma* merupakan genus jamur yang paling banyak menghasilkan aktivitas antifungi yaitu 72%. Beberapa penelitian telah melaporkan kemampuan *Trichoderma* dalam mengendalikan jamur patogen seperti Kumar [17] melaporkan 10 isolat *Trichoderma* mampu menghambat pertumbuhan jamur *Pythium aphanidermatum* dengan persentase daya hambat tertinggi sebesar 72%. Sudarma dan Suprpta [18] juga melaporkan kemampuan *Trichoderma* dalam menekan pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* dengan persentase daya hambat sebesar 81,8%. Melo *et al.* [19] mendapatkan bahwa 14 isolat *Trichoderma* yang diuji semuanya mampu menghambat pertumbuhan *R. solani* dengan persentase daya hambat 37,6-51,1%.

Aktivitas antifungi Bakteri

Sebanyak tiga isolat bakteri yang telah dihasilkan kemudian dilakukan uji aktivitas antifungi terhadap pertumbuhan jamur *F. oxysporum* dan *R. solani* dengan metode *agar disk*, namun ketiga isolat bakteri tersebut tidak ada yang mampu menghambat jamur target. Hal ini mengindikasikan bahwa ketiga isolat bakteri tersebut tidak memiliki kemampuan menghasilkan senyawa antifungi dalam menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* dan *R. solani*

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa 33 isolat mikroba mempunyai aktivitas antifungi terhadap *F. oxysporum* dan *R. solani* atau salah satu dari keduanya. Dua puluh dua isolat aktinomisetes mempunyai aktivitas antifungi terhadap jamur target yang didominasi oleh *Streptomyces*. Dua isolat mempunyai aktivitas terhadap kedua jamur patogen. Sebanyak 11 isolat jamur mempunyai aktivitas antifungal terhadap jamur target, yang didominasi oleh genus *Trichoderma*. Delapan isolat jamur mempunyai aktivitas terhadap kedua jamur target

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian Universitas Riau yang telah membiayai penelitian ini melalui Dana Penelitian Berbasis Laboratorium 2012.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alwathnani, HA and K. Perveen. 2005. Biological control of *fusarium* wilt of tomato by antagonist fungi and cyanobacteria. *African Journal of Biotechnology*. 11(5). 1100-1105.
- [2] Agarry, OO.*; Akinyosoye, FA., and. Adetuyi, FC. 2005. Antagonistic properties of microorganisms associated with cassava (*Manihot esculenta* Crantz) products. *African Journal of Biotechnology*. 4 (7):627-632
- [3] Sharma, H. dan L. Parihar. 2010. Antifungal activity of extracts obtained from actinomycetes. *Journal of Yeast and Fungi Research* .1(10) : 197-200
- [4] Prapagdee B., Kuekulvong C., Mongkolsuk S., 2008. Antifungal Potential of Extracellular Metabolites Produced by *Streptomyces hygroscopicus* against Phytopathogenic Fungi. *Int. J. Biol. Sci.* 4:330-337
- [5] Steinkellner, S., R. Mammmerler, H. Vierheilig. 2008. Germination of *Fusarium oxysporum* in root exudates from tomato plants challenged with different *Fusarium oxysporum* strains. *Eur. J. Plant Pathol.* 122:395–401
- [6] Hardaningsih, S. 2011. Pengendalian penyakit embun tepung yang disebabkan oleh *Erysiphe Polygoni* dan penyakit layu yang disebabkan oleh *Rhizoctonia Solani* dan *Sclerotium Rolfsii* pada tanaman kacang hijau. *Suara Perlindungan Tanaman* 1(1): 15-20.
- [7] Abd-Elsalam KA, MA Moeslem, AH Bahkali. 2009. First morpho-molecular identification of *Rhizoctonia solani* AG-7 from potato tuber-borne sclerotium in Saudi Arabia. *African Journal of Microbiology Research* 3(12): 952-956
- [8] Oskay M. 2009. Antifungal and antibacterial compounds from *Streptomyces* strains. *African Journal of Biotechnology* 8(13) : 3007-3017
- [9] Aghighi S, GHS Bonjar, R. Rawashdeh, S. Batayneh, I. Saadoun. 2004. First report of antifungal spectra of activity of Iranian Actinomycetes strains against *Alternaria solani*, *Alternaria alternate*, *Fusarium solani*, *Phytophthora megasperma*, *Verticillium dahlia* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Asian J. Plant Sci.*, 3(4): 463-471.
- [10] Roza, R.M., A. Martina, T.M. Linda, Fahrizawati. 2011. Eksplorasi dan uji daya hambat aktinomisetes asal tanah gambut cagar biosfer Giam Siak Kecil Bukit Batu Riau terhadap bakteri dan jamur. Semirata FMIPA UNLAM. Banjarmasin.
- [11] Herlinda. 2006. Isolasi dan Uji Daya Hambat Aktinomisetes Asal Tanah Gambut Desa Langkai Kecamatan Siak Terhadap *Rhizoctonia solani* Kuhn dan *Sclerotium rolfsii* Sacc [skripsi]. Pekanbaru : Universitas Riau

- [12] Kumar, V., A. Bharti, Y.K. Negi, O. Gusain, P. Pandey dan G. S. Bisht. 2012. Screening of actinomycetes from earthworm castings for their antimicrobial activity and industrial enzymes. *Brazilian Journal of Microbiol.*: 205-214
- [13] Zivcovic, Svetlana., S. Stojanovic, Z. Ivanovic, V. Gavrilovic, Tatjana Popovic dan Jelica Balaz. 2010. Screening of antagonistic activity of microorganisms against *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gloeosporioides*. *Arch. Biol. Sci., Belgrade.* 62(3) : 611-623
- [14] Nonoh J.L., W. Lwande, D. Masiga, R. Herrmann, J.K. Presnail, E. Schepers, M.A. Okech, R. Bagine, P. Mungai, A.B. Nyende, H.I. Boga. 2010. Isolation and Characterization of *Streptomyces* species with antifungal activity from selected national park in Kenya. *African Journal of Microbiological Research.* 4(9):856-864
- [15] Ara I, NA Bukhari, K Perveen, MA Bakir. 2012. Antifungal activity of some actinomycetes isolated from Riyadh soil, Saudi Arabia: An evaluation for their ability to control *Alternaria* caused tomato blight in green house pot trial. *African Journal of Agricultural Research.*7(13): 2042-2050.
- [16] Berdy, J.. 2005. Bioactive Microbial Metabolite. *J. Antibiot.* 58(1): 1-26
- [17] Kumar, M.V. 2010. In vitro antagonism of *Trichoderma* spesies against *Pythium aphanidermatum*. *Journal of Phytopathology.* 2(9) : 28-35
- [18] Sudarma, I Made dan D.N. Suprpta. 2011. Potensi jamur antagonis yang berasal dari habitat tanaman pisang dengan dan tanpa gejala layu fusarium untuk mengendalikan *Fusarium oxysporum f.sp. cubense* secara in vitro. Jurusan agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana
- [19] Melo I.S., J.L. Faull. 2000. Parasitism of *Rhizoctonia solani* by strains of *Trichoderma* spp. *Sci. Agric.*57(1)

ANALISIS POLEN SUMBER NEKTAR DARI MADU HUTAN BUKIT SUNUR BENGKULU TENGAH

THE ANALYSIS OF POLLEN NECTAR SOURCE FROM HONEY OF BUKIT CENTRAL BENGKULU

Sri Astuti¹, Eva Nurhani¹, Rochmah Supriati¹

titoendioe@gmail.com; Jalan WR Supratman Kandang Limun Gedung FMIPA UNIB
Bengkulu

¹) Jurusan Biologi FMIPA UNIB, Bengkulu

ABSTRACT

The analysis of pollen from honey of Bukit Sunur had been conducted in August up to October 2013 to reveal the nectar source in determining types of pollen of plants. Honey source was obtained from compiler or searcher of honey. The analysis of pollen using acetolysis method (Erdtman, 1972) was conducted using perception parameter of pollen from *polar* and *equatorial view*, exin ornament and pollen size. The analysis of data was conducted by descriptive qualitative and quantitative resulted 20 family that consist of 39 source of pollen and plant species. Out of 39 types that was found, 9 pollen type could not be determined to taxon. The taxon of pollen from family of Malpighiaceae, Rubiaceae, Bombacaceae, Myrtaceae, Celastraceae, Cochlospermaceae, Gesneriaceae, Poaceae, Polygonaceae, Loganiaceae, Rhizophoraceae, Hippocrateaceae, Amaranthaceae, Acanthaceae each others consisted of one type of pollen. Family of Boraginaceae, Rutaceae, and Euphorbiaceae consisted of two types of pollen and family of Solanaceae consisted of four types of pollen while family of Asteraceae the most variable we found six types of pollen.

Key word: *Pollen identification, acetolysis, discription of the qualitative and quantitative*

ABSTRAK

Kajian polen dari madu hutan Bukit Sunur Bengkulu Tengah telah dilakukan dari bulan Agustus sampai dengan Oktober 2013 untuk mengetahui sumber nektar berdasarkan karakter tipe polen. Sumber madu diperoleh dari pengumpul madu hutan. Analisis polen dilakukan menggunakan metode acetolysis (Erdtman, 1972) dengan mengamati karakter *polar* dan *equator view*, ornamen eksin, dan ukuran polen. Analisis data dilakukan berdasarkan deskripsi kualitatif dan kuantitatif. Dari hasil penelitian diperoleh 20 familia yang terdiri dari 39 species tanaman sumber polen. Ada sembilan sumber nektar yang belum dapat ditentukan kelompok taksonnya. Polen Malpighiaceae, Rubiaceae, Bombacaceae, Myrtaceae, Celastraceae, Cochlospermaceae, Gesneriaceae, Poaceae, Polygonaceae, Loganiaceae, Rhizophoraceae, Hippocrateaceae, Amaranthaceae, Acanthaceae dengan satu tipe polen, Boraginaceae, Rutaceae, dan Euphorbiaceae ditemukan 2 tipe, Solanaceae 4 tipe, dan Asteraceae 6 tipe polen.

Key word: *identifikasi polen, asetolisis, deskripsi kualitatif dan kuantitatif*

PENDAHULUAN

Madu merupakan cairan kental dan manis, yang dihasilkan oleh lebah dari nektar bunga atau bagian lain dari tumbuh-tumbuhan. Madu mengandung vitamin, mineral, enzim, antioksidan, gula, dan juga asam amino. Oleh karena itu, madu dikonsumsi karena berbagai manfaat diantaranya sebagai obat. Rasa madu sangat bervariasi tergantung pada sumber nektar yang diperoleh dari berbagai jenis tumbuhan yang dikunjungi lebah. Oleh sebab itu,

madu dapat mengandung toksin yang berasal dari nektar bunga. Adakalanya, di dalam madu terdapat endospora aktif dari bakteri *Clostridium botulinum* yang dapat berbahaya bagi bayi, karena menghasilkan racun botulinin dalam saluran usus bayi [1]. Lebah mengumpulkan nektar dari bunga-bunga atau bagian lain dari tumbuhan dan mengubah nektar menjadi madu dengan proses regurgitasi dan penguapan.

Tumbuhan penghasil nektar yang diperoleh lebah sangat beragam karena sesuai dengan yang dibutuhkan lebah. Tumbuhan yang menghasilkan nektar lebih banyak akan sering dikunjungi lebah dan berpeluang polen lebih banyak terbawa ke sisir sarang madu. Dari keragaman jenis polen dapat diketahui asal dari tumbuhan sumber nektar yang dikunjungi lebah [2]. Polen atau serbuk sari merupakan sel kelamin jantan yang terdapat pada bunga di antera. Polen berperan juga sebagai sumber protein bagi lebah madu [3]. Polen bernutrisi tinggi sangat penting bagi pertumbuhan larva dan perkembangan fisiologi lebah pekerja [4]. Perkembangan jaringan tubuh, otot, dan kelenjar pada lebah sangat tergantung pada kecukupan protein. Untuk mencukupi kebutuhan protein seluruh anggota koloni, maka lebah pekerja harus mengumpulkan polen dari berbagai tumbuhan karena kandungan nutrisi pada tiap polen bervariasi [5].

Hutan Bukit Sunur merupakan hutan yang telah dijadikan lahan perusahaan pertambangan batu bara. Kondisi hutan semakin lama semakin rusak akibat penggalian tambang batu bara, sementara itu dalam hutan ini masih ditemukan pohon tempat hunian lebah. Kerusakan hutan juga disebabkan perambahan dan penebangan liar oleh masyarakat sekitar dan dari luar kota Bengkulu. Dikhawatirkan populasi lebah di hutan Bukit Sunur tidak ada lagi akibat tumbuh-tumbuhan penghasil nektar berkurang. Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian analisis polen yang terdapat pada madu dari hutan Bukit Sunur Bengkulu Tengah.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan Agustus-Oktober 2013 di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Bengkulu.

Penyiapan sediaan polen

Pembuatan sediaan polen dari madu hutan dilakukan menggunakan metode *acetolysis* [6]. Madu dari Hutan Bukit Sunur dimasukkan ke dalam tabung vial diberi KOH 10%. Setelah itu disentrifugasi selama 10 menit, supernatan dibuang kemudian ditambahkan akuades dan disentrifugasi kembali. Pencucian dilakukan dua kali. Setelah pencucian dan supernatan dibuang, ditambahkan asam asetat glacial kemudian disentrifugasi. Supernatan dibuang dan endapan polen ditambah larutan acetolysis. Sampel dipanaskan dalam penangas air pada suhu 90-95 °C selama \pm 5 menit. Didinginkan dan disentrifugasi lalu supernatan dibuang. Ditambahkan asam asetat glacial dan disentrifugasi kembali. Langkah terakhir sampel dicuci dengan akuades sebanyak tiga kali dan disentrifugasi. Dehidrasi dalam gliserin bertingkat dan disimpan dalam gliserin 70%. Pengamatan dan dokumentasi polen menggunakan mikroskop trinokuler dengan kamera viewer, dan pengukuran menggunakan mikrometer.

Identifikasi polen

- Polen dari madu hutan (*Apis dorsata*) Bukit Sunur diidentifikasi berdasarkan, yaitu
- Pollen Manual And Atlas Amazone [8]

- University of Arizona Catalog of Internet Pollen and Spore Images [9]

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif.

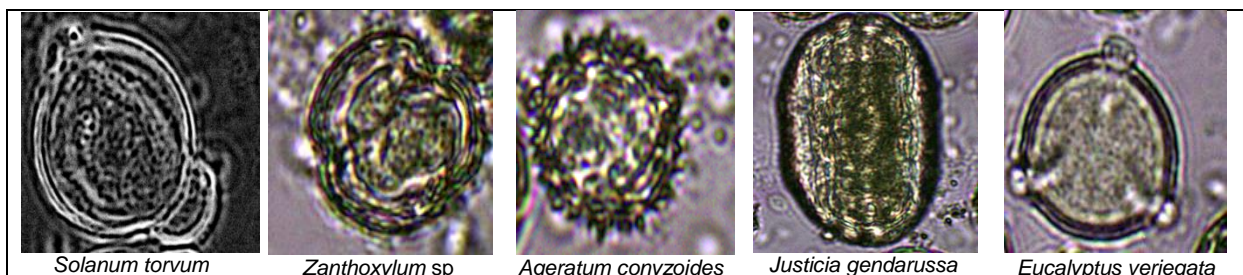
HASIL DAN PEMBAHASAN

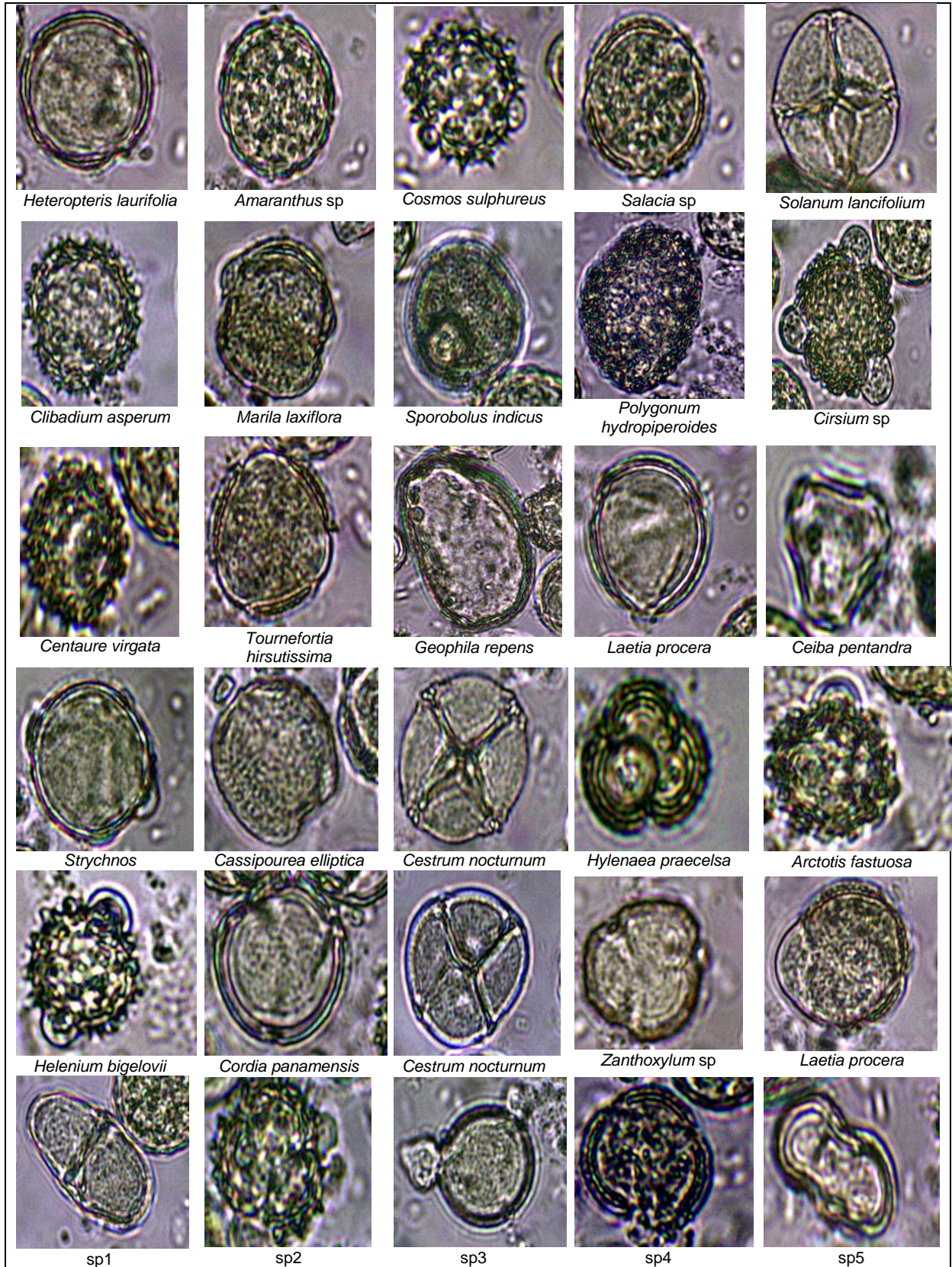
Dari hasil analisis tentang polen dari madu hutan Bukit Sunur di peroleh 39 jenis tumbuh-tumbuhan sumber nektar. Identifikasi polen dilakukan berdasarkan buku Amazone Pollen Manual And Atlas [8], dan Catalog of Internet Pollen and Spore Images [9].

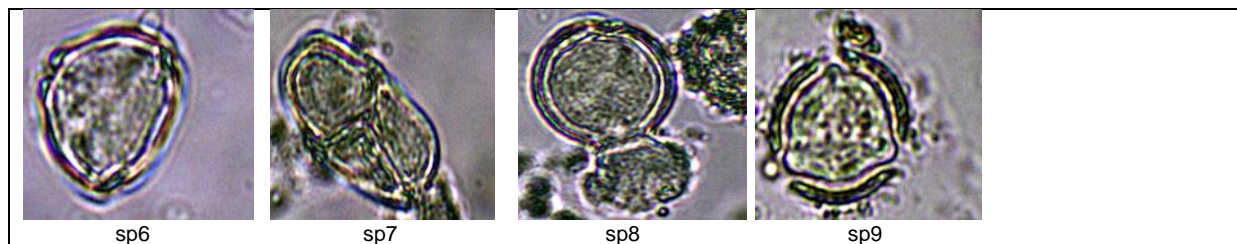
Menurut Huang [7], identifikasi polen dapat dilakukan berdasarkan lima karakter morfologi. Namun, dari hasil analisis penelitian dengan kondisi yang ada hanya dapat diamati tiga karakter morfologi yaitu karakter bentuk *polar* dan *equator view*, ornamen eksin, dan ukuran. Dari hasil pengamatan diperoleh, bentuk polen tampak polar sebagian besar berbentuk *circular* (18 tipe), berbentuk *subangular* (2 tipe), berbentuk *circular-lobate* (2 tipe), berbentuk *semi-angular* (4 tipe) dan berbentuk *Inter-subangular* (1 tipe). Ornamen eksin pada polen sebagian besar permukaannya *psilate* (29 tipe), dan yang lain permukaan *echinate* (5 tipe), *verrucate* (3 tipe), *scabrate* (1 tipe), dan *granulate* (5 tipe). Hasil pengukuran polen diperoleh ukuran berkisar 1,282-11,538 μ (micrometer).

Dari hasil identifikasi tingkat taksa berdasarkan karakter polen dari madu hutan ditemukan 20 familia yang terdiri dari 39 jenis tumbuhan sumber nektar. Dari 39 jenis yang ditemukan, 9 jenis polen dari madu hutan tersebut belum dapat diidentifikasi taksanya. Identifikasi polen dari familia Malpighiaceae, Rubiaceae, Bombacaceae, Myrtaceae, Celastraceae, Cochlospermaceae, Gesneriaceae, Poaceae, Polygonaceae, Loganiaceae, Rhizophoraceae, Hippocrateaceae, Amaranthaceae, Acanthaceae masing-masing ditemukan satu tipe polen, Boraginaceae, Rutaceae, Euporbiaceae dua tipe, Solanaceae tiga, sedangkan pada famili Asteraceae paling banyak di temukan yaitu ada enam jenis polen.

Identifikasi jenis polen yang berasal dari madu hutan Bukit Sunur diperoleh 39 jenis tumbuhan sumber nektar yang dimanfaatkan oleh lebah madu, 9 jenis diantaranya belum teridentifikasi taksanya. Tumbuhan sumber polen yang telah diketahui spesiesnya adalah *Ageratum conyzoides*, *Solanum torvum*, *Zanthoxylum* sp, *Justicia gendarussa*, *Eucalyptus veriegata*, *Heteropteris laurifolia*, *Amaranthus* sp, *Cosmos sulphureus*, *Salacia* sp, *Solanum lancifolium*, *Clibadium asperum*, *Marila laxiflora*, *Sporobolus indicus*, *Polygonum hydropiperoides*, *Cirsium* sp, *Centaurea virgata*, *Tournefortia hirsutissima*, *Geophila repens*, *Laetia procera*, *Ceiba pentandra*, *Strychnos*, *Cassipourea elliptica*, *Cestrum nocturnum*, *Hylenaea praecelsa*, *Arctotis fastuosa*, *Helenium bigelovii*, *Cordia panamensis*. Polen dari sisir sarang madu hutan Bukit Sunur untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:







Gambar 1: Hasil identifikasi polen dari sisir sarang madu hutan Bukit Sunur.

SIMPULAN DAN PROSPEK

Dari hasil identifikasi polen pada madu dari hutan Bukit Sunur Kabupaten Bengkulu Tengah diperoleh:

1. Tumbuhan sumber nektar terdiri dari 39 jenis tumbuhan dan tergolong dalam 20 famili. Dari 39 jenis yang ditemukan, 9 jenis polen belum diketahui taksanya.
2. Tumbuhan sumber nektar yang telah diidentifikasi yaitu dari famili Asteraceae terdiri dari enam tipe polen, yang merupakan jenis tumbuhan sumber polen yang paling banyak di sekitar sarang.

PROSPEK

- Penelitian lanjutan untuk pengamatan aktivitas lebah sehari-hari dalam mengumpulkan nektar dan polen tumbuh-tumbuhan yang ada di sekitar sarang.
- Kajian lengkap karakter polen dalam menentukan sumber polen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sarwono B. 2001. *Lebah Madu*. Jakarta: Agro Media Pustaka
- [2] Bryant, Jr. V.M. 2001. *Content Pollen Of Honey*. CAP Newsletter
- [3] Howes FN. 1979. *Plant and Beekeeping*. London & Boston: Faber and Faber limited
- [4] Keller, I. P. Fluri dan A. Imdorf. 2005. Pollen Nutrition and Colony Development in Honey Bees-part II. *Bee World*
- [5] Hebert EW. 1992. Honey Bee Nutrition. Di dalam: *The Hive and the honey bee*. Illinois: Dadant & Hamilton, Ltd
- [6] Erdtman G. 1972. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy. Angiosperm*. New York. Hafner Publishing Company
- [7] Huang T. 1972. *Pollen Flora of Taiwan*. Taiwan. Departement of Botany National Taiwan University
- [8] Francis, T. 1999. *Amazone: Pollen Manual And Atlas*.
- [9] Davis, O.K. 2011. University of Arizona Catalog of Internet pollen and spore images. <http://www.geo.arizona.edu/palynology/polonweb.html>

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN TANAMAN AIR *Typha angustifolia* DALAM SISTEM LAHAN BASAH BUATAN

LIQUID WASTE TREATMENT OF PALM OIL USING AQUATIC PLANT *Typha angustifolia* ON THE CONSTRUCTED WETLAND TREATMENT SYSTEM

Zulfarina¹ dan Suwondo¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi PMIPA FKIP Universitas Riau

ABSTRACT

Research on the liquid waste treatment of palm oil using the constructed wetland treatment system (CWT) and aquatic plant, Cattail (*Typha angustifolia*) was conducted in pilot plan scale to study the influence of aquatic plant to the efficiency of liquid waste treatment. This study aims to determine the level of decrease in efficiency of Chemical Oxygen Demand (COD), and Biological Oxygen Demand (BOD), and the levels of Total Suspended Solid (TSS) in the liquid waste of palm oil after constructed wetland treatment process. The results showed that *Typha angustifolia* was able to reduce the levels of pollutants in liquid waste of palm oil. In general, the effectiveness of liquid waste treatment by artificial wetlands system and water plant was quite high to reduce the levels of pollutants in the liquid waste of palm oil. The efficiency of COD removal of the highest residence time demonstrated the effectiveness of the measurement shown in week 12, which is 91.36%. The efficiency of BOD reduction was 95.21%. The efficiency of TSS removal was ranged between 13.33% to 99.07%. The presence of microorganisms in the CWT container with *Typha angustifolia* helped reducing pollutant levels more effectively.

Keywords: wastewater palm oil, *Typha angustifolia*

ABSTRAK

Penelitian pengolahan limbah cair kelapa sawit dengan proses lahan basah buatan menggunakan tanaman air *Cattail (Typha angustifolia)* telah dilakukan dalam skala *pilot plan*. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat efisiensi penurunan kadar *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Biological Oxygen Demand (BOD)* dan kadar *Total Suspended Solid (TSS)* yang terkandung dalam limbah cair kelapa sawit setelah melalui *Constructed Wetland*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Typha angustifolia* mampu menurunkan kadar pencemar pada limbah cair kelapa sawit. Secara umum efektivitas pengolahan air limbah dengan system lahan basah buatan yang dilengkapi dengan pertumbuhan tanaman terbukti cukup tinggi dalam menurunkan kadar pencemar didalam limbah cair kelapa sawit. Efisiensi penurunan nilai COD terhadap waktu tinggal ditunjukkan efektifitas tertinggi ditunjukkan pada pengukuran minggu ke-12, yaitu 91.36%. Efisiensi reduksi kadar BOD sebesar 95.21%,. Efisiensi penurunan kadar TSS berkisar antara 13.33% - 99.07%. Kehadiran mikroorganisme pada bak CTW dengan bersimbiosis dengan *Typha angustifolia* membantu reduksi kadar pencemar lebih efektif.

Kata kunci : Limbah cair, kelapa sawit, Typha angustifolia

PENDAHULUAN

Lahan basah merupakan salah satu ekosistem yang paling beragam, produktif dan sangat potensial untuk mengatasi limbah yang mengandung berbagai senyawa berbahaya. Dengan demikian untuk wilayah-wilayah dimana lahan basah tidak tersedia dan lahan basah diperlukan untuk mengatasi limbah maka dibangunlah lahan basah buatan (*constructed treatment wetlands, CTW*). Lahan basah buatan ditujukan untuk meningkatkan kualitas air

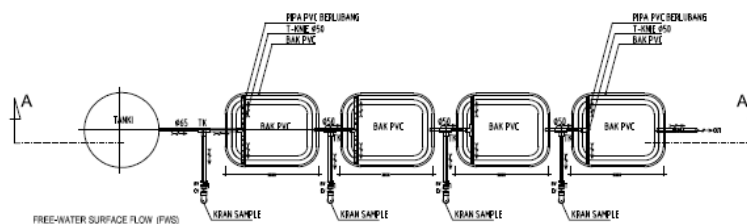
limbah agar sesuai dengan baku mutu yang dipersyaratkan oleh peraturan serta mendukung kehidupan liar yang ada di lokasi tersebut. CTW tersebut dapat menjadi salah satu cara yang murah (*cost-effective*) serta secara teknis memadai untuk mengolah limbah cair. Biaya untuk membangun CTW seringkali lebih murah daripada instalasi pengolahan air limbah yang konvensional, memiliki biaya operasi dan perawatan yang lebih rendah dan mampu mengatasi kondisi air limbah yang fluktuatif volumenya. CTW juga memenuhi unsur estetik (keindahan) serta mampu menghilangkan bau yang ditimbulkan oleh air limbah.

Pemanfaatan media penyaring seperti lahan basah alami maupun buatan adalah salah satu alternative pendekatan teknologi untuk menurunkan pencemaran lingkungan dengan bantuan vegetasi dan mikroorganismenya, karena tumbuhan air mempunyai kemampuan menyerap, mendegradasi, mentransformasi dan mengimobilisasi bahan pencemar yang terdapat dalam air, tanah, sedimen, dan limbah cair industri. Penelitian, pengembangan dan penerapan teknologi berbasis tumbuhan air saat ini mendapat perhatian di negara maju dan berkembang seperti Amerika, Australia, Eropa, Thailand dan Malaysia [1].

METODE DAN PELAKSANAAN

Desain Pilot Constructed Treatment Wetland

Desain lapang untuk pilot CTW adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 1. Desain yang digunakan yaitu: CTW model Free-Water Surface (FWS) yang terdiri dari 4 bak FWS yang masing-masing terhubung dengan pipa pralon dan ditanami tanaman *Typha angustifolia*. Pada model tersebut air limbah mengalir di permukaan.



Gambar .1.Desain Pilot Constructed Treatment Wetland di Lapang

Pembuatan Bak dan Setting Pilot *Constructed Treatment Wetlands*

Perakitan CWT meliputi penyusunan dan pemasangan pipa-pipa yang menghubungkan tipe CWT yang terdiri dari empat bak yang dihubungkan dengan pipa secara seri, sesuai dengan tipe CWT. Tanah yang akan digunakan dalam konstruksi CWT adalah tanah yang diambil di lahan area kebun percobaan biologi UR. Tanah tersebut diharapkan mampu mendukung pertumbuhan vegetasi perairan yang akan ditanam serta komunitas mikroorganismenya yang akan berperan dalam proses degradasi polutan. Pasir dan kerikil yang akan digunakan dibeli dari toko material. Pasir dan kerikil bersifat *inert* sehingga jenis dan asal pasir serta kerikil tidak akan berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetasi. Keduanya akan menciptakan suasana yang lebih porous sehingga perkembangan perakaran lebih terjamin demikian juga aliran air limbah. Kegiatan perakitan dan pengisian bak yang dilakukan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perakitan dan Pengisian Media pada Bak yang sudah dirakit

Pemilihan Jenis Vegetasi dan Penyelesaian

Vegetasi perairan yang akan digunakan dalam CWT adalah *Typha angustifolia*. Vegetasi *T. angustifolia* merupakan vegetasi perairan yang banyak terdapat di Indonesia yang dari berbagai uji memiliki potensi tinggi dalam membersihkan polutan yang terdapat di dalam air limbah. Tumbuhan tersebut telah teruji di sistem CWT dan teruji mampu menurunkan logam besi [2] serta mampu menyerap berbagai logam berat yang berbahaya yaitu kromium, tembaga dan seng dari air limbah [3]. Selain itu *T. angustifolia* juga teruji mampu menurunkan COD serta total padatan terlarut air limbah yang jauh lebih besar daripada tumbuhan reed (*Phragmites australis*) [4]. Dengan demikian *Typha angustifolia* merupakan pilihan tepat untuk digunakan sebagai vegetasi yang akan digunakan dalam CWT.

Penanaman Typha

Setelah disemai selama 20 hari, Typha siap ditanam dalam bak Pilot CWT. Pada awal waktu penanaman periode tersebut, sebanyak 17 bibit ditanam per bak untuk seluruh perlakuan. Pada minggu kedua CWT mulai dialiri air limbah dari PT. Surya Inti Sari Raya Perawang Riau.

Perawatan dan Pengoperasian CWT

Perawatan CWT dilakukan secara rutin dan terus menerus, dimana setiap hari seluruh tanaman dipantau dan dirawat. Perawatan meliputi perawatan tumbuhan untuk melihat tingkat kematian, pertumbuhan, produksi seresah dan keragaan tumbuhan secara umum.

Pengamatan dan Analisis Efektifitas dan Efisiensi CWT

Sampel air pada setiap titik pengambilan yaitu *inlet* dan *outlet* setiap bak dianalisis bulanan. Analisis pada *inlet* dan *outlet* terdiri dari pH, temperatur, COD, BOD, kandungan minyak, total padatan terlarut. Parameter tersebut diamati dan diukur hanya pada awal dan akhir percobaan, sedangkan parameter mingguan meliputi COD, BOD, kandungan minyak, dan total padatan terlarut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Vegetatif Tanaman Typha

Pertumbuhan vegetatif tanaman *Typha angustifolia* dalam setiap bak pada minggu ke-1, dan ke-12 dapat dilihat dari gambar 3.

Berdasarkan gambar 3, perkembangan pertumbuhan tanaman pada minggu pertama setelah pengaliran limbah diduga tanaman masih beradaptasi dengan adanya perlakuan pengaliran limbah, sehingga pertumbuhan belum optimal. Pada minggu ke-12, pertumbuhan tanaman sangat baik bahkan pada bak ke-3 dan ke-4 *Typha angustifolia* sudah mulai menghasilkan bunga.



Gambar 3. Tinggi masing-masing bak pada minggu pertama dan kedua belas

Kualitas Limbah

Hasil Analisa Awal Kualitas Limbah

Hasil analisa awal kualitas limbah (*inlet*) disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1: analisa awal limbah cair kelapa sawit

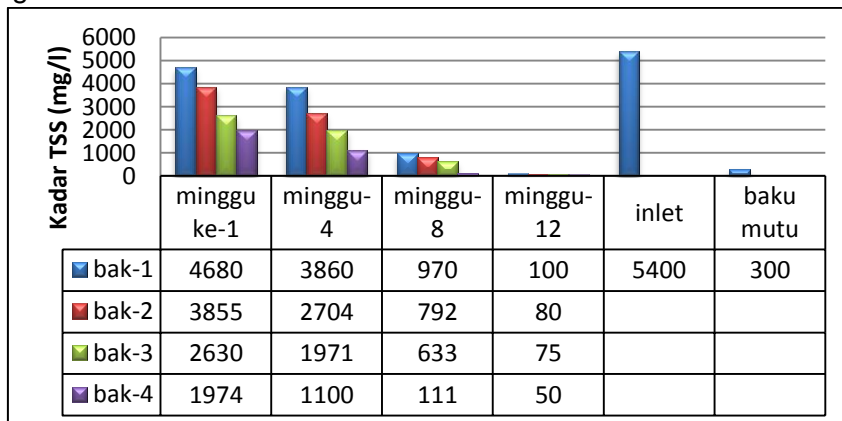
Parameter Limbah	Nilai (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)
COD	2800	500
BOD	1900	250
TSS	5400	300
Minyak	13280	30
pH	7,9	6-9

Hasil analisa awal menunjukkan kadar BOD, COD, TSS, serta minyak tinggi, terutama minyak. Namun, nilai pH menunjukkan bahwa limbah berada pada tingkat keasaman yang sesuai baku mutu. Pencemaran limbah cair pabrik kelapa sawit tergolong pencemaran berat. Limbah cair pabrik kelapa sawit merupakan limbah organik yang banyak mengandung senyawa-senyawa organik yang jika dibuang langsung ke lingkungan akan menyebabkan pencemaran. Bagi tumbuhan, bahan-bahan organik yang dianggap racun bagi makhluk hidup lain dapat menjadi nutrisi bagi pertumbuhannya. Dengan demikian, keberadaan tumbuhan yang mampu menyerap kandungan pencemar merupakan keuntungan bagi ekosistem.

Hasil dari pengukuran kualitas limbah di *outlet* masing-masing bak setelah tanam terjadi fluktuasi. Fluktuasi kadar dari masing-masing parameter kualitas air *outlet* di masing-masing bak disajikan dalam uraian berikut:

Parameter TSS

Grafik dalam gambar berikut menggambarkan hasil pengukuran kadar TSS di masing-masing bak dan baku mutu Limbah PKS.



Gambar 4. Hasil pengukuran Kadar TSS

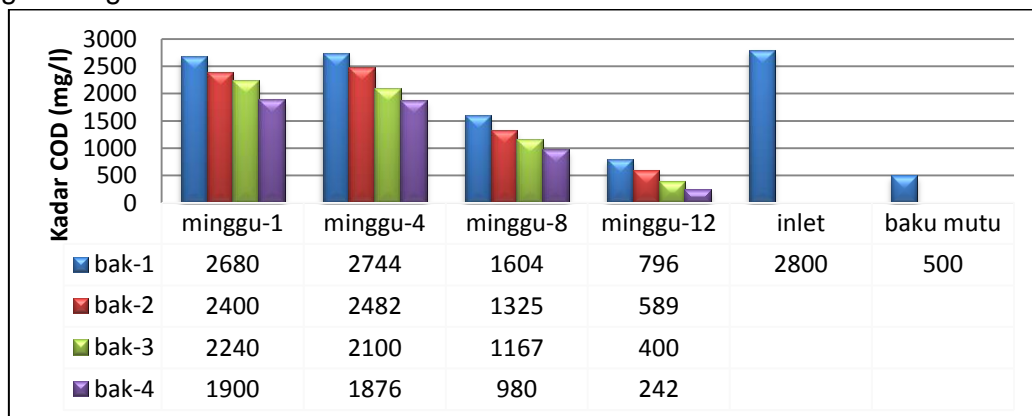
Seperti juga dalam sistem lahan basah alami, sistem lahan basah buatan juga mengalami pengolahan fisik, baik itu proses filtrasi maupun proses sedimentasi. Proses filtrasi dilakukan oleh media dan akar tanaman yang terdapat di dalam bak, di mana proses tersebut terjadi karena kemampuan partikel-partikel media maupun system perakaran membentuk filter yang dapat menahan partikel-partikel solid yang terdapat dalam air limbah [5].

Efisiensi penurunan kadar TSS dari keempat bak berkisar antara 13.33% - 99.07%. Pada akhir pengukuran, kadar TSS turun sebanyak 99.07% dengan kadar 50 mg/l. Kondisi ini berada jauh di bawah baku mutu. Dengan demikian, limbah ini sudah memenuhi persyaratan untuk bisa dibuang ke lingkungan.

Perlakuan sistem lahan basah buatan dengan bersinergi dengan tanaman lebih efektif mereduksi TSS. Dengan adanya komposisi media pada system lahan basah buatan juga mempengaruhi besarnya penurunan TSS, dan lebih besar lagi penurunannya dengan adanya tanaman sebagai penyerap kandungan TSS di limbah [6]

Parameter COD

Grafik dalam gambar 5 berikut menggambarkan hasil pengukuran kadar COD dalam masing-masing bak dan baku mutu Limbah PKS



Gambar 5. Grafik kadar COD

Nilai COD dalam air limbah menunjukkan besarnya kebutuhan oksigen total yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam air limbah secara kimia. Dengan demikian, zat-zat organik yang teroksidasi tidak hanya bersifat *biodegradable* (terurai secara biologis), namun juga bersifat *nonbiodegradable* [6]. Data pada tabel menunjukkan bahwa semakin lama waktu tinggal limbah terhadap tumbuhan, semakin besar penurunan kadar COD. Pengukuran minggu-12 dimulai pada bak ke-3 dan bak ke-4 menunjukkan nilai COD berada di bawah baku mutu yang ditetapkan. Limbah dengan kadar COD di bawah baku mutu sudah layak dibuang ke lingkungan.

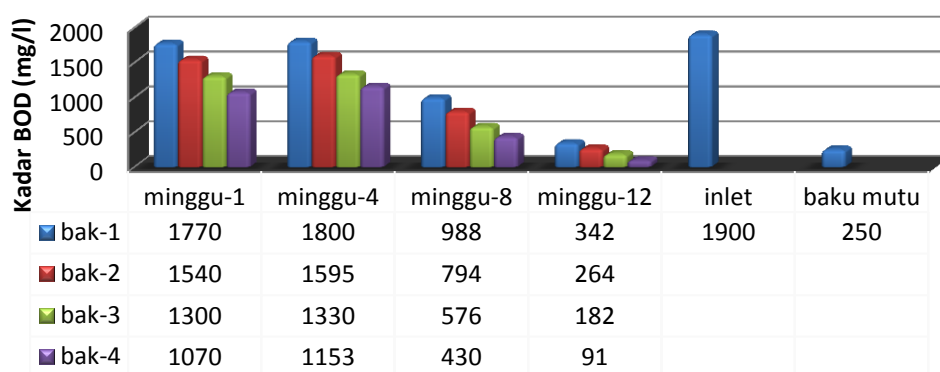
Efisiensi penurunan nilai COD terhadap waktu tinggal ditunjukkan oleh efektifitas tertinggi yang ditunjukkan pada pengukuran minggu ke-12, pada bak ke-4 yaitu 91.36% setelah limbah dialirkan selama 12 minggu. Melalui grafik terlihat bahwa nilai konsentrasi COD berbeda pada empat kali pengukuran. Penurunan konsentrasi COD ini disebabkan karena adanya aktivitas mikroorganisme dan adanya tanaman *Typha angustifolia* yang membantu menurunkan konsentrasi COD air limbah tersebut. Pada penelitian ini penguraian bahan organik terjadi secara aerob. Oleh karena itu dalam proses penguraian ini, oksigen mempunyai peranan yang sangat penting.

Limbah cair kelapa sawit merupakan limbah organik. Pencemar organik mengandung senyawa protein, karbohidrat, dan lemak. Ketiga jenis pencemar tersebut

terutama disusun unsur karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen. Akar tanaman berfungsi sebagai media penyerap zat pencemar setelah didegradasi oleh mikroorganisme menjadi senyawa yang lebih sederhana [7]. Tersedianya cahaya yang cukup untuk tumbuhan dapat melakukan proses fotosintesis akan membantu pengurangan konsentrasi pencemar. Jika fotosintesis terjadi, akan memungkinkan terjadinya penyaluran oksigen dari daun menuju akar yang menyebabkan terbentuknya zona oksigen di daerah akar. Akumulasi oksigen di daerah akar akan membantu pertumbuhan populasi mikroorganisme dengan pesat sehingga dapat mencapai 10-100 kali lebih banyak. Dengan keadaan demikian akan membantu penyerapan bahan pencemar dalam air limbah yang diolah oleh tanaman.

Parameter BOD

Data BOD dalam tiga kali pengukuran disajikan dalam grafik berikut.



Gambar 6. Grafik kadar BOD

Kebutuhan oksigen biologi atau *Biological Oxygen Demand* (BOD) adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk merombak bahan organik dalam volume air tertentu secara biologis. Air dengan BOD tinggi menunjukkan kekurangan oksigen sehingga tidak mampu mendukung kehidupan organisme yang membutuhkan oksigen [8].

Penggunaan tumbuhan *Typha angustifolia* mampu menurunkan nilai BOD limbah cair kelapa sawit. Penurunan terjadi pada ketiga retensi waktu. Pendedahan dengan retensi waktu 12 minggu pada bak ke-4 memberikan nilai BOD terendah dan memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Ini berarti retensi waktu yang lebih panjang paling efektif dalam menurunkan nilai BOD, yang menunjukkan telah terjadi perombakan organik tertinggi.

Fungsi tanaman yang tumbuh di dalam sistem lahan basah diharapkan dapat meningkatkan proses penyerapan terhadap bahan-bahan pencemar yang terkandung dalam air limbah. Penyerapan unsur hara (bahan pencemar) berhubungan langsung dengan laju pertumbuhan tanaman, di mana unsur hara akan diubah dan digunakan dalam produksi sel-sel baru selama pertumbuhan [4]. Unsur hara diserap tumbuhan sebagai nutrisi untuk membantu pertumbuhannya. Di samping itu, mekanisme pembersihan bahan pencemar organik seperti adsorpsi, nitrifikasi/denitrifikasi, juga berlangsung di mana tanaman lahan basah secara tidak langsung menyediakan tempat bagi mikroorganisme yang terlibat dalam siklus dan pembersihan pencemar organik dalam limbah cair [4].

Penurunan kandungan BOD dalam proses lahan basah buatan sangat membutuhkan ketersediaan oksigen yang cukup yang nantinya akan digunakan mikroorganisme untuk menguraikan kandungan limbah. Oksigen dalam tanah sangat penting artinya bagi pernafasan akar tanaman dan kegiatan jasad hidup dalam tanah. Terutama jasad hidup

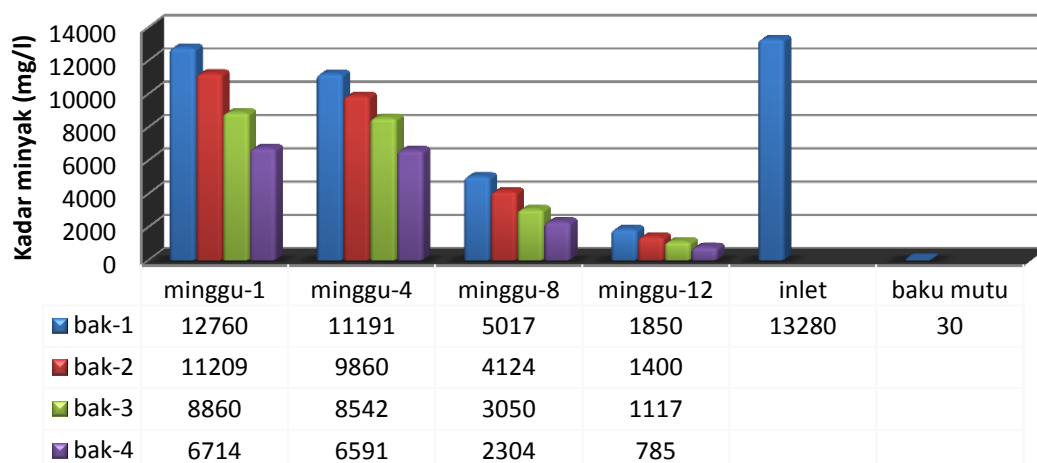
dalam tanah yang aerobik sangat membutuhkan oksigen untuk menunjang aktivitasnya dalam menguraikan bahan organik.

Efisiensi reduksi kadar BOD dari keempat bak adalah yang terendah 5.26% dan yang tertinggi 95.21%. Pada pengambilan sampel terakhir, pada bak ke-3 dan bak ke-4 dengan efisiensi reduksi kadar BOD sebanyak 90.42% dan 95.21%, nilai BOD telah berada di bawah baku mutu yang ditetapkan yaitu 250 mg/l. Dengan kadar BOD yang rendah ini, limbah sudah bisa dibuang ke perairan. Secara umum efektivitas pengolahan air limbah dengan sistem lahan basah buatan yang dilengkapi dengan pertumbuhan tanaman terbukti cukup tinggi sehingga produktif untuk diaplikasikan.

Parameter Minyak

Grafik dalam Gambar 7 menggambarkan hasil pengukuran kadar *oil and grease* di *inlet* dan di *outlet* masing-masing bak dan baku mutu Limbah PKS. Kandungan minyak yang terdapat dalam limbah bersumber dari industri yang mengolah bahan baku mengandung minyak, bersumber dari proses klasifikasi dan perebusan. Lemak merupakan bahan organik bersifat tetap dan sukar diuraikan bakteri. Limbah ini membuat lapisan permukaan air sehingga membentuk selaput. Berat jenis minyak yang lebih kecil dari air memungkinkan minyak membentuk lapisan tipis di permukaan air dan menutup permukaan yang mengakibatkan terbatasnya oksigen masuk dalam air. Pada bagian lain, minyak ini membentuk lumpur dan mengendap dan sulit untuk diuraikan [3].

Efisiensi penurunan minyak berkisar dari paling rendah 3.29% sampai paling tinggi sekitar 86.07%. Penurunan ini meskipun belum memenuhi baku mutu tergolong cukup besar, mengingat kandungan minyak pada limbah cair kelapa sawit sangat tinggi. Dengan kondisi ini, walaupun setelah melalui bioremediasi dalam waktu 12 minggu, limbah ini belum layak dibuang ke lingkungan. Karena minyak sulit terurai, maka dibutuhkan mikroorganisme pendegradasi minyak yang banyak untuk dapat mendegradasi senyawa minyak menjadi lebih sederhana sehingga kemudian bisa diserap tumbuhan. Penurunan kadar pencemar dalam limbah tak terlepas dari asosiasi antara tumbuhan dan mikroorganisme pendegradasi bahan pencemar dalam limbah.



Gambar 7: Hasil Pengukuran Kadar Minyak

Parameter pH

Kondisi pH air ditentukan oleh konsentrasi ion hidrogen dalam air. pH yang rendah mencirikan kondisi perairan yang cenderung asam. Sebaliknya pH tinggi mencirikan kondisi

basa. Dinamika pH air mempengaruhi tersedianya hara, toksisitas unsur serta jenis komunitas jasad renik maupun kehidupan lainnya [6].

Hasil analisa data memperlihatkan nilai pH sejak awal pengukuran hingga akhir pengukuran berada dalam ambang batas yang diizinkan. Selama terjadi proses bioremediasi, nilai pH menurun sekitar 0.8 dari 7.9 menjadi 7.1 atau sekitar 10%. Limbah dengan pH yang berada dalam ambang batas yang telah ditetapkan dapat dibuang ke lingkungan. Sebagaimana diketahui bahwa pada pH 6-9, kehidupan biota dalam suatu perairan dapat berlangsung secara normal, baik kehidupan hewan maupun tumbuhan air, karena dalam kondisi tersebut proses-proses kimia dan mikrobiologis yang menghasilkan senyawa yang berbahaya bagi kehidupan biota dan kelestarian lingkungan, tidak terjadi.

Mikrobiologi Rizosfer

Faktor yang mempengaruhi keberhasilan CWT salah satunya adalah keberadaan mikroorganisme penghuni rizosfer di perakaran. Rizosfer merupakan wilayah perakaran dan sekitar perakaran tanaman yang memiliki aktivitas mikroorganisme tertinggi. Di wilayah tersebut, perakaran mengeluarkan eksudat (produk metabolisme) yang kemudian digunakan oleh mikroorganisme rizosfer untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Dalam proses bioremediasi mikroba rizosfer berperan penting dalam mendegradasi hidrokarbon sederhana hingga kompleks, mendegradasi senyawa hidrokarbon beracun, fenol dan senyawa xenobiotic. Mikroorganisme menghasilkan protein tertentu yang mengikat logam berat yang sangat kuat, menghasilkan H₂S yang dapat bereaksi dengan logam berat membentuk logam sulfida yang sangat sulit larut serta melakukan konversi bentuk logam yang berbahaya menjadi tidak berbahaya. Dengan demikian kajian mikrobiologi rizosfer dalam sistem CWT menjadi sangat penting untuk melihat keragaan secara menyeluruh. Hasil analisis laboratorium rizosfer sebagai berikut.

Total Plate Count pada medium NA

Hasil pengamatan pembiakan bakteri pada medium NA disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2: Jumlah biakan bakteri pada medium NA

Pengenceran	Bak-1	Bak-2	Bak-3	Bak-4
10-4	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD
10-5	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD
10-6	2.175 X 10 ⁸	1.64 X 10 ⁸	4.605 X 10 ⁸	TBUD

TBUD=Tidak Bisa Untuk Dihitung

Dari tabel hasil pengamatan di atas dapat diketahui bahwa jumlah bakteri yang paling banyak adalah pada bak-4 lalu dilanjutkan dengan bak ke 3, bak pertama dan terakhir bak ke 2. Ini dipengaruhi oleh kesuburan tanaman dalam bak tersebut, di mana urutan kesuburan tanaman dalam bak seperti urutan di atas, bak ke 4 disusul bak ke 3 lalu dilanjutkan bak pertama dan kemudian terakhir bak ke 2. Semakin subur suatu tanaman, semakin banyak mikroba rizosfernya atau semakin banyak mikroba rizosfer maka semakin subur suatu tanaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dari Pilot CWT yang telah dibangun, beberapa hal dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tanaman *Typha angustifolia* mampu menurunkan kadar pencemar pada limbah cair kelapa sawit.

2. Kehadiran mikroorganisme pada bak CWT dengan bersimbiosis dengan *Typha angustifolia* membantu reduksi kadar pencemar lebih efektif.

Kualitas air dalam Pilot CWT bersifat dinamis yang disebabkan adanya proses fisikokimia dan biologis, sehingga untuk menyimpulkan kinerja Pilot CWT dibutuhkan beberapa kali pengukuran secara kontinyu mengingat kandungan parameter yang diukur dari titik inlet setiap bulan berubah-ubah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] EPA. 1999. Free Water Surface Wetlands for Wastewater Treatment: A Technology Assessment. United States Environmental Protection Agency. EPA 832-S-99-002.
- [2] Zulkarnaen, R. 2008. Pengaruh Enam Jenis Agen Fitoremediasi dan Kombinasinya Terhadap Penurunan Konsentrasi Logam Besi dan Kualitas Air Sumur. Thesis Magister, SITH.
- [3] Barea, F. and Khiji, S. 2008. Bioaccumulation of metals from tannery sludge by *Typha angustifolia* L. J. Biotech. 7:3314-3320.
- [4] Muklis. 2007. Studi Kemampuan Tumbuhan Air Reed (*Phragmites australis*) dan Cattail (*Typha angustifolia*) dalam Sistem Constructed Wetland untuk Menurunkan COD dan TSS Air Limbah. Thesis Magister. ITS.
- [5] Higgins, J. And Mattes, L. 2003. The use of engineered wetlands to treat acid mine drainage. German-North America Environmental Conference. Goerlitz, Saxony.
- [6] Knight, Robert L., Kadlec, Robert H., Harry M. Olenoff. 1999. The use treatment Wetland for petroleum Industry Effluents. Environmental Science and Technology 33 (7) p:973-980.
- [7] Joseph, V and Joseph, A. 2001. Microalgae in petrochemical effluent: growth and biosorption of total dissolved solid. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 66-522-527.
- [8] Ji, Guong et al. 2002. Constructed Subsurface flow wetland for treating heavy oil-produced water of Liaohe Oilfield in China. Ecological Engineering 18 (2002) p:459-465.

BIODIVERSITAS SEMUT DI KEBUN KOPI ORGANIK DAN ANORGANIK DI PEKON NGARIP KABUPATEN TANGGAMUS DAN PEKON GUNUNG TERANG KABUPATEN LAMPUNG BARAT

BIODIVERSITY OF ANTS AT ORGANIC AND INORGANIC COFFEE PLANTATION IN PEKON NGARIP, TANGGAMUS AND PEKON GUNUNG TERANG, LAMPUNG BARAT

Dwi Oktarina^{*}, Nismah Nukmal, I Gede Swibawa

^{*} Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung

Email: Oktarina_d@rocketmail.com

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No. 1 bandar Lampung 35145

ABSTRACT

Lampung Province is the biggest producer of coffee robusta (*Coffea robusta*) in Sumatra island. At Pekon Ngarip, coffee been is planted using pesticide and at Gunung Terang Village coffee been is planted at organic plantation (without any chemical treatment). The aims of the research were to explore the genus diversity and abundance of ant species at coffee canopy in organic and inorganic coffee canopy plantations. Randomized Block Design was use in this research with 3 organic and inorganic coffee plantations. Collecting ant sample using with Purposive Sampling. Two techniques were used to collect the ants i.e: bait and beating sheet. The results showed that 16 ants genera and 15 ants genera were found in organic and inorganic plantation, respectively. Dolichoderus, Crematogaster, and Oecophylla were ants genera that dominate the coffee plantations. Myrmicaria and Echinopla were the least ants found in coffee plantations. The highest diversity index (1,88) was found in organic plantation and highest abundance index (7,86 ind/m²) in inorganic plantation.

Key words: ant, diversity, abundance, organic, inorganic

ABSTRAK

Provinsi Lampung merupakan penghasil kopi robusta (*Coffea robusta*) terbesar di Pulau Sumatra. Di Pekon Ngarip kopi ditanam dengan aplikasi pestisida dan di Pekon Gunung Terang kopi ditanam di kebun organik (tanpa aplikasi zat kimia). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis, keragaman, dan kelimpahan semut pada kanopi tanaman kopi di kebun organik dan anorganik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis, keragaman, dan kelimpahan semut pada kanopi tanaman kopi di kebun organik dan anorganik di Pekon Ngarip Kabupaten Tanggamus dan Pekon Gunung Terang Kabupaten Lampung Barat. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pada 3 kebun organik dan 3 kebun anorganik. Pengambilan sampel semut dilakukan secara Purposive Sampling. Pengoleksian semut menggunakan teknik pasif dengan umpan (bait) dan teknik aktif dengan penadah (beating sheet). Hasil penelitian pada kebun organik didapatkan 16 genus semut dan di kebun anorganik didapatkan 15 genus semut. Semut yang mendominasi yaitu Dolichoderus, Crematogaster, dan Oecophylla. Semut yang paling sedikit ditemukan yaitu Myrmicaria dan Echinopla. Indeks keanekaragaman tertinggi (1,88) di perkebunan organik dan kelimpahan tertinggi (7,86 ind/m²) di perkebunan anorganik.

Kata kunci: semut, keragaman, kelimpahan, organik, anorganik

PENDAHULUAN

Kopi Robusta (*Coffea robusta*) adalah jenis kopi yang banyak tumbuh di Pulau Sumatera seperti di Kabupaten Tanggamus dan Kabupaten Lampung Barat. Pekon Ngarip merupakan salah satu daerah sentra kopi anorganik di Kabupaten Tanggamus yang mampu memberikan kontribusi sebesar 0,8 ton/ha [1] dan Pekon Gunung Terang di Kabupaten Lampung Barat merupakan daerah sentra kopi organik yang dikembangkan sejak tahun 2000 dan memberikan kontribusi sebesar 1,5 ton/ha [2]. Kedua kabupaten ini ikut andil dalam kegiatan ekspor kopi sebesar 40% dari total ekspor kopi Lampung [3].

Banyaknya hama yang ditemukan diperkebunan kopi menyebabkan penurunan produksi biji kopi³⁾ dan menjadikan petani melakukan berbagai upaya untuk mengatasi permasalahan serangan hama termasuk dengan penggunaan insektisida sintetik seperti karbaril yang berpotensi menimbulkan banyak dampak negatif seperti pencemaran lingkungan, mengganggu kesehatan petani dan konsumen yang disebabkan oleh kontaminasi secara langsung selama penggunaan insektisida, membunuh flora dan fauna non target, menimbulkan resistensi hama, meningkatkan biaya produksi dan lain – lain [4].

Semut merupakan salah satu kelompok serangga eusosial yang bersifat kosmopolit [4]. Banyak jenis semut dapat hidup sebagai penghuni kanopi kopi, dan ada yang berpotensi sebagai predator hama Penggerek Buah Kopi (PBKo). Namun masih sedikitnya informasi mengenai jenis - jenis semut dan peranan semut di lingkungan terutama di perkebunan kopi menjadikan belum termanfaatnya semut sebagai predator hama Penggerek Buah Kopi/PBKo (*H. hampei*). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberi informasi mengenai jenis - jenis semut yang ditemukan di areal perkebunan kopi organik di Pekon Gunung Terang kabupaten Lampung Barat dan areal perkebunan kopi anorganik di Pekon Ngarip Kabupaten Tanggamus

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2013 sampai bulan Februari 2014 di Pekon Ngarip, Kecamatan Ulu Belu, Kabupaten Tanggamus dan Pekon Gunung Terang, Kecamatan Air Hitam, Kabupaten Lampung Barat bekerjasama dan di bawah program World Wide Fund for Nature - Indonesia (WWF - Indonesia).

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Pengambilan sampel dilakukan pada 25 pohon kopi di 3 kebun kopi organik dan anorganik. Pengambilan sampel semut dilakukan secara *Purposive Sampling* dikarenakan semut bersifat heterogen. Pengoleksian semut menggunakan dua teknik yaitu:

1. Teknik pasif dengan 4 macam umpan (*bait*) yang terdiri atas 5 gr keju, 5 gr nasi, 5 gr kepala ikan, dan 5 ml susu yang diletakkan selama 3 hari pada cabang pertama pohon kopi.
2. Teknik aktif dengan *beating sheet* yaitu menadah semut dengan kain putih berukuran 1m x 1m dan cabang pertama pohon kopi diketuk - ketuk menggunakan kayu pengetuk selama 3 menit.

Identifikasi sampel semut dilakukan menggunakan Mikroskop Stereo SZ 60 di Laboratorium Zoologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dengan buku acuan identifikasi [5]. Data yang telah didapatkan di analisis menggunakan analisis keragaman dan kemelimpahan semut menggunakan indeks keanekaragaman Shannon - Wiener (H') dan indeks kemelimpahan (Di) menurut Odum [6], Hasil analisis yang telah didapatkan selanjutnya di bahas secara Deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keanekaragaman genus semut di kebun organik dan anorganik Pekon Ngarip dan Pekon Gunung Terang




Berdasarkan hasil identifikasi sampel semut yang diperoleh dari kebun kopi organik dan anorganik di Pekon Ngarip Kabupaten Tanggamus dan Pekon Gunung Terang Kabupaten Lampung Barat didapatkan 16 genus semut di kebun organik dan 15 genus semut di kebun anorganik yang termasuk ke dalam 4 subfamili yaitu Dolichoderinae, Formicinae, Myrmicinae, dan Ponerinae (Tabel 2) dengan semut yang mendominasi yaitu *Dolichoderus*, *Oecophylla*, dan *Crematogaster* (Tabel 3).

Tabel 2. Perbandingan persentase semut yang ditemukan di kebun organik dan anorganik dengan naungan dan tanpa naungan di Pekon Ngarip dan Pekon Gunung Terang

No	Genus	Subfamili	Organik	Anorganik
1	<i>Dolichoderus</i>	Dolichoderinae	34,5 %	96,34 %
2	<i>Crematogaster1</i>	Myrmicinae	20,2 %	0,96 %
3	<i>Plagiolepis</i>	Formicinae	10,7 %	0,27 %
4	<i>Crematogaster2</i>	Myrmicinae	3,46 %	0,76 %
5	<i>Oecophylla</i>	Formicinae	15,26 %	0,10 %
6	<i>Componotus</i>	Formicinae	5,82 %	0,28 %
7	<i>Paratrechina</i>	Formicinae	2,89 %	0,09 %
8	<i>Solenopsis</i>	Myrmicinae	1,84 %	0,26 %
9	<i>Olygomymex</i>	Myrmicinae	0,03 %	0,43 %
10	<i>Polyrachis2</i>	Formicinae	0,07 %	0,03 %
11	<i>Pheidologeton</i>	Myrmicinae	4,5 %	0 %
12	<i>Polyrachis1</i>	Formicinae	0,07 %	0,18 %
13	<i>Tapinoma</i>	Dolichoderinae	0,20 %	0 %
14	<i>Technomyrmex</i>	Dolichoderinae	0,30 %	0 %
15	<i>Epelysidris</i>	Myrmicinae	0,0 %	0,14 %
16	<i>Rhopthromymex</i>	Myrmicinae	0,10 %	0 %
17	<i>Odontoponera</i>	Ponerinae	0 %	0,04 %
18	<i>Polyrachis3</i>	Formicinae	0,03 %	0,0 %
19	<i>Echinopla</i>	Formicinae	0 %	0,025%
20	<i>Myrmicaria</i>	Myrmicinae	0 %	0,25 %
Jumlah			100%	100%
Jumlah Genus			16	15

Genus semut yang di kebun organik lebih banyak dari kebun anorganik, hal ini mungkin disebabkan oleh banyaknya makanan dan ruang tempat berlindung yang merupakan faktor utama yang mempengaruhi keberadaan semut. Sedangkan, aplikasi pestisida di kebun anorganik menyebabkan berkurangnya jenis dan jumlah semut yang ditemukan. Menurut hasil penelitian Riyanto [8] makanan dan habitat merupakan faktor yang mampu meningkatkan jumlah semut di alam. Makanan seperti gula dari kutu daun, kutu perisai, dan kutu putih merupakan makanan tambahan sebagai energi pada awal pembangunan sarang [9]. Menurut Adriyani [10] bahwa penggunaan pestisida secara berlebihan dapat menimbulkan ledakan hama sekunder dan menimbulkan spesies yang bersifat resisten

Tabel 3. Genus semut yang berlimpah di kebun organik dan anorganik di Pekon Ngarip Kabupaten Tanggamus dan Pekon Gunung Terang Kabupaten Lampung Barat

Gambar	Ciri
 <p><i>Dolichoderus</i></p>	Tubuh terdapat satu tonjolan antara mesosoma dan gaster (petiole), ujung hypopygidium tidak terdapat sengat dan acidopore berbentuk seperti slit. Petiole tidak tertutup oleh segmen pertama gaster dan terdapat rambut-rambut pada bagian depan clypeus.
 <p><i>Crematogaster1</i></p>	Tubuh terdiri atas dua tonjolan yaitu petiole dan postpetiole. Postpetiole berada di bagian atas gaster. <i>Crematogaster1</i> berwarna hitam pekat.
 <p><i>Oecophylla</i></p>	Antena terdiri atas 12 segmen, segmen pertama gaster dan lebih panjang dari segmen lainnya dan terdapat lubang kecil pada bagian bawah mesosoma

Semut *Oecophylla* merupakan semut dengan persentase 2,4 kali lebih banyak (29,57%) yang ditemukan di kebun organik naungan dibandingkan semut *Dolichoderus* (12,51%). Semut *Dolichoderus* merupakan genus semut yang lebih banyak dibandingkan semut *Oecophylla* di kebun anorganik (Tabel 2). Hal ini disebabkan oleh penggunaan semut *Oecophylla* sebagai predator utama hama Penggerek Buah Kopi/PBKo (*H. hampei*) yang ada di kebun organik naungan sehingga, jumlah semut *Dolichoderus* secara alami akan menurun dan hal sebaliknya pada ketiga kebun lainnya yang menggunakan semut *Dolichoderus* sebagai predator utama Penggerek Buah Kopi/PBKo (*H. hampei*) sehingga secara alami jumlah semut *Oecophylla* menurun. Sedangkan, semut *Crematogaster* merupakan semut pengurai yang membuat sarang di bawah kulit pohon kopi. Hal ini sesuai dengan pendapat Van Mele dan Cuc [11] yang menyatakan bahwa semut *Dolichoderus* dan *Oecophylla* merupakan semut predator yang tidak dapat hidup berdampingan dan saling mempertahankan daerah teritorinya.

Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Kemelimpahan (Di) semut di Kebun Organik dan Anorganik dengan Naungan dan Tanpa Naungan di Pekon Ngarip dan Pekon Gunung Terang

Semut yang ditemukan di kebun anorganik di dominasi oleh genus *Dolichoderus* (> 90%), sedangkan genus yang lain kurang dari 2%. Berbeda dengan di kebun organik dimana persentase genus semut *Dolichoderus* yang ditemukan kurang dari 60% (Tabel 2). Hal ini ditunjang oleh hasil perhitungan indeks keanekaragaman dan indeks kemelimpahan semut di keempat lokasi (Tabel 4).

Tabel 4. Nilai Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Kemelimpahan (Di) semut di kebun organik dan anorganik dengan naungan dan tanpa naungan

No	Indeks	Nilai Indeks	
		Organik	Anorganik
1	H'	1,88	0,14
2	Di	1,14	7,86

Indeks keanekaragaman semut di kebun organik digolongkan kategori sedang (1,88) yang mengindikasikan bahwa ekosistem pada kebun organik dapat dikatakan mulai membaik yang ditunjukkan dengan ditemuinya jenis - jenis semut dengan persentase keberadaan yang hampir merata (Tabel 2) dan indeks kemelimpahan rendah (1,14) (Tabel 5). Hal ini sesuai dengan Monografi Desa Pekon Gunung Terang (2010) yang menyatakan bahwa perkebunan organik di Pekon Gunung Terang telah dilakukan ± 5 tahun dan sampai saat ini perkebunan organik masih akan terus dikembangkan dengannya memberikan pupuk nabati berupa kompos dari seresah-seresah daun kopi yang banyak ditemukan di kebun kopi, sehingga akan memperbaiki pencemaran lingkungan yang pernah terjadi akibat pemakaian pestisida selama hampir 20 tahun (1985 - 2004) [2].

Sebaliknya rendahnya indeks keanekaragaman dan melimpahnya satu genus semut yaitu *Dolichoderus* pada kebun anorganik mungkin disebabkan tersedianya kebutuhan nutrisi dan lingkungan yang masih sesuai untuk tempat berkembang biaknya semut ini dan telah resisten terhadap insektisida yang digunakan. Hal ini sesuai dengan pendapat Adriyani [10] mengatakan bahwa salah satu dampak penggunaan pestisida yaitu menimbulkan spesies resisten ataupun terjadinya ledakan hama sekunder. Noor dan Raffiudin [12] juga menyatakan bahwa penggunaan lahan secara intensif dan berlebihan dapat meningkatkan kemelimpahan spesies semut.

Keanekaragaman dan kemelimpahan semut di suatu ekosistem juga dipengaruhi oleh faktor fisik seperti temperatur (°C) dan derajat keasaman tanah (pH). Data faktor fisik selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Temperatur dan pH di kebun organik dan anorganik dengan naungan dan tanpa naungan di Pekon Ngarip dan Pekon Gunung Terang

No	Tipe Kebun	Tanggal Pengamatan	°C	pH
1	Kebun Organik Naungan	29 Desember 2013	22	6,3
2		30 Desember 2013	22	6,8
3		31 Desember 2013	22	6,8
4	Kebun Organik Tanpa Naungan	01 Januari 2014	22	4,5
5		02 Januari 2014	22	4
6		03 Januari 2014	22	4,5
7	Kebun Anorganik Naungan	14 Januari 2014	21	4,5
8		15 Januari 2014	23	4,8
9		16 Januari 2014	23	6
10	Kebun Anorganik Tanpa Naungan	17 Januari 2014	21	6,2
11		18 Januari 2014	22	5,3
12		19 Januari 2014	20	6,2

Suhu pada saat pengamatan (Tabel 4) berkisar antara 20 °C - 23 °C dan pH tanah di keempat tipe kebun berkisar antara 4,0 (asam) - 6,8 (netral). Suhu antara 20 °C - 23 °C merupakan suhu optimal di daerah pegunungan dan merupakan hal yang toleran bagi keberadaan semut di perkebunan kopi. Hal yang sama pada pH tanah dimana suhu 4,0 (asam) - 6,8 (netral) merupakan keadaan tanah yang masih dapat digunakan sebagai tempat hidup dan berkembang biaknya semut. Hal ini sesuai dengan Riyanto [8] yang mengatakan bahwa kisaran pH asam - netral yaitu 4,0 - 7,0 merupakan hal yang umum bagi serangga

tanah yang aktif sepanjang hari. Menurut pendapat Rahmawati [13] bahwa suhu dan pH merupakan faktor fisik yang sangat mempengaruhi keberadaan semut terutama kelimpahan semut.

SIMPULAN DAN PROSPEK

Adapun simpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Di dapatkan 16 genus semut di kebun organik naungan dan tanpa naungan dan 15 Genus semut di kebun anorganik dengan naungan dan tanpa naungan dengan semut yang mendominasi yaitu *Dolichoderus*, *Crematogaster*¹, dan *Oecophylla*.
2. Myrmicaria dan Echinopla merupakan genus semut yang paling sedikit ditemukan dan hanya ditemukan pada kebun anorganik
3. Keragaman semut tertinggi berdasarkan nilai Indeks H' 1,88 yaitu pada kebun organik naungan dan kelimpahan semut tertinggi pada kebun anorganik naungan dengan nilai Di yaitu 7,86.
4. Temperatur dan pH merupakan faktor fisik yang sangat mempengaruhi keberadaan semut.

Penelitian mengenai jenis-jenis semut penghuni kanopi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga penelitian-penelitian lain mengenai semut masih sangat diperlukan dan dapat dilanjutkan untuk penelitian mengenai kemampuan semut *Dolichoderus thoracicus* dan *Oecophylla smaragdina* dalam menurunkan efektifitas Hama Penggerek Buah Kopi/PBKO (*H. hampei*) yang banyak ditemukan di perkebunan kopi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan sebesar - besarnya kepada pihak World Wide Fund for Nature - Indonesia (WWF - Indonesia), kepala Pekon Ngarip dan Sekretaris Desa Pekon Gunung Terang serta Masyarakat Pekon Ngarip dan Pekon Gunung Terang yang telah membantu dan memberikan kesempatan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian hingga terselesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pekon Ngarip. 2010. *Profil Pekon Ngarip Kecamatan Ulu Belu Tahun 2010*. Lampung : Kabupaten Tanggamus.
- [2] Pekon Gunung Terang. 2011. *Profil Gunung terang Kecamatan Air Hitam, Kabupaten Lampung Barat 2011*. Lampung : Lampung Barat.
- [3] Lampung Post. 2013. <http://lampost.co/berita/tim-pembina-perkopian-cermati-penolakan-kopi-lampung>. 10 Oktober 2013. 12.01.
- [4] Djojsumarto, P. 2008. *Pestisida dan Aplikasinya*. Jakarta : PT. Agromedia Pustaka.
- [5] Hashimoto, Yoshiaki. 2003. *Identification Guide To the Ant Genera of Borneo*.
- [6] Odum, E.P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Diterjemahkan oleh T. Samingan. Edisi ke-3. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- [7] Magguran, Anne. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. New Jersey : Princeton University Press.
- [8] Riyanto. 2007. Kepadatan, Pola Distribusi, dan Peranan Semut pada Tanaman di Sekitar Lingkungan tempat Tinggal. *Jurnal Penelitian Sains: Vol 10, Nomor 2, Mei 2007*. Hal: 241-253.
- [9] Suhara. 2009. *Semut Rangrang (Oecophylla smaragdina)*. Jakarta : Universitas pendidikan Indonesia.

- [10] Adriyani, Retno. 2006. Usaha Pengendalian Pencemaran Lingkungan Akibat Penggunaan Pestisida Pertanian. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol 3, No.1, Juli 2006 : 95 – 106.
- [11] Van Mele dan Nguyen Thi Thu Cuc (alih bahasa oleh: Subekti Rahayu). 2004. Semut Sahabat Petani. [ICRAF] World Agroforestry center, 61 PP. CABI Bioscience.
- [12] F. Noor, Meiry. 2009. Eksplorasi Keragaman Spesies Semut di Ekosistem Terganggu Kawasan Cagar Alam Telaga Warna Jawa Barat. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*. Semarang.
- [13] Rahmawati, 2004. Studi Keanekaragaman Mesofauna Tanah di Kawasan Hutan Wisata Alam Sibolangit. *USU e-USU repository* : 1-17.

**UJI IN VIVO EKSTRAK SAMBILOTO (*Andrographis paniculata* Nees.)
TERHADAP KUALITAS SPERMATOZOA EPIDIDIMIS Mencit (*Mus musculus* L.
Swiss Webster)**

**IN VIVO TEST OF SAMBILOTO (*Andrographis paniculata* Nees.) EXTRACT ON
MICE (*Mus musculus* L. Swiss Webster) SPERMATOZOA QUALITY**

Ramadhan Sumarmin

Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang
ramadhan_unp@yahoo.com

ABSTRACT

Bitter (*Andrographis paniculata* Nees.) used for prevention of various diseases, such as anticancer, anti-inflammatory, and antifertility. One of the bitter content is Andrographolide. It has an antimutagenic agent cause decreased of sperm quality. This aimed of this research to determine effects of bitter extract to the mice (*Mus musculus* L. Swiss Webster) epididymal-sperm quality. The research used Completely Randomized Design (CRD), 4 treatments and 6 replications as the A control without any bitter extract, and the other were gave a bitter extract orally for 36 days with a dosages of B 0.2 ; C 0.4; or D 0.6 g/bb/day. After treatment, the mice were decapitated, dissected and taken the epididymal. The number of normal and abnormal spermatozoa were counted using Improved Neubauer method and Eocine Stained. Data were analyzed by *Analysis Of Variance* (ANOVA) and Duncan New Multiple Range Test. The results showed the highest average number of sperm in the control A 29.83×10^5 , comparison to B 18.17×10^5 ; C 24.33×10^5 and D 14.17×10^5 . The average of normal sperm decreased as the increased of dosage. The number of abnormal sperm increased as the increased of dosage. It can concluded that the bitter extract orally for 36 days can decrease of mice sperm quality and increase of mice abnormal sperm.

KeyWord: Bitter, Andrographolide, Spermatozoa, Epididymal.

ABSTRAK

Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees.) Digunakan untuk pencegahan berbagai penyakit, seperti antikanker, anti-inflamasi, dan antifertilitas. Salah satu kandungan dari sambiloto yaitu Andrographolide. Kandungan ini memiliki antimutagenik agen yang menyebabkan penurunan kualitas sperma. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh ekstrak sambiloto pada kualitas epididimis-sperma tikus (*Mus musculus* L. Swiss Webster). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), 4 perlakuan dan 6 ulangan sebagai kontrol A tanpa ekstrak pahit, dan lain memberikan ekstrak pahit oral selama 36 hari dengan dosis B 0,2; C 0,4; atau D 0,6 g / bb / hari. Setelah pengobatan, tikus yang dibedah dan diambil epididimis tersebut. Jumlah normal dan abnormal spermatozoa dihitung dengan menggunakan metode Peningkatan Neubauer dan Eocine Stained. Data dianalisis dengan Analisis Varian (ANOVA) dan Duncan New Multiple Range Test. Hasil penelitian menunjukkan jumlah rata-rata tertinggi sperma dalam kontrol A $29,83 \times 10^5$, perbandingan ke B $18,17 \times 10^5$; C $24,33 \times 10^5$ dan D 14.17×10^5 . Rata-rata jumlah sperma normal menurun seiring peningkatan dosis. Jumlah sperma yang abnormal meningkat seiring peningkatan dosis. Hal ini dapat disimpulkan bahwa ekstrak sambiloto selama 36 hari dapat menurunkan kualitas sperma tikus dan peningkatan tikus sperma yang abnormal.

Kata kunci: Sambiloto, Andrographolide, Spermatozoa, Epididymal.

PENDAHULUAN

Penggunaan tumbuhan sebagai obat tradisional serta pengobatan tradisional telah lama dipraktekkan di seluruh dunia, baik di Negara berkembang maupun negara maju termasuk Indonesia. Menurut WHO, sekitar 65% dari penduduk negara maju dan 80% dari penduduk negara berkembang telah menggunakan tumbuhan sebagai obat tradisional. Dukungan WHO terhadap konsep *back to nature* dibuktikan dengan adanya rekomendasi untuk menggunakan tumbuhan sebagai obat tradisional termasuk penggunaan herball dalam pemeliharaan kesehatan masyarakat, dan pencegahan penyakit, terutama untuk penyakit kronis, penyakit degeneratif dan kanker [1].

Indonesia merupakan salah satu Negara dengan potensi pasar tumbuhan sebagai obat herbal dan fitofarmaka memiliki lebih kurang 30.000 spesies tumbuhan dan 940 spesies diantaranya adalah tumbuhan berkhasiat obat. Sampai saat ini ada 180 spesies yang telah dimanfaatkan oleh industri jamu tradisional. Beberapa tumbuhan yang berkhasiat sebagai obat juga digunakan oleh masyarakat sebagai bahan obat untuk menjarangkan kelahiran. Contoh hal tersebut adalah pada masyarakat suku Dayak Mangkling di Kalimantan Selatan yang meminum air rendaman akar bikat (*Gnetum gnemoides* Brongn.) sebagai obat KB.

Hingga kini, pengaturan fertilitas lebih banyak ditujukan pada wanita, karena metode kontrasepsi yang tepat bagi pria masih belum meyakinkan dan sering timbul efek samping dan berbagai kendala yang menyertainya. Berbagai teknik untuk menurunkan fertilitas pada pria dilakukan diantaranya dengan pemakaian bermacam senyawa antifertilitas yang diduga dapat menurunkan jumlah sperma, pengaturan hormon, pencegahan maturasi sperma, dan perubahan struktur sperma sendiri. Pemakaian senyawa antifertilitas pada pria memiliki persyaratan tertentu, seperti dapat menurunkan jumlah sperma sampai mencapai azoospermia, aman bagi kesehatan, bersifat dapat dipulihkan kembali dalam jangka tertentu, dan bekerja secara spesifik [2].

Saat ini Balai POM bekerjasama dengan beberapa perguruan tinggi sedang meneliti 9 tanaman obat unggulan nasional sampai ke tahap uji klinis, salah satu di antaranya adalah sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees.). Halim *dkk.*, [3] menyatakan ekstrak etanol herba sambiloto mengakibatkan kerusakan *tubulus seminiferus* yang merupakan jaringan pembentuk spermatozoid. Kenaikan dosis yang diberikan, semakin memperparah kerusakan *tubulus seminiferus* yang ditimbulkan. Menurut Akhbarsah [4] pemberian serbuk daun kering *A. paniculata* pada tikus albino jantan secara oral dengan dosis 20 mg serbuk setiap hari selama 60 hari menghasilkan penghentian spermatogenesis dan kerusakan tubulus seminiferus testis.

Sejak pertengahan akhir abad ke-20, berbagai studi telah dilakukan sebagian besar konsentrasinya untuk mengetahui komposisi, keamanan, khasiat dan mekanisme kerja sambiloto. Di Indonesia sendiri, sambiloto dipasarkan baik dalam sediaan tunggal dalam bentuk tablet, yang masih tergolongsediaan jamu [1]. Kandungan kimia yang terdapat dalam ekstrak sambiloto adalah lakton dan flavonoid [5]. Kandungan utama tanaman sambiloto adalah andrografolid.

Andrografolid adalah zat aktif dalam sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees.) yang berfungsi untuk mencegah pembelahan sel (sitokinesis). Dalam hal ini proses gametogenesis pada tahap proliferasi mengalami penurunan mengakibatkan spermatogonia yang diproduksi juga akan menurun, kemudian jumlah sperma yang akan dihasilkan berkurang. Salah satu proses sitokinesis yang terjadi dalam tubuh adalah proses spermatogenesis. permatogenesis dipengaruhi oleh hormon. Menurut Halim *dkk.* [3] mekanisme ekstrak sambiloto tidak

mempengaruhi LH dan hormon androgen. Hal ini sama dengan hasil penelitian dari Behr (2002) dalam [3], yang mendapati bahwa andrografolid tidak berhubungan dengan hormon androgen, tetapi kemungkinan terkait dengan FSH yang dihasilkan oleh kelenjar hipofisis anterior.

Andrografolid dimanfaatkan pada penderita sel kanker, dapat juga mempengaruhi proses spermatogenesis dalam tubulus seminiferus dan dapat berimbas pada kualitas spermatozoa yang dihasilkan. Andrografolid yang terdapat dalam ekstrak daun sambiloto diduga mampu menurunkan jumlah dan kualitas spermatozoa [6]. Berdasarkan uraian tersebut telah dilakukan penelitian yang berjudul "Pengaruh Ekstrak Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees.) Terhadap Kualitas Spermatozoa Epididimis Mencit (*Mus musculus* L.) Swiss Webster".

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilakukan pada Juli-Agustus 2013 di laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA UNP.

Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), 4 perlakuan dan 6 ulangan yaitu Kontrol A ; Perlakuan B diberi ekstrak sambiloto dosis 0,2g/ekor/hari; Perlakuan C diberi ekstrak sambiloto dosis 0,4g/ekor/hari; Perlakuan D diberi ekstrak sambiloto dosis 0,6g/ekor/hari

Prosedur Penelitian

Pembuatan Ekstrak *Andrographis paniculata* Nees.

Sambiloto diambil dari daerah Pisang, kota Padang Sumatera Barat. Sambiloto diambil dengan cara mencabut seluruh bagian dari tumbuhan. Sambiloto yang diambil adalah sambiloto yang sudah berbunga Balai POM. Bagian yang akan digunakan adalah daun dan percabangannya saja. Daun dan percabangan sambiloto dipotong-potong sepanjang 1-2 cm kemudian dijemur di bawah sinar matahari sampai kering (bewarna kecoklatan). Setelah kering, lalu dihaluskan dengan menggunakan lumpang dan alu sehingga berbentuk serbuk kering. Untuk pembuatan ekstrak sambiloto dibuat dengan menggunakan metode maserasi. Filtrat diuapkan di dalam water bath pada suhu 50⁰ C sampai pelarutnya habis menguap sehingga dihasilkan ekstrak pekat. Untuk melarutkan ekstrak digunakan akuabides sebanyak 100 ml kemudian dilarutkan dalam larutan CMC 2%. Persiapan hewan uji

Hewan yang digunakan adalah mencit jantan (*Mus musculus* L.) Swiss Webster dengan umur dewasa 11-12 minggu yang diperoleh dari laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA UNP Padang. Mencit ditempatkan pada kandang berupa baskom plastik bentuk persegi panjang dengan ukuran 30cm (p) x 20cm (l) x 10cm (t) yang ditutupi dengan kawat dan diberi alas sisa ketaman kayu yang diganti dua kali seminggu. Pakan dan air minum diberikan secara *ad libitum*.

Penentuan dosis

Adapun dosis yang diberikan mengacu pada dosis sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees.) yang sudah dikonsumsi manusia 0,511 g dan dikonversi ke mencit. Maka untuk melihat efek antifertilitas terhadap mencit jantan. Untuk dosis awal yang digunakan yaitu 0,4 g, selanjutnya dua kali diturunkan dan dua dinaikkan. Sehingga dosis yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,2 g, 0,4 g, dan 0,6 g.

Pelaksanaan Penelitian

Pemberian ekstrak

Pemberian ekstrak *Andrographis paniculata* Nees. secara oral dengan syringe tuberkulin dan jarum gavage pada hewan uji sebanyak 0,5cc/ekor mencit dilakukan setiap hari selama 35 hari mengacu ke lama siklus spermatogenesis 35,5 hari [7].

Pembedahan hewan coba

Pembedahan dilakukan pada skrotum mencit.

Penghitungan jumlah sperma

1. Memotong epididimis bagian kiri dan kanan, tempatkan di Petridis yang telah diisi dengan larutan PBS.
2. Mengurut epididimis dengan menggunakan pinset kecil lalu disedot semennya sebanyak 10 mikron menggunakan mikropipeter.
3. Semen dimasukkan ke dalam micro tube kemudian ditambahkan 90 mikron larutan PBS dan digetarkan dengan tangan supaya homogen.
4. Semen disedot sebanyak 20 mikron lalu diteteskan di atas Improved Neubauer, kemudian diamati dibawa mikroskop.
5. Sperma yang didapat dihitung dalam 5 kotak yaitu a, b, c, d dan e dihitung dengan mempergunakan pembesaran 400 kali
6. Hasil perhitungan jumlah spermatozoa kemudian dimasukkan ke dalam rumus penentuan jumlah sperma/ mL suspensi sebagai berikut :

$$\text{Jumlah sperma} = N/2 \times 10^5 \text{ sperma/ mL}$$

dengan N = jumlah sperma yang dihitung pada kotak a, b, c, d dan e.

7. Selanjutnya sediaan semen disedot sebanyak 20 mikron lalu diberi pewarnaan dengan eosin untuk melihat morfologi sperma.

Parameter Penelitian

Adapun yang menjadi parameter dalam penelitian ini adalah:

- a) Jumlah sperma epididimis dihitung dengan menggunakan kamar hitung Improved Neubauer.
- b) Morfologi sperma, meliputi bentuk normal dan abnormal sperma epididimis.

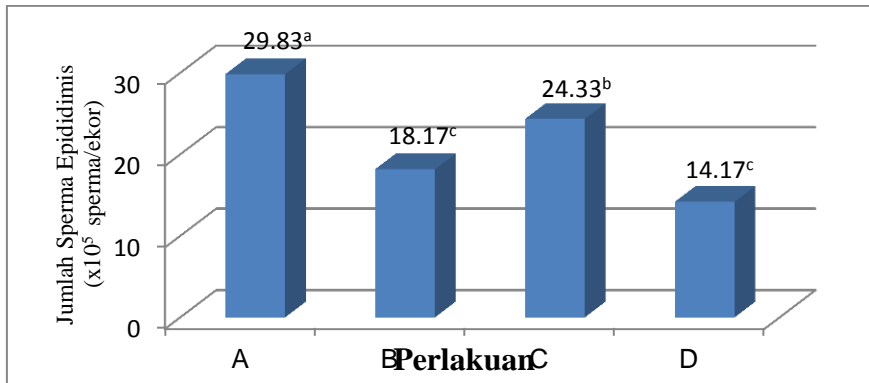
Teknik Analisis Data

Data hasil pengamatan disajikan berupa kualitatif dan kuantitatif, data dianalisis dengan ANOVA (*Analisis of Varians*). Hasil analisis data memperlihatkan pengaruh maka dilakukan uji lanjut DNMRT pada derajat α 5 % [8].

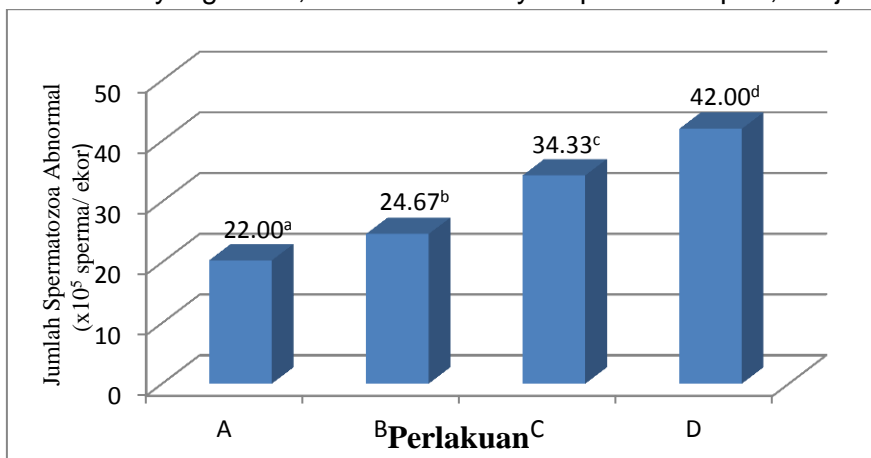
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian ini dapat diketahui pengaruh ekstrak sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees.) terhadap kualitas spermatozoa mencit (*Mus musculus* L.) Swiss Webster adalah pada Gambar 1.

Data jumlah spermatozoa yang diperoleh dari semen yang didapat pada epididimis mencit menunjukkan adanya pengaruh ekstrak sambiloto (Gambar 1) terhadap jumlah sperma. Jumlah paling sedikit didapat pada perlakuan 0,6 g/ekor/hari yaitu $14,17 \times 10^5$.

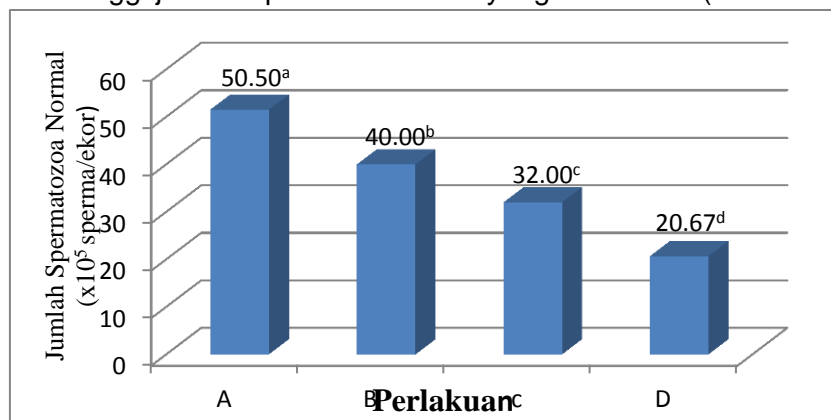


Gambar 1. Histogram Jumlah Spermatozoa Epididimis Mencit (*Mus musculus* L.) pada berbagai Perlakuan Ekstrak Sambiloto. Angka pada histogram yang diikuti huruf kecil yang sama, tidak berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ uji DNMRT



Gambar 2. Histogram Jumlah Spermatozoa Epididimis yang Abnormal Mencit (*Mus musculus* L.) pada Berbagai Perlakuan Ekstrak Sambiloto. Angka pada histogram yang diikuti huruf kecil yang sama, tidak berbeda nyata $p < 0,05$ uji DNMRT

Jumlah spermatozoa abnormal paling sedikit ditemukan pada control, yaitu $22,00 \times 10^5$ dan paling tinggi pada perlakuan 0,6 g/ekor/hari yaitu $42,00 \times 10^5$. Semakin tinggi dosis perlakuan semakin tinggi jumlah sperma abnormal yang ditemukan (Gambar 2).



Gambar 3. Histogram Jumlah Sperma Epididimis yang Normal Mencit (*Mus musculus* L.) pada Berbagai Perlakuan Ekstrak Sambiloto. Angka pada histogram yang diikuti huruf kecil yang sama, tidak berbeda nyata $p < 0,05$ uji DNMRT.

Jumlah spermatozoa normal yang tertinggi pada perlakuan control yaitu $50,50 \times 10^5$ (Gambar 3) dan paling rendah pada perlakuan 0,6 yaitu $20,67 \times 10^5$. Semakin tinggi dosis perlakuan semakin sedikit jumlah sperma normal yang diperoleh.

PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan didapatkan hasil jumlah sperma pada semua perlakuan yang diberi ekstrak sambiloto sambiloto. Berdasarkan hasil analisis statistik bahwa pemberian ekstrak sambiloto dalam berbagai dosis berpengaruh terhadap jumlah spermatozoa epididimis mencit. Pemberian dosis yang semakin tinggi menyebabkan jumlah sperma semakin berkurang (Gambar 1).

Zat aktif yang terdapat dalam ekstrak sambiloto dapat mencegah terjadinya pembelahan sel (sitokinesis), sehingga proses gametogenesis pada tahap proliferasi mengalami penurunan dan mengakibatkan jumlah sperma yang dihasilkan juga berkurang. Halim *dkk.* [3] penurunan jumlah spermatozoa dapat disebabkan terhambatnya proses mitosis pada tubulus seminiferus oleh senyawa antimitosis.

Dosis terbaik yang bisa digunakan sebagai obat antifertilitas adalah pada 0,2 g/ekor/hari karena sudah menunjukkan adanya pengurangan sperma. Namun pada dosis 0,4g/ekor/hari jumlah rata-rata sperma lebih tinggi bila dibandingkan dengan perlakuan 0,2 g dan 0,6 g. Meningkatnya jumlah sperma pada perlakuan 0,4 g diduga karena hewan uji yang memiliki variasi dalam ketahanan fisiologis dari dosis yang diberikan, tapi jumlah sperma tidak melebihi kontrol.

Dari hasil pemeriksaan spermatozoa abnormal (Gambar 2) pada epididimis dimana diperoleh rata-rata sperma abnormal pada dosis 0,2 g/ekor/hari, 0,4 g/ekor/hari, 0,6g/ekor/hari lebih tinggi bila dibandingkan dengan kontrol. Setelah dianalisis secara statistik dimana pemberian ekstrak sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees.) berpengaruh terhadap jumlah sperma yang abnormal. Hal ini disebabkan karena adanya gangguan maturasi spermatozoa pada fase spermiogenesis. Proses maturasi spermatozoa selama berada di dalam saluran epididimis dipengaruhi oleh hormon androgen dan yang disekresikan oleh sel epitel epididimis. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Bardin [9] bahwa di dalam tubulus seminiferus androgen berfungsi dan mengontrol proses spermiogenesis pada pembelahan meiosis dan proses spermiogenesis. Gangguan pada maturasi spermatozoa mengakibatkan sperma menjadi abnormal seperti ekor bergulung, kepala tanpa ekor, kepala tanpa pengait, dan leher patah. Perlakuan 0,2 g adalah dosis terbaik yang bisa digunakan sebagai obat antifertilitas karena sudah menunjukkan pengurangan jumlah sperma yang abnormal.

Jumlah sperma normal (Gambar 3) pada epididimis mencit diperoleh pada semua perlakuan yang diberi ekstrak sambiloto didapat lebih rendah dari kontrol. Hasil analisis varian didapatkan bahwa ekstrak sambiloto berpengaruh terhadap jumlah spermatozoa normal pada mencit. Dosis 0,2 g sudah menyebabkan jumlah sperma normal mengalami penurunan. Pada dosis tersebut juga sudah bisa dijadikan sebagai obat antifertilitas pada jantan karena dapat menghambat atau mengurangi jumlah sperma yang normal. Berdasarkan hal tersebut dapat diaplikasikan bahwa pemberian ekstrak sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees.) berpengaruh terhadap jumlah spermatozoa epididimis mencit dan menyebabkan sperma menjadi abnormal.

KESIMPULAN DAN PROSPEK

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ekstrak sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees.) dapat menurunkan kualitas spermatozoa mencit (*Mus musculus* L.) dan meningkatkan abnormalitas spermatozoa.

Prospek

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang pengaruh ekstrak sambiloto terhadap histologi epididimis mencit jantan dengan dosis yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widyawati, T. 2007. Aspek Farmakologi Sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness.). Universitas Sumatera Utara. Diakses 01 Desember 2012.
- [2] Suropto, Lien A. S, Hasanudin, dan Dwi. A. A. 2000. Pengaruh Prostaglandin F₂ α Terhadap Fertilitas Tikus (*Rattus norvegicus*) Wistar Jantan. Bandung. Diakses 20 Maret 2013.
- [3] Halim, V.S., C.J. Soegihartdjo dan D.M. Rizal. 2004. Pengaruh Ekstrak Etanol Herba Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees.) Terhadap Spermatogenesis Mencit Jantan Dewasa dan Uji Kualitatif Kromatografi Lapis Tipis. Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada. Diakses 16 Oktober 2012.
- [4] Akhbarsha, MA, Manivannan B, Hamid KS, Vijayan B, 1990. *Anti fertility Effect of Andrographis paniculata* Nees. in Male Albino Rats, Ind. J. Diakses 01 November 2012.
- [5] Hariana, Arief. 2007. Tumbuhan Obat dan Khasiatnya. Seri 3. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [6] Cristijanti, W. 2007. Efek Antifertilitas Ekstrak Daun Sambiloto Pada Kualitas Spermatozoa Mencit. Diakses 01 November 2012.
- [7] Rugh, Robert. 1968. *The Mouse It's Reproduction and Development*. Minneapolis; Burges Publishing Company.
- [8] Hanafiah, K.A. 2004. Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi. Jakarta.
- [9] Bardin, C. W. 1986. *Pituitary Testicular Axis dalam Reproduksi Endrocrinology* (2 nd ed). Edit. S. S. C. Yen and R. B. Jaffe. Philadelphia Sounder.

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI MIKROBA INDIGENUS ASAL LAHAN GAMBUT DI
DESA RIMBO PANJANG KABUPATEN KAMPAR PROVINSI RIAU TERHADAP
Ralstonia solanacearum DAN *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae***

**ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF MICROBES INDIGENOUS FROM PEAT SOIL RIMBO
PANJANG VILLAGE KAMPAR RIAU PROVINCE AGAINST *Ralstonia solanacearum* and
Xanthomonas oryzae pv. *oryzae***

**Rodesia Mustika Roza, Atria Martina, Delita Zul, Bernadetta L. Fibriarti, Dwiana
Inggriani, Nasroh Wizra**

Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR Subrantas Panam Pekanbaru RIAU
rodesiamustikaroza@yahoo.com

ABSTRACT

Ralstonia solanacearum and *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* are bacteria to cause disease of plant. Microorganisms can be used as biocontrol agent that is environmental friendly and potential to be developed. This study aimed to test the potential of 279 microbes indigenous (3 isolates of bacteria, 165 isolates of fungus and 111 isolates of actinomycetes) isolation from peat soil Rimbo Panjang Village Kampar Riau Province, to produce antibacterial activity against *Ralstonia solanacearum* and *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. Antibacterial activity of microbes were tested using agar disk method and measured based on the ratio between the clear zone and colony diameter (ratio Z/K) and then grouped into high, medium and low criteria. The results showed 31 isolates (20 isolates of fungus and 11 isolates of actinomycetes) have potential ability of inhibiting *R. solanacearum*. The highest activity was isolate RB3S51 (*Streptomyces* sp.) with ratio 2.87 and the lowest ratio isolate RPL2-38 (*Penicillium* sp.) with ratio 1.14. A total 43 isolates (23 isolates of fungus and 20 isolates of actinomycetes) have potential ability of inhibiting *X. oryzae* pv. *oryzae*. The highest activity was isolate RBIS6 (*Streptomyces* sp.) with ratio 2.98. and the lowest ratio isolate L5J2 (*Penicillium* sp.) with ratio 1.22.

Key words: antibacterial, peat soil, Riau, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

ABSTRAK

Ralstonia solanacearum dan *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* adalah bakteri yang menyebabkan penyakit pada tanaman. Mikroorganisme dapat digunakan sebagai agen biokontrol yang ramah lingkungan dan berpotensi untuk dikembangkan Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi 279 mikroba indigenus (3 bakteri, 165 jamur dan 111 aktinomisetes) asal tanah gambut Rimbo Panjang Kabupaten Kampar Riau dalam menghasilkan aktivitas antibakteri terhadap *R. solanacearum* dan *X. oryzae* pv. *oryzae*. Metode yang digunakan adalah *agar disk* dengan menghitung rasio aktivitas antara diameter zona hambat dan diameter koloni (Z/K) dan kemudian dikelompokkan ke dalam kriteria tinggi, sedang dan rendah. Hasil diperoleh 31 isolat (20 isolat fungi dan 11 isolat aktinomisetes) memiliki kemampuan menghambat *R. solanacearum*. Rasio tertinggi isolat RB3S51 (*Streptomyces* sp.) dengan rasio 2,87 dan rasio terendah isolat RPL2-38 (*Penicillium* sp.) dengan rasio 1,14. Empat puluh tiga isolat ((23 isolat fungi dan 20 isolat aktinomisetes) menghambat pertumbuhan *X. oryzae* pv. *oryzae*. Rasio tertinggi isolat isolat RBIS6 (*Streptomyces* sp.) dengan rasio 2,98 dan rasio terendah isolat L5J2 (*Penicillium* sp.) dengan rasio 1,22.

Kata kunci: antibakteri, lahan gambut, Riau, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

PENDAHULUAN

Mikroorganisme patogen (virus, bakteri dan jamur) dan parasit (nematoda dan protozoa) adalah penyebab beberapa penyakit pada tanaman [1]. Bakteri *Ralstonia solanacearum* dan *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* adalah bakteri yang menyebabkan penyakit pada tanaman. *R. solanacearum* adalah bakteri yang menyerang tanaman tembakau, tomat, kentang dan pisang dan *X. oryzae* pv. *oryzae* menyerang tanaman padi [2,3,4].

Pengendalian penyakit tanaman sebagian besar dilakukan dengan menggunakan senyawa kimia sintetik [5]. Penggunaan senyawa kimia sebagai pembasmi penyakit tanaman mulai dikurangi berkaitan dengan dampak negatif yang dapat berakibat fatal terhadap manusia dan lingkungan. Saat ini, pendekatan secara "*biological control*" menggantikan penggunaan senyawa kimia tersebut [6].

Mikroorganisme sebagai agen biokontrol berpotensi untuk digunakan sebagai kontrol patogen tanaman karena tidak merusak lingkungan dan hanya merusak organisme target. Mikroorganisme tersebut menghasilkan metabolit yang bersifat patogenik terhadap organisme target, seperti enzim-enzim ekstraseluler [2, 7,8].

Pada penelitian ini mikroba hasil penelitian terdahulu (Penelitian Berbasis Lab 2011) asal tanah gambut desa Rimbo Panjang Kabupaten Kampar, akan diuji kemampuannya untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen tanah (*R. solanacearum* dan *X. oryzae* pv. *oryzae*), sehingga diharapkan mikroba tersebut dapat digunakan sebagai agen biokontrol penyakit tanaman untuk mengurangi penggunaan senyawa kimia. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan uji aktivitas isolat mikroba asal lahan gambut desa Rimbo Panjang Kabupaten Kampar dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen.

METODE PENELITIAN

Sebanyak 279 mikroba uji (3 isolat bakteri, 165 jamur dan 111 isolat aktinomisetes) merupakan koleksi Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau hasil isolasi dari tanah gambut desa Rimbo Panjang Riau dan memiliki kemampuan mendegradasi lignin dan selulosa. Uji aktivitas antibakteri mikroba dilakukan pada medium NA. Pengamatan dilakukan terhadap zona bening yang terbentuk pada masing-masing cawan petri dan diukur zona bening yang terbentuk.

Pembuatan Medium

Medium NA (*Nutrient Agar*)

Tepung NA dimasukkan sebanyak 25 gram ke dalam 1000 ml aquades dan dimasak hingga mendidih. Setelah itu, medium disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit.

Medium PDA (*Potato Dextrose agar*)

Kentang sebanyak 200 g dikupas dan dicuci bersih dipotong-potong, kemudian direbus dalam 500 ml air selama 1-2 jam. Ditambahkan aquades sampai volume 1 liter. Cairan ekstrak kentang ditambah 20 g dekstrosa dan 17 g agar kemudian diaduk sampai homogen, selanjutnya medium disterilisasi pada suhu 121°C/15 psi selama 15 menit.

Medium SCA (*Starch Casein Agar*)

Komposisi medium SCA (Pati 10 g, Casein 0.3 g, KNO₃ 2 g, K₂HPO₄ 2 g MgSO₄·7H₂O .0.05 g CaCO₃, 0.02 g FeSO₄·7H₂O 0.01, NaCl 2 g, Agar 18 g) semua bahan kecuali Casein dilarutkan dalam 800 ml aquades dimasak hingga mendidih. Setelah itu medium disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C/15 psi selama 15 menit. Casein dilarutkan dengan 200 ml aquades dan dipasteurisasi. Kedua medium dicampurkan secara aseptis.

Mikroorganisme dan Pemeliharaannya

Mikroba uji (3 bakteri, 165 jamur, 111 aktinomisetes) diremajakan kembali di dalam masing-masing medium (NA untuk bakteri, PDA untuk jamur dan SCA untuk aktinomisetes) pada suhu ruang selama 2-7 hari, kemudian disimpan pada suhu 4°C sampai waktu digunakan. Ada dua bakteri target yang dipakai, yaitu: *R. solanacearum* dan *X. oryzae* pv. *oryzae*. Sebelum digunakan bakteri tersebut diaktifkan kembali pada medium yang NA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 24 -48 jam.

Uji Mikroba terhadap Bakteri *Ralstonia solanacearum* dan *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dengan Metode Agar Disk

Sebanyak 2 ml dari masing-masing stok inokulum bakteri target dimasukkan ke dalam 200 ml medium NA (suhu 45°C), dan masing-masing dituangkan sebanyak 15 ml ke cawan Petri. Setelah mengeras diletakkan potongan agar ukuran diameter 0,5 cm masing-masing mikroba uji di atas cawan petri. Selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang. Pengamatan dilakukan dengan melihat dan mengukur diameter koloni dan zona bening yang terbentuk di sekeliling isolat uji, bakteri dan aktinomisetes pada hari ke-3 dan jamur pada hari ke-5 [9].

Analisis Data

Data disajikan dalam bentuk tabel. Pengelompokan zona hambat yaitu: diameter zona hambat kurang dari 12 mm (tidak ada aktivitas), 12 – 16 mm (sedang) dan lebih dari 16 mm (tinggi) [10]. Data pengukuran zona bening dan koloni dihitung berdasarkan rasio dengan rumus sebagai berikut :

$$R= Z/K$$

Keterangan :

R= Rasio aktivitas

Z= Diameter zona bening

K= Diameter koloni

Data rasio dilakukan uji nilai tengah untuk mengetahui aktivitas masing-masing isolat [11].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji daya hambat 279 mikroba ((3 bakteri, 165 jamur, 111 aktinomisetes) diperoleh 31 isolat yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *R. solanacearum* (Tab. 1). Kisaran rasio dalam menghambat pertumbuhan bakteri target 1,14 - 2,87. Rasio tertinggi dalam menghambat bakteri target adalah isolat RB3S51 (*Streptomyces* sp.) dan yang terendah isolat RPL2-38 (*Penicillium* sp.). Kriteria rasio tinggi paling banyak diperoleh dari isolat aktinomisetes yaitu lima isolat dan tiga isolat adalah jamur. Hasil isolasi aktinomisetes asal rizosfer tanaman diperoleh 57 isolat *Streptomyces* (aktinomisetes) yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *E. coli* ATCC 25922 [12]. Penelitian ini menunjukkan bahwa kelompok aktinomisetes berpotensi

digunakan sebagai antibakteri. Aktinomisetes memiliki kemampuan spesifik dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan selektivitas ini tergantung pada medium dan kondisi pertumbuhan aktinomisetes tersebut [13].

Zona hambat isolat aktinomisetes terbesar adalah isolat RB3S51 (*Streptomyces* sp.) yaitu 26,3 mm. Zona hambat lebih dari 16 mm termasuk memiliki aktifitas tinggi [10]. Zona hambat yang dihasilkan isolat RB3S51 (*Streptomyces* sp.) lebih besar dibandingkan *Streptomyces* sp yang diisolasi dari tanah gambut Serawak menunjukkan zona hambat dengan kisaran 15-20 mm terhadap pertumbuhan *R. solanacearum* [14]. Zona hambat jamur terbesar adalah isolat RPL2-29 (*Penicillium* sp.) yaitu 12,3 mm. Zona hambat yang ditunjukkan isolat RPL2-29 (*Penicillium* sp.) lebih besar dibanding isolat *Penicillium* sp. yang diisolasi dari akar tanaman kentang yaitu sebesar 11 mm [15].

Tabel 1. Kriteria rasio daya hambat mikroba terhadap *Ralstonia solanacearum*

Kriteria	Rasio	Isolat	Kemampuan degradasi*
Tinggi	1,97-2,87	RB3S51 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
		RB1S4	Selulosa
		RB2S38 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
		RB1S7 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
		RB5S82 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Lignin
		RPL2-29 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL3-12 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		L3J8 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
Sedang	1,52-1,90	RB3S58 (<i>Micromonospora</i> sp.)	Selulosa
		RB2S33 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
		RPL5-12 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL3-19 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RB3S55 (<i>Penicillium</i> sp.)	Selulosa
		RPL1-8 (<i>Trichoderma</i> sp.)	Lignin
		RPL3-21 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL5-10 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL4-1 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
RPL1-9 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin		
Rendah	1,14-1,50	L4A7 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Lignin
		L4J4 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL1-7 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL1-4 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		L1J6 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL5-1 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL3-8 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RB5S84 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
		L4J3 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL2-2 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RB3S57 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
		RPL5-5 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
RPL2-38 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin		

Keterangan: * = Penelitian Berbasis Laboratorium 2011

Uji daya hambat 279 mikroba terhadap *X. oryzae* pv. *oryzae* diperoleh 43 isolat mikroba memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *X. oryzae* pv. *oryzae* (Tab. 2). Pada Tabel 2 terlihat kisaran rasio zona hambat yang dihasilkan antara 1,22 – 2,98. Isolat RB1S6 (*Streptomyces* sp.) menunjukkan rasio tertinggi dan rasio terendah isolat L5J2 (*Penicillium* sp.). Rasio daya hambat kriteria tinggi didominasi kelompok aktinomisetes yaitu *Streptomyces* (9 isolat) dari 13 isolat kriteria tinggi. Kelompok mikroba penghasil antibiotik terbesar adalah *Streptomyces* yaitu sekitar 74%. Produk metabolit ini aktif sebagai antifungi

dan antibakteri. Pada kelompok jamur spesies *Aspergillus*, *Penicillium* dan *Fusarium* juga mampu menghasilkan senyawa bioaktif sebagai antifungi atau antibakteri [16].

Tabel 2. Kriteria rasio daya hambat mikroba terhadap *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

Kriteria	Rasio	Isolat	Kemampuan degradasi*
Tinggi	1,97-2,98	RB1S6 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
		RB2S33 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
		RB3S51 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
		RB5S82 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
		RB2S37 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
		RB2S25 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
		RB2S38 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
		RB1S4	Selulosa
		L4A7 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Lignin
		L5J15 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL3-10 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RB2S30 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
		L2A9	Lignin
Sedang	1,47-1,92	L2J1 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		L1J5 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		L5J12 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL1-5 (<i>Trichoderma</i> sp.)	Lignin
		L4J4 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL3-6 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL3-19 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RB3S59 (<i>Rhodococcus</i>)	Selulosa
		RPL3-9 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL3-13 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL2-17 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL1-9 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RB2S32	Selulosa
		L1J6 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL3-21 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL1-7 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RB1S12 (<i>Rhodococcus</i>)	Selulosa
		RPL4-12 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL1-12 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RB3S44 (<i>Rhodococcus</i>)	Selulosa
RB3S52 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa		
RB3S62 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa		
Rendah	1,22-1,41	RPL2-36 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RPL3-2 (<i>Trichoderma</i> sp.)	Lignin
		RPL3-1 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RB1S7 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
		RPL3-32 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin
		RB1S11	Selulosa
		RB1S21 (<i>Streptomyces</i> sp.)	Selulosa
L5J2 (<i>Penicillium</i> sp.)	Lignin		

Keterangan: * = Penelitian Berbasis Laboratorium 2011

Kisaran zona hambat terhadap *X. oryzae* pv. *oryzae* adalah 8 - 26,8 mm. Zona hambat terbesar ditunjukkan isolat RB1S6 (*Streptomyces* sp.) dan terkecil isolat RB1S21 (*Streptomyces* sp.). Hasil isolasi *Streptomyces* dari tanah juga memperlihatkan bahwa isolat *Streptomyces* menunjukkan kemampuan menghambat pertumbuhan *X. oryzae* pv. *oryzae* [17].

Penggunaan mikroba atau sekresinya dapat digunakan untuk mencegah serangan bakteri penyebab penyakit pada tanaman sebagai alternatif agen biokontrol. Saat ini pengendalian secara biologis telah menjadi pendekatan penting untuk memfasilitasi pertanian berkelanjutan. Pada penelitian lain juga diperoleh *Streptomyces* dari tanah yang memiliki

aktivitas antifungi dan antibakteri. Isolat KEH23 diketahui berpotensi digunakan sebagai agen biokontrol [18]. *Streptomyces* menghasilkan antibiotik berupa tetrasiklin, makrolida, quinoliklin dan meroparamisin yang menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan Gram negatif [19]. Mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri melalui beberapa cara, yaitu: penghambatan sintesis dinding sel, penghambatan fungsi membran sel, penghambatan sintesis protein atau penghambatan sintesis asam nukleat [20].

KESIMPULAN DAN PROSPEK

Diperoleh 31 isolat mikroba yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *R. solanacearum*. Rasio tertinggi isolat RB3S51 (*Streptomyces* sp.) yaitu 2,87 dengan zona hambat 26,3 mm. Penghambatan terhadap pertumbuhan *X. oryzae* pv. *oryzae* diperoleh 43 isolat. Zona hambat terbesar 26,8 mm dengan rasio 2,98 yaitu isolat RB1S6 (*Streptomyces* sp.). Kelompok aktinomisetes memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai agen biokontrol terhadap *R. solanacearum* dan *X. oryzae* pv. *oryzae*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Riau atas dana penelitian Berbasis Laboratorium Tahun Anggaran 2012.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Compant S, Duffy B, Nowak J, Clément C, Barka E. 2005. Use of Plant Growth-Promoting Bacteria for Biocontrol of Plant Diseases: Principles, Mechanisms of Action, and Future Prospects. Minireview. American Society for Microbiology.
- [2] Bodman SV, Bauer WD, Coplin DL. 2003. Quorum Sensing in Plant-pathogenic bacteria. Annu. Rev. Phytopathol. 41:455-482.
- [3] Niño-Liu DO, Ronald PC, Bogdanove AJ. 2006. Pathogen profile *Xanthomonas oryzae* pathovars: model pathogens of a model crop. Molecular Plant Pathology (5):303-324. Blackwell Publishing LTD.
- [4] Chandrashekhara, K.N. and Prasannakumar, M.K. 2010. New host plants for *Ralstonia solanacearum* from India. New Disease Reports 22, 6. Compant, S., et al. 2005. Use of Plant Growth-Promoting Bacteria for Biocontrol of Plant Diseases: Principles, Mechanisms of Action, and Future Prospects. App. And Environ. Microb. 71 (9):4951-4959.
- [5] Montesinos, E., dan Bonatera, A. 2009. *Pesticides, Microbial*. Encyclopedia of Microbiology (Third Edition). Pages 110-120.
- [6] Kevan, P and Shipp, L. 2011. *Biological Control and Biotechnological Amelioration in Managed Ecosystems*. Comprehensive Biotechnology (Second Edition), Volume 4, Pages 757-761.
- [7] Knudsen, G.R. 2006. *Bacteria, Fungi and Soil Health*. Presented at the Idaho Potato Conference.
- [8] Priya, C.S, dan Kalaichelvan, P.T. 2011. Strategies for Antagonistic Activity of Local Actinomycete Isolates against Rice Fungal Pathogens. Asian J. Exp. Biol. Sci. Vol. 2(4).
- [9] Madigan, MT., Martinko, J.M., & Parker, J. 2003. *Brock Biology of Microorganism*. Tenth Ed. Prentice Hall International, Inc. New Jersey.
- [10] Indu MN, Hatha AAM, Abirosh C, Harsha U, Vivekanandan G. 2006. Antimicrobial Activity Of Some Of The South-Indian Spices Against Serotypes Of *Escherichia Coli*, *Salmonella*, *Listeria Monocytogenes* and *Aeromonas Hydrophila*. Braz. J. of Microbiol. (37):153-158.
- [11] Sudjana. 2002. *Metode Statistika*. Bandung. Tarsito.

- [12] Rahayu T. *Streptomyces* sebagai sumber antibiotik baru di Indonesia. Seminar Nasional VIII Pendidikan Biologi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Hlm 456-460.
- [13] Waksman SA, Schat A, Reynolds DM. 2010. Production Of Antibiotic Substances by Actinomycetes. Issue: *Antimicrobial Therapeutics Reviews*. Annals Of The New York Academy Of Sciences.
- [14] Jeffrey LSH, Norzaimawati AN, Rosnah H. 2011. Prescreening of bioactivities from actinomycetes isolated from forest peat soil of Sarawak. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc.* 39(2): 245–253.
- [15] Sunarmi N. 2010. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Akar Tanaman Kentang sebagai Anti Jamur (*Fusarium* sp. dan *Phytophthora infestans*) dan anti bakteri (*Ralstonia solanacearum*). Skripsi. Jur. Biologi. Fak. Sains dan Teknologi. UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang. Digilib UIN Malang. Tanggal akses 19 April 2014.
- [16] Bérdy J. 2005. Bioactive Microbial Metabolites. *J. Antibiot.* 58(1): 1–26.
- [17] Hastuti RD, Lestari Y, Saraswati R, Suwanto A, Chaerani. 2012. Capability of *Streptomyces* spp. In Controlling Bacterial Leaf Blight Disease in Rice Plants. *J Am. J. of Agr. and Biol. Sci.* 7 (2): 217-223.
- [18] Oskay M. 2009. Antifungal and antibacterial compounds from *Streptomyces* strains. *Af. J. of Biotech.* Vol. 8 (13): 3007-3017.
- [19] Charoensoparat K, Thummabenjapone P, Sirithorn P. 2008. Antibacterial substance produced by *Streptomyces* sp. No. 87. Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB>. Tanggal Akses 19 April 2014.
- [20] Brooks GF, Butel JS, Morse SA. 2005. Jawetz, Melnick dan Adelberk Mikrobiologi kedokteran. Terjemahan dari Medical Microbiology). Salemba Medika . Jakarta.

POLIMORFISME GEN RESEPTOR VITAMIN D PADA PASIEN DIABETES MELLITUS TIPE 2 ETNIS MINANGKABAU

VITAMIN D RECEPTOR GENE POLYMORPHISM IN MINANGKABAU POPULATION WITH TYPE-2 DIABETES MELLITUS

Yuni Ahda^{1*}, hasni Putri¹

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang, Padang1

*ahdayuni@yahoo.com; Jl. Marapalam Indah XI/21 Padang; 085365056635

ABSTRACT

Type 2 diabetes mellitus (type-2 diabetes) is a metabolic disease characterized by increasing levels of blood glucose due to insulin secretion failure or malfunction of insulin. Polymorphisms in the vitamin D receptor gene (VDR) has been known be able to influence the susceptibility of someone to type 2 diabetes in some populations such as Caucasian, African and American. Minangkabau population is one that has a diet and lifestyle that supports the high prevalence of diabetes mellitus. This study aims to determine whether the VDR gene polymorphisms contribute to disease emergence of type 2 diabetes in Minangkabau population. This study was conducted from March to November 2012 at the Biotechnology laboratory, State University of Padang. Patient samples (40) obtained from Dr M. Djamil hospital, whereas normal people (39) were volunteers in campus. Polymorphism analysis performed by PCR - RFLP method. Data analysis was performed by Chi - Square test. This study shows that the frequency of allele b of the VDR gene in diabetic patients (18.8 %) was not significantly different ($p > 0.05$) compared to control (16.76 %). For several clinical parameters studied, we could not found the significant different between patient and control either ($p > 0.05$). This study suggests that VDR gene polymorphisms do not contribute to the emergence of type 2 diabetes mellitus in Minangkabau population.

Keywords: polymorphisms, vitamin D receptor gene, PCR-RFLP

ABSTRAK

Diabetes mellitus tipe 2 (DM tipe 2) merupakan penyakit metabolisme yang ditandai dengan meningkatnya kadar glukosa darah akibat kegagalan sekresi insulin atau tidak berfungsinya insulin. Polimorfisme pada gen reseptor vitamin D (VDR) telah diketahui mempengaruhi kerentanan terhadap DM tipe 2 pada beberapa populasi seperti Kaukasian, Afrika dan Amerika. Etnis Minangkabau merupakan salah satu populasi yang memiliki pola makan dan gaya hidup yang mendukung tingginya prevalensi diabetes mellitus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah polimorfisme gen VDR berperan terhadap kemunculan penyakit DM tipe 2 pada etnis Minangkabau. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Maret sampai November 2012 di laboratorium Bioteknologi FMIPA UNP. Sampel pasien (40 orang) didapat dari RSUP Dr. M. Djamil Padang, sedangkan sampel bukan penderita (39 orang) didapat dari relawan di kampus. Analisis polimorfisme dilakukan dengan metoda PCR-RFLP. Analisis data dilakukan dengan uji *Chi-Square*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi alel b gen VDR penderita DM 2 etnis Minangkabau (18,8%) tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dibandingkan dengan bukan penderita (16,76%). Hal yang sama juga terjadi pada beberapa parameter klinik yang diteliti ($p > 0,05$). Dari penelitian ini disimpulkan bahwa polimorfisme gen VDR tidak berkontribusi terhadap kemunculan DM tipe 2 pada etnis Minangkabau.

Kata kunci: polimorfisme, gen reseptor vitamin D, PCR-RFLP

PENDAHULUAN

Masyarakat Minangkabau merupakan kelompok masyarakat yang kaya dengan budaya, adat istiadat dan kekhasan aneka ragam makanannya. Salah satu kekhasan makanan Minangkabau adalah makanan dengan tinggi lemak dan karbohidrat akan tetapi sangat rendah serat. Beberapa peneliti melaporkan bahwa etnis Minangkabau mempunyai pola makan tinggi lemak jenuh dan rendah sayur-sayuran serta buah-buahan sebagai sumber antioksidan dan serat [1]. Sulastri dkk. [2] melaporkan asupan asam lemak secara keseluruhan masih sesuai dengan anjuran yaitu 25%, tetapi asupan asam lemak jenuh (ALJ) 23% melebihi batas anjuran yang diberikan oleh National Cholesterol Education Program (NCEP). Hal ini diperkirakan berkaitan dengan pola makan yang tinggi lemak hewani dan makanan yang banyak mengandung santan. Purwastyastuti dalam Sulastri [2] juga melaporkan bahwa asupan lemak masyarakat etnis Minangkabau di Jakarta adalah 36% dengan ALJ 22%.

Menurut Almtsier [3] makanan tinggi energi berasal dari karbohidrat, protein dan lemak. Pengkonsumsian jenis makanan dengan karakteristik tinggi lemak dan karbohidrat secara terus menerus dan dalam jangka waktu lama tanpa diimbangi dengan pola hidup sehat dan teratur seperti melakukan aktivitas fisik yang cukup, dapat memicu resiko menderita penyakit kronis dan salah satunya adalah diabetes mellitus. Diabetes mellitus (DM) merupakan gangguan metabolisme yang ditandai dengan hiperglikemia kronis berupa gangguan metabolisme karbohidrat, lemak dan protein akibat cacat pada sekresi insulin, kerja insulin atau keduanya (WHO, 1999:2). Diabetes mellitus tipe 2 merupakan kelompok diabetes mellitus dimana jumlah insulin yang dihasilkan normal akan tetapi jumlah reseptor insulin yang terdapat di permukaan sel berkurang sehingga glukosa yang masuk ke dalam sel sedikit dan glukosa dalam darah meningkat. Diabetes mellitus tipe 2 (DM tipe 2) merupakan tipe diabetes yang lebih umum, dimana penderita diabetes mellitus tipe 2 mencapai 90-95% dari keseluruhan populasi penderita diabetes mellitus.

Menurut *World Health Organization* (WHO), kejadian diabetes mellitus tipe 2 saat ini dapat dikelompokkan sebagai epidemik noninfeksi. Jumlah pasien diabetes mellitus tipe 2 meningkat dua kali lipat setiap 12-15 tahun di seluruh dunia dan pada tahun 2025, diperkirakan sebanyak 300 juta orang di seluruh dunia akan menderita penyakit ini. Jumlah penderita diabetes mellitus tipe 2 di Indonesia menempati posisi keempat teratas setelah India, Cina, dan Amerika Serikat. *World Health Organization* memperkirakan sampai tahun 2030 jumlah penderita diabetes mellitus tipe 2 di Indonesia meningkat mencapai 21,3 % dari jumlah populasi [4]. Berdasarkan data RISKESDAS [5], diketahui bahwa prevalensi nasional penyakit diabetes mellitus adalah 1,1%. Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu dari 17 provinsi yang mempunyai prevalensi penyakit diabetes mellitus diatas prevalensi nasional.

Diabetes mellitus tipe 2 merupakan penyakit akibat kelainan banyak gen yang disebabkan oleh faktor genetik dan lingkungan [6]. Polimorfisme dari beberapa gen terbukti mempengaruhi aktivitas protein yang dihasilkannya. Ketidaksesuaian ekspresi protein yang dihasilkan akan merubah struktur dan mengganggu kerja jaringan yang terlibat dalam sekresi insulin dan pada akhirnya berdampak pada patogenesis diabetes mellitus tipe 2. Adanya hubungan antara polimorfisme pada gen tertentu dengan parameter diabetes mellitus tipe 2 sangat tergantung dari populasi atau etnis yang diteliti sehingga tidak dapat dijadikan marker secara universal. Salah satu gen yang diduga terlibat dalam patogenesis diabetes mellitus tipe 2 adalah gen reseptor vitamin D (VDR).

Polimorfisme pada gen VDR berkaitan dengan kemunculan vitamin D. Perubahan susunan nukleotida akibat terjadi polimorfisme akan mengubah produk asam amino yang dihasilkan. Ketidaksesuaian ekspresi protein VDR mengakibatkan perubahan struktur dari VDR sehingga vitamin D tidak bisa berikatan secara baik dengan reseptornya. Akibat dari hal tersebut adalah defisiensi vitamin D. Vitamin D dan VDR merupakan faktor transkripsi yang berperan dalam regulasi sel β dalam sekresi insulin. Defisiensi vitamin D dapat meningkatkan prevalensi diabetes mellitus tipe 2 karena penurunan sekresi insulin dan pemberian asupan vitamin D dapat meningkatkan sekresi insulin.

Reseptor vitamin D adalah kelompok reseptor hormon steroid/tiroid. Gen VDR terdapat dalam sel β pankreas dan polimorfisme pada gen VDR telah diketahui mempengaruhi kerentanan terhadap diabetes mellitus tipe 2 pada populasi Kaukasian [7]. Hasil penelitian Chiu *et al.* [8] pada populasi Kaukasian, Afrika dan Amerika menunjukkan bahwa terdapat asosiasi antara kekurangan vitamin D dengan resistensi insulin dan disfungsi sel-sel beta pankreas. Selain itu, hasil penelitian menggunakan hewan model dengan reseptor vitamin D termutasi menunjukkan kegagalan sekresi insulin akibat terhambatnya sistem sinyal vitamin D. Akibatnya mencit menjadi tidak toleran terhadap glukosa oral dan kegagalan ekspresi gen yang mengkode insulin dan sekresi insulin. Dampak defisiensi vitamin D pada fungsi sel β hewan model secara *in vitro* dan *in vivo* berkorelasi positif dengan manusia [9]. Korelasi antara sekresi insulin yang diinduksi glukosa dan status vitamin D juga terlihat pada laki-laki berusia 70-80 tahun, dimana 39% di antaranya adalah yang kekurangan vitamin D. Nilai glukosa 1 jam mereka berkorelasi negatif dengan konsentrasi vitamin D [10]. Oleh karena itu defisiensi vitamin D diduga berkontribusi terhadap patogenesis penyakit diabetes mellitus tipe 2 pada etnis Minangkabau. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui frekuensi polimorfisme gen VDR pada penderita DM tipe 2 etnis Minangkabau dan mengetahui beberapa parameter klinik penderita DM tipe 2 etnis Minangkabau.

METODE PENELITIAN

Skrining pasien diabetes mellitus tipe 2

Skrining pasien dilakukan oleh dokter RSUP M Jamil Padang dengan mengukur kadar glukosa darah puasa dan kadar glukosa darah setelah dua jam mengonsumsi 75 g glukosa yang dilarutkan dalam 250 ml air (TTGO). Pasien dinyatakan menderita diabetes mellitus tipe 2 bila: kadar glukosa darah puasa ≥ 126 mg/dL, kadar gula darah 2 jam pada TTGO ≥ 200 mg/dL, resistensi insulin, menderita diabetes mellitus setelah berumur ≥ 40 tahun, mengalami obesitas abdominal [4]. Pasien yang diambil sebagai sampel adalah pasien DM tipe 2 etnis Minangkabau (40 orang) dengan kriteria dua generasi sebelumnya adalah orang Minangkabau asli.

Skrining sukarelawan normal (kontrol)

Kriteria normal dalam penelitian ini adalah apabila sampel tidak termasuk ke dalam salah satu kriteria DM tipe 2 yang sudah ditetapkan di atas. Kontrol terdiri dari 39 orang sukarelawan etnis Minangkabau. Sukarelawan tidak memiliki riwayat keturunan DM, dibuktikan dari dua generasi sebelumnya.

Isolasi DNA Genom

DNA genom diisolasi dari 1 ml darah pasien dan kontrol menggunakan Wizard DNA purification kit (Promega) mengikuti prosedur standar. DNA genom yang didapatkan selanjutnya disimpan pada suhu 4C sampai analisis berikutnya.

Amplifikasi Gen Reseptor Vitamin D

Asay PCR_RFLP dilakukan untuk menentukan genotip VDR. Primer yang digunakan berdasarkan penelitian Speer et al. [7]. PCR dilakukan dalam mesin PCR Whatman Biometra type T Personal (Germany) dengan kondisi PCR mengacu pada penelitian [7]. Produk PCR dipotong menggunakan enzim restriksi BsmI (Fermentas) dan dielektroforesis pada gel agarosa 2%. Gel diwarnai dengan ethidium bromida (10 µg/ml) dan divisualisasi di bawah sinar ultraviolet. Alel b ditunjukkan dengan hilangnya situs restriksi BsmI dan alel B ditunjukkan dengan kondisi sebaliknya.

Analisis Statistik

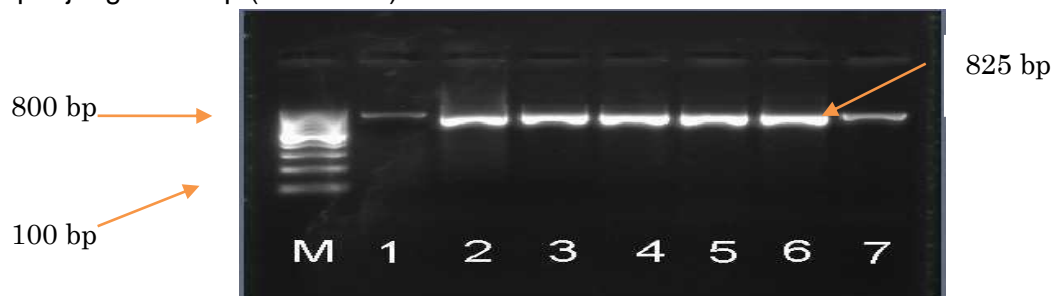
Uji Chi-square digunakan untuk mengetahui perbedaan frekuensi genotip antara pasien DM tipe 2 dan kontrol. Uji anova satu arah digunakan untuk menguji perbedaan parameter klinik antara pasien dan kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Amplifikasi Gen Reseptor Vitamin D

Amplifikasi dilakukan pada nukleotida ke 97.055 sampai 97.855 dari gen VDR menggunakan DNA genom sebagai cetakan dan sepasang primer. Primer forward terdiri dari 5'-CAACCAAGACTACAAGTACCGCGTCAGTGA-3' dan primer reverse terdiri dari 5'-AACCAGCGGGAAGAGGTCAAGGG-3' [7]. Amplifikasi berhasil mensintesis amplicon sepanjang 825 bp (Gambar 1).

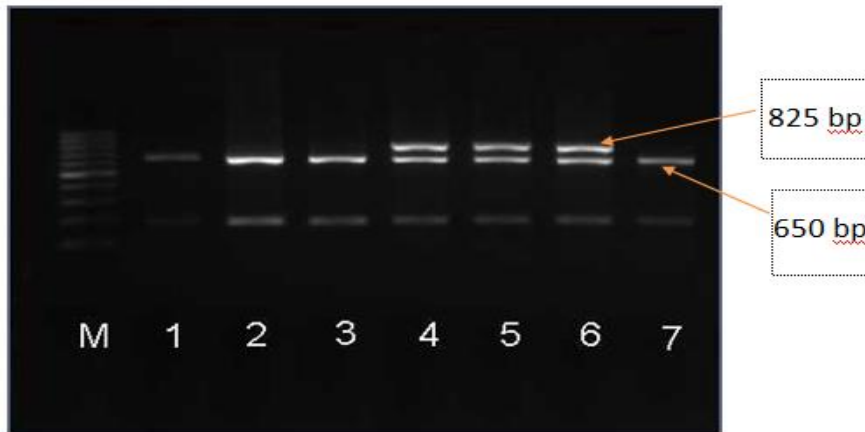


Gambar 1. Elektroforegram produk PCR gen VDR; Marker (M); fragmen DNA berukuran 825 bp (1-7).

Pada Gambar 1 terlihat bahwa amplifikasi berhasil dilakukan dengan baik pada sampel pasien dan kontrol. Hal ini dibuktikan dengan terdapatnya satu pita pada tiap sumur dengan ketebalan pita yang cukup tinggi. Amplifikasi gen VDR dilakukan pada 40 sampel pasien dan 39 sampel kontrol.

Fragmen DNA hasil amplifikasi selanjutnya didigesti dengan enzim restriksi BsmI (Fermentas). Hasil digesti kemudian dielektroforesis pada gel agarosa 2 % dengan tegangan 100 Volt selama 25 menit (Gambar 2). Elektroforesis produk digesti menghasilkan tiga macam fragmen yang memiliki panjang yang berbeda. *Wild type* (BB) memiliki dua fragmen DNA berukuran 650 bp dan 175 bp akibat dipotong oleh enzim restriksi BsmI

(Fermentas) pada situs restriksinya. Fragmen polimorfik dengan genotip bb memiliki satu buah fragmen dengan panjang 825 bp (tidak ada pada Gambar 2). Hal ini terjadi karena hilangnya situs restriksi BsmI akibat terjadinya substitusi basa G menjadi A pada nukleotida ke 97.700 sehingga tidak bisa dipotong oleh enzim BsmI (Fermentas).



Gambar 2. Elektroforegram hasil digesti produk PCR gen VDR. Line 1-3 dan 7 adalah homozigot BB. Line 4-6 adalah heterozigot Bb. Marker DNA Ladder 100 bp (M).

Heterozigot Bb memiliki tiga fragmen DNA berukuran 825 bp, 650 bp dan 175 bp karena heterozigot Bb memiliki satu alel yang terpotong oleh enzim restriksi BsmI (Fermentas) (alel B) dan satu alel yang tidak terpotong oleh enzim restriksi BsmI (Fermentas) (alel b). Hasil pengamatan yang dilakukan pada seluruh sampel yang dikerjakan, baik pada pasien maupun kontrol ditemukan individu bergenotip BB, Bb dan bb.

Frekuensi Polimorfisme Gen VDR pada Pasien dan Kontrol

Hasil analisis pada seluruh sampel yang dikerjakan, ditemukan individu bergenotip BB, Bb dan bb. Dari 40 sampel DNA pasien DM tipe 2 diperoleh 27 orang bergenotip BB, 11 orang bergenotip Bb dan 2 orang bergenotip bb. Dari 39 orang kontrol didapatkan 30 orang bergenotip BB, 5 orang bergenotip Bb dan 4 orang bergenotip bb. Frekuensi masing-masing genotip dan alel selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Frekuensi genotip dan frekuensi alel gen VDR

Individu	Genotip	Frekuensi Genotip	Frekuensi Alel
Pasien	BB	67,5%	B = 0,813 b = 0,188
	Bb	27,5%	
	bb	5%	
Kontrol	BB	76,9%	B = 0,833 b = 0,167
	Bb	12,8%	
	bb	10,3%	

$\chi^2 = 3,062$; $p > 0,05$; tidak berbeda bermakna secara statistik

Dari Tabel 1 terlihat frekuensi alel B pada pasien adalah 0,813 dan frekuensi alel b adalah 0,188, sedangkan pada kontrol didapatkan frekuensi alel B adalah 0,833 dan frekuensi alel b adalah 0,1676. Hasil uji Chi-square terhadap alel b pada kedua kelompok sampel menunjukkan kedua kelompok tidak berbeda bermakna secara statistik ($P > 0,05$). Dengan demikian alel b tidak terkait dengan kemunculan diabetes mellitus tipe 2 pada populasi Minangkabau.

Hubungan Polimorfisme Gen VDR dengan Parameter Klinik Pasien DM Tipe 2 Etnis Minangkabau

Parameter klinik yang dianalisis dalam penelitian ini adalah umur, berat badan, gula darah puasa, gula darah setelah 2 jam pp, HDL, LDL, kolesterol total, dan trigliserida. Hasil analisis tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Parameter Klinik Pasien DM tipe 2

Parameter Klinik	BB	Bb	bb	Nilai
	M ± SEM	M ± SEM	M ± SEM	
Umur (tahun)	60,93 ± 1,73	56,45 ± 3,23	63,0 ± 4,0	0,377
Berat badan (kg)	63,41 ± 3,82	59,82 ± 3,93	58,5 ± 4,5	0,820
Gula darah 2 jam pp (mg/dL)	238,3 ± 22,05	209,7 ± 32,09	168,0 ± 22,0	0,578
HDL (mg/dL)	47,2 ± 2,19	47,0 ± 4,98	70,0 ± 31,0	0,115
LDL (mg/dL)	135,8 ± 7,74	134,6 ± 11,29	140,5 ± 25,5	0,981
Gula darah puasa (mg/dL)	163,0 ± 14,35	175,3 ± 26,19	82,5 ± 27,5	0,307
Kolesterol total (mg/dL)	208,2 ± 8,76	211,4 ± 13,89	137,0 ± 40,0	0,104
Trigliserida (mg/dL)	120,4 ± 11,75	120,7 ± 23,47	92,0 ± 22,0	0,826

Ket.: M = Mean, SEM=Standard Error of Mean, HDL = High Density Lipoprotein (mg/dL), LDL = Low Density Lipoprotein (mg/dL), p>0,05.

PEMBAHASAN

Diabetes mellitus tipe 2 merupakan penyakit akibat kelainan banyak gen yang disebabkan oleh faktor genetik dan lingkungan [6]. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa komponen genetik berperan penting dalam patogenesis diabetes mellitus tipe 2. Beberapa bukti diantaranya adalah bervariasinya prevalensi penyakit di antara etnik yang diteliti diduga akibat bervariasinya gen yang mengalami polimorfisme [11]. Seperti diketahui, reseptor vitamin D (VDR) adalah kelompok reseptor hormon steroid/tiroid. Gen reseptor vitamin D ini terdapat dalam sel β pankreas. Polimorfisme gen reseptor vitamin D ini pada beberapa penelitian yang pernah dilakukan di beberapa populasi menunjukkan bahwa memiliki hubungan dengan patogenesis diabetes mellitus tipe 2.

Minangkabau merupakan etnis yang dipilih sebagai sampel dalam penelitian ini, karena Minangkabau merupakan salah satu populasi yang memiliki pola makan dan gaya hidup yang mendukung tingginya prevalensi diabetes mellitus. Sebagaimana yang dilaporkan oleh Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) [5], provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu dari 17 provinsi yang mempunyai prevalensi penyakit diabetes melitus diatas prevalensi nasional.

Analisis polimorfisme gen reseptor vitamin D dengan kehadiran penyakit diabetes mellitus tipe 2 pada populasi Minangkabau didapatkan bahwa dari 40 sampel DNA penderita diabetes mellitus tipe 2 diperoleh 27 orang bergenotip BB (frekuensi 67,5%), 11 orang bergenotip Bb (frekuensi 27,5%) dan 2 orang bergenotip bb (frekuensi 5%). Frekuensi alel B adalah 0,813 dan frekuensi alel b adalah 0,188 (Tabel 1.). Dari 39 orang bukan penderita didapatkan 30 orang bergenotip BB (frekuensi 76,9%), 5 orang bergenotip Bb (frekuensi 12,8%) dan 4 orang bergenotip bb (frekuensi 10,3%). Frekuensi alel B adalah 0,833 dan frekuensi alel b adalah 0,167. Apabila frekuensi alel penderita dibandingkan dengan alel bukan penderita maka akan memperlihatkan alel b dari penderita (0,188) tidak berbeda bermakna secara statistik ($P>0,05$) dengan kontrol (0,167). Dengan demikian alel b tidak berhubungan dengan kemunculan diabetes mellitus tipe 2 pada populasi Minangkabau. Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Speer *et al.*

[7], dimana Speer dkk. menemukan adanya hubungan antara frekuensi polimorfisme gen reseptor vitamin D pada SNP Bsm1 dengan kemunculan penyakit diabetes mellitus tipe 2 pada populasi Kaukasian. Hasil penelitian Speer dkk. menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara frekuensi polimorfisme Bsm1 pasien dengan kontrol, sehingga Speer dkk. menyimpulkan terdapat asosiasi antara polimorfisme gen reseptor vitamin D terhadap kejadian diabetes mellitus tipe 2 pada populasi Kaukasian. Akan tetapi, hasil penelitian ini didukung penelitian Bid *et. al.* [12] yang menemukan bahwa dimana tidak terdapatnya perbedaan yang signifikan dari frekuensi polimorfisme Bsm1 antara penderita diabetes mellitus tipe 2 dengan kontrol pada populasi India Utara, namun Bid *et al.* [12] menemukan bahwa kombinasi dari beberapa polimorfisme SNP gen reseptor vitamin D diduga berkaitan dengan resiko menderita diabetes mellitus tipe 2.

Analisis hubungan antara parameter klinik penderita diabetes mellitus tipe 2 ternyata juga menunjukkan hal yang tidak jauh berbeda dengan frekuensi genotip. Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara parameter yang diteliti dengan ketiga genotip yang muncul baik itu umur (tahun), berat badan (kg), gula darah puasa (mg/dL), HDL (mg/dL), LDL (mg/dL), gula darah 2 jam pp (mg/dL), kolesterol total (mg/dL) maupun trigliserida (mg/dL). Hasil analisis data dari semua parameter menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna secara statistik ($P>0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa polimorfisme gen reseptor vitamin D tidak berhubungan dengan kasus diabetes mellitus tipe 2 pada populasi Minangkabau. Hasil ini berbeda dengan hasil analisis data yang disampaikan oleh Ye *et al.*[13] bahwa polimorfisme gen reseptor vitamin D ini berasosiasi dengan beberapa parameter klinik yang diuji diantaranya berat badan (kg) dan gula darah 2 jam pp serta berkontribusi terhadap kerentanan terhadap obesitas pada subjek sebagai gejala awal diabetes mellitus tipe 2. Namun berbeda halnya dengan hasil penelitian Bid *et al.* [12] yang menunjukkan bahwa juga tidak terdapatnya hubungan yang bermakna anatara parameter klinik yang diuji dengan frekuensi genotip yang hadir, baik umur (tahun), berat badan (kg), gula darah puasa (mg/dL), HDL (mg/dL), LDL (mg/dL), gula darah 2 jam pp (mg/dL), kolesterol total (mg/dL) maupun trigliserida (mg/dL).

KESIMPULAN

1. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada frekuensi polimorfisme gen VDR antara pasien DM tipe 2 etnis Minangkabau dan kontrol.
2. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan di antara ketiga genotip untuk parameter klinik yang diamati pada pasien DM tipe 2.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada DitLitabmas Ditjen Dikti yang telah membiayai penelitian ini melalui skema penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2012.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Liputo, N.I., Rosalina L., Sulastrri D., *Pemberian Diet Minangkabau Tinggi Sumber Antioksidan dapat menurunkan Tekanan Darah*. Padang: FK Universitas Andalas.
- [2] Sulastrri, D., S. Rahayuningsih, dan Purwastyastuti. 2005. Pola asupan lemak, serat, dan antioksidan serta hubungan dengan profil lipid pada Laki-laki etnik minangkabau. *Majalah kedokteran Indonesia*, Vol 2, pp 55-56.
- [3] Almatsier, S. 2005. *Penuntun Diet*. Jakarta: Gramedia.

- [4] PERKENI. 2006. *Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes mellitus Tipe 2 di Indonesia*. Jakarta : PB. PERKENI.
- [5] Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS). 2007. *Laporan Kesehatan Nasional 2007*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan, Republik Indonesia.
- [6] Stumvoll, M., Goldstein, B.J., van Haeften, T.W. 2004. Type 2 diabetes mellitus thourg susceptibility-gene identification. *Hum. Mol. Genet.*, Vol. 13, review issue 1, pp. 1333-1346.
- [7] Speer, G., Cseh, K., Winkler, G., Vargha, P., Braun, E., Takacs, I and Lakatos, P. 2000. Vitamin D and esterogen receptor gene polymorphism in type 2 diabetes mellitus and in android type obesity. *European J of Endocrinology.*, Vol 144, pp 385-389.
- [8] Chiu, Ken C, Chuang, Lee-Ming and Yoon, Carol. 2001. The vitamin D receptor polymorphism in the translation initiation codon is a risk factor for insulin resistance in glucose tolerant Caucasians. *BMC Medical Genetics*. Vol. 2:2
- [9] American Diabetes Association. 2007. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 30 Suppl. 1:S42-7. [Medline]. [Full Text].
- [10] Baynes, K.C., Boucher, B.J., Feskens, E.J and Kromhout, D. 1997. Vitamin D glucose tolerance and insulinaemia in elderly men. *Diabetologia*, Vol. 40, pp 344-347.
- [11] Radha, V and Mohan, V. 2007. Genetic predisposition to type 2 diabetes among asian indians. *Indian J med Res.*, Vol 125, pp 259-274
- [12] Bid, Hemant Kumar, Konwar, R., C.G. Aggarwal, Gautam, S., Saxena, M.,Nayak, V. R., Banerjee, M. 2009. Vitamin D receptor (FokI, BsmI and TaqI) gene polymorphysms and type 2 diabetes mellitus: A North Indian Study. *Indian J Med Sci*, Vol. 63, No. 5.
- [13] Ye, Wei-Zhen, AndreÂ F Reis, Danie Âle Dubois-Laforgue1, Christine BellanneÂChantelot2, JoseÂ Timsit1 and Gilberto Velho. 2001. Vitamin D receptor gene polymorphisms are associated with obesity in type 2 diabetic subjects with early age of onset. *European Journal of Endocrinology* (2001) 145 181±186

KEKAYAAN FLORA DI HUTAN KONSERVASI TIDAR KERINCI AGUNG (TKA), SUMATERA

FLORA RICHNESS IN TIDAR KERINCI AGUNG (TKA) CONSERVATION FOREST, SUMATRA

Nurainas^{1*}, Riki Chandra¹, Wilson Novarino¹, Dewi Imelda¹, Husri Yedi⁵

Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Andalas, Padang¹

*nas_herb@yahoo.com; nurainas@fmipa.unand.ac.id, Jurusan Biologi, FMIPA, Kampus Unand Limau
Manis Padang
PT. Tidar Kerinci Agung (TKA), Sumatera5

ABSTRACT

The Tidar Kerinci Agung (TKA) Conservation forest, Sumatra consists of four forest area which will be managed for conservation purpose by Tidar Kerinci Agung Palm Oil plantation. In February 2014, the biodiversity group of Andalas University provided a rapid assessment of biodiversity in this area. This survey recorded more than 200 species number belonging 61 family of higher plant. The voucher specimens were deposited at Herbarium Universitas Andalas (ANDA). The highest species numbers (27 species) were detected in Moraceae and Euphorbiaceae (20 species). *Phollicarpus macrocarpus* (Arecaceae) was noted as one of 'vulnerable' species.

Keywords: TKA, Sumatra, forest, conservation, Moraceae

ABSTRAK

Hutan konservasi Tidar Kerinci Agung (TKA), Sumatra mempunyai 4 lokasi hutan yang diperuntukan oleh Perkebunan Kelapa Sawit TKA sebagai areal konservasi. Pada bulan February 2014, beberapa peneliti biodiversity dari Universitas Andalas mengadakan survey lapangan ke area ini. Survey ini mencatat lebih dari 200 species yang termasuk kedalam 61 famili tumbuhan tinggi. Specimen contoh disimpan di Herbarium Universitas Andalas (ANDA). Jumlah species yang paling banyak ditemukan adalah Moraceae (27 species) dan Euphorbiaceae (20 species). Hasil ini juga mendapatkan beberapa tumbuhan dengan status konservasi dilindungi seperti *Phollicarpus macrocarpus* (Arecaceae).

Kata kunci: TKA, Sumatera, hutan, konservasi, Moraceae

PENDAHULUAN

Hutan konservasi TKA merupakan areal hutan yang diperuntukan oleh Perusahaan kelapa sawit PT Tidar Kerinci Agung (TKA) untuk tujuan konservasi. Sebagian besar hutan ini berupa hutan alam bagian dari HGU PT TKA. Secara keseluruhan total kawasan lindung tersebut mencapai luas 5.099 ha (18,19 % dari total luas HGU, 28.029 ha).

Posisi dan topografi PT TKA menyebabkan hutan alam di lokasi ini mempunyai keanekaragaman biodiversity yang cukup tinggi. Kawasan ini berada di lembah Gunung Tujuh, termasuk dalam gugusan Bukit Barisan dan berbatasan langsung dengan Taman Nasional Kerinci Sebelat (TNKS).

Team biodiversity Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas dan Bagian Konservasi PT TKA telah melakukan survey biodiversiti pada 9-16 Februari 2014. Survey ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menginventarisasi kekayaan biodiversiti di kawasan hutan konservasi PT TKA. Hasil survey ini juga dimanfaatkan untuk melihat potensi biodiversity yang bernilai konservasi yang terdapat di kawasan tersebut.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan adalah metode survei. Teknik pengumpulan data dengan cara observasi langsung di lokasi penelitian. Bahan yang digunakan adalah alkohol sebagai bahan pengawet dan perlengkapan untuk membuat specimen. Material yang digunakan spesimen koleksi sendiri. Identifikasi mengacu pada specimen yang sudah teridentifikasi di Herbarium Universitas Andalas (ANDA) dan buku-buku yang terkait [1,2,3,4]. Specimen contoh (voucher specimen) disimpan di Herbarium Universitas Andalas (ANDA), Padang. Pembuatan specimen mengacu pada Manual of Herbarium Taxonomy, Theory and Practice^[5].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan survey yang telah dilakukan, selama pelaksanaan kegiatan lapangan tercatat 230 jenis dengan 58 famili tumbuhan tinggi. Sepuluh famili yang mempunyai jumlah jenis terbesar dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1. Famili dengan jumlah terbesar

No.	Famili	Jumlah jenis
1	Moraceae	27
2	Euphorbiaceae	20
3	Fagaceae	14
4	Arecaceae	13
5	Rubiaceae	13
6	Dipterocarpaceae	12
7	Fabaceae	9
8	Annonaceae	8
9	Lauraceae	6
10	Myrtaceae	6

Moraceae merupakan famili dengan jumlah species yang paling banyak. Salah satu genus dari Moraceae yang paling banyak ditemukan adalah *Ficus*. *Ficus* mempunyai kemampuan hidup pada bermacam habitat, ditemukan dari dataran rendah maupun dataran tinggi, hutan atau tempat terbuka. Famili kedua terbanyak ditemukan di kawasan ini adalah Euphorbiaceae.

Hasil penelitian ini juga mendapatkan beberapa jenis yang dikelompokkan sebagai flora yang dilindungi baik mengacu pada peraturan internasional (IUCN Red List dan CITES), serta peraturan perundangan Republik Indonesia (PP 7 tahun 1999). Tumbuhan yang dilindungi oleh UU Indonesia seperti *Alstonia scholaris* (Apocynaceae) yang dikenal dengan nama loka "Pulai", *Dipterocarpus* spp. (Dipterocarpaceae) yang dikenal dengan Keruing-keruingan, *Shorea* spp. (Dipterocarpaceae) atau dinekal dengan kelompok Meranti – merantian. Kelompok tumbuhan yang dilindungi oleh UU Indonesia dan juga ditemukan IUCN seperti *Amorphophalus titanum* (Araceae), bunga Bangkai dan *Phollicarpus macrocarpus* (Arecaceae).

KESIMPULAN

Ditemukan 230 jenis tumbuhan tinggi dengan 58 famili di Hutan Konseervasi PT TKA. Moraceae dan Euphorbiaceae merupakan dua family yang ditemukan mempunyai jumlah jenis terbanyak.

Alstonia scholaris, *Amorphophalus titanium*, *Dipterocarpus* spp., *Shorea* spp. dan *Phollicarpus macrocarpus* adalah jenis yang dilindungi oleh UU Indonesia dan IUCN.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada General Manager, Bagian Konservasi dan Petugas Penjaga Hutan konservasi PT TKA yang telah memfasilitasi penelitian ini. Terimakasih juga untuk Ketua Jurusan Biologi, FMIPA dan Kepala Herbarium Universitas Andalas yang telah memberikan izin untuk menggunakan fasilitas untuk keperluan identifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Corner, E.J.H and Watanabe, K. 1969. Illustrated Guide to Tropical Plants. Hirokawa Publishing Company, Inc. Tokyo.
- [2] De Wilde, W.J.J.O. 2000. Myristicaceae. In Flora Malesiana, Series I, Vol. 14. Foundation Flora Malesiana. National Herbarium Nederland
- [3] Berg, C.C and Corner, E.J.H. 2005. Moraceae: Ficeae. In Flora Malesiana, Series I, Vol. 17. Foundation Flora Malesiana. National Herbarium Nederland
- [4] Whitmore , T.C. 1986. Tree Flora of Indonesia. Check List For Sumatra. Ministry of Dorestry. Agency for Forestry Research and Developmpment. Forest Research & Development Center. Bogor.
- [5] de Vogel, E.F. 1987. Manual of Herbarium Taxonomy. Theory and Practice. UNESCO. Jakarta. Indonesia

KEANEKARAGAMAN JENIS MIKROALGA DI LAHAN BEKAS TAMBANG EMAS DUSUN KOTO JAYO KECAMATAN PELEPAT ILIR KABUPATEN BUNGO

MICROALGAE DIVERSITY IN THE LAND OF GOLD MINE USED DUSUN KOTO JAYO PELEPAT ILIR DISTRICT DISTRICT BUNGO

Suryani Hasibuan dan Harlis

Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA FKIP Universitas Jambi

ABSTRACT

In the rainy season, the community in Dusun Koto Jayo, Pelepat Ilir District is one area in Bungo becomes a gold miner in the land which contained the flow of water, one of them around Petai river flow. Increased of community activities affects the environment and communities in microalgae organisms. The purpose of this research is to determine microalgae species diversity in the gold mining land in the village of Koto Jayo. The observed environmental factors are temperature, brightness, depth, water color, water odor, taste of water, weather, water pH, DO, Hg, Mg, Cu, and Pb. Location of sampling consists of 5 stations, namely station I (turquoise), station II (blue), station III (black), station IV (yellow-black), and station V (yellow). Each station is divided three observation points. The results of the analysis of microalgae in the gold mining village land Jayo Koto was found 3 classes of 16 species consisting of Bacillariophyceae (3 species), Cyanophyceae (2 species), and Chlorophyceae (11 species). The highest abundance of class Chlorophyceae microalgae by 70.25%. Based on the value of diversity index (H) overall stability biota communities being / quality of the water being polluted, and evenness index (E) as a whole is low, and the value of dominance index (C) overall there is no dominating type. It can be concluded that species diversity, including diversity of microalgae are the highest abundance of class Chlorophyceae microalgae is Ankistrodesmus sp, sp Mesotaenium, Mougeotia sp, and Chlorococcum sp.

Keyword: Diversity, Microalgae, Dusun Koto Jayo

ABSTRAK

Dusun Koto Jayo, Kecamatan Pelepat Ilir merupakan salah satu daerah di Kabupaten Bungo, masyarakatnya berkebun karet dan pada musim hujan menjadi penambang emas di lahan yang terdapat aliran air, salah satunya di sekitar aliran Sungai Petai. Meningkatnya kegiatan masyarakat tersebut mempengaruhi kondisi lingkungan dan komunitas organisme di perairan, salah satunya yaitu mikroalga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis mikroalga dan keanekaragaman jenis mikroalga di lahan bekas tambang emas di Dusun Koto Jayo. Faktor lingkungan yang diamati yaitu suhu, kecerahan, kedalaman, warna air, bau air, rasa air, cuaca, pH air, DO, Hg, Mg, Cu, dan Pb. Lokasi pengambilan sampel terdiri dari 5 stasiun, yaitu stasiun I (biru kehijauan), stasiun II (biru), stasiun III (hitam), stasiun IV (kuning kehitaman), dan stasiun V (kuning). Setiap stasiun dibagi 3 titik pengamatan. Hasil analisis mikroalga di lahan bekas tambang emas Dusun Koto Jayo ditemukan 3 kelas dari 16 spesies yang terdiri dari Bacillariophyceae (3 spesies), Cyanophyceae (2 spesies), dan Chlorophyceae (11 spesies). Kelimpahan mikroalga tertinggi dari kelas Chlorophyceae sebesar 70,25%. Berdasarkan nilai indeks keanekaragaman (H') secara keseluruhan stabilitas komunitas biota sedang/kualitas air tercemar sedang, dan nilai indeks pemerataan (E) secara keseluruhan rendah, serta nilai indeks dominansi (C) secara keseluruhan tidak ada jenis yang mendominasi. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman jenis mikroalga termasuk keanekaragaman sedang dengan kelimpahan mikroalga tertinggi dari kelas Chlorophyceae yaitu Ankistrodesmus sp, Mesotaenium sp, Mougeotia sp, dan Chlorococcum sp.

Kata Kunci: keanekaragaman, mikroalga, Dusun Koto Jayo

PENDAHULUAN

Kabupaten Bungo merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jambi yang disebut-sebut sebagai kabupaten yang paling maju di Provinsi Jambi karena memiliki kekayaan alam yang melimpah [1]. Dusun Koto Jayo, Kecamatan Pelepat Ilir merupakan salah satu daerah di Kabupaten Bungo, masyarakatnya sebagian besar berkebun karet. Ketika datang musim hujan masyarakat di Dusun Koto Jayo banyak yang beralih menjadi penambang emas. Menambang emas bisa dilakukan di lahan yang terdapat aliran air, salah satunya di lahan yang terdapat di sekitar aliran Sungai Petai.

Sungai Petai merupakan salah satu sungai yang berada di Dusun Koto Jayo. Sungai Petai kemudian dijadikan lahan tambang emas oleh masyarakat dengan luas lahan ± 1 ha. Penambangan di lahan ini berlangsung sejak tahun 1999 dan ditinggalkan pada tahun 2001, sehingga lahan yang dahulunya terdapat aliran air, kini telah rusak akibat kegiatan tambang emas sehingga menyebabkan terjadinya degradasi lingkungan seperti lenyapnya vegetasi permukaan, meningkatnya erosi, pencemaran air tanah, pencemaran air permukaan, dan pencemaran merkuri akibat penggunaan merkuri yang berlebihan yang dibuang di badan perairan.

Melihat kondisi perairan di lahan bekas tambang emas yang telah tercemar, peneliti melakukan penelitian keanekaragaman jenis mikroalga, karena penggunaan mikroalga sebagai indikator kualitas lingkungan perairan dengan mengetahui keanekaragaman jenisnya. Menurut Syafputri [2] keanekaragaman mikroalga sangat tinggi, diperkirakan ada 200.000-800.000 spesies mikroalga dan sekitar 35.000 spesies saja yang telah teridentifikasi.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan penentuan lokasi secara *purposive sampling* (penempatan titik sampel dengan tujuan tertentu) dengan melihat warna air. Lokasi pengambilan sampel terdiri atas 5 stasiun dengan warna air pada stasiun I (biru kehijauan), stasiun II (biru), stasiun III (hitam), stasiun IV (kuning kehitaman), dan stasiun V (kuning). Jarak antar stasiun berkisar 10-15 m. Setiap stasiun dibagi menjadi 3 titik pengambilan sampel yaitu kanan, kiri, dan tengah. yang mewakili lahan bekas tambang emas Sungai Petai Dusun Koto Jayo.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi plankton net ukuran 85 μ m, jerigen 20 l, ember plastik 10 l, keping secchi, tali pengukur, tali plastik, meteran, kertas indikator pH, termometer raksa, botol DO ukuran 300 ml, pipet tetes, pipet ukur 10 ml, pipet tetes plastik ukuran 1 ml, bola hisap, gelas ukur 100 ml, botol sampel ukuran 300 ml, erlenmeyer ukuran 250 ml, kertas label, selotip bening, aluminium foil, buku lapangan, pensil, stopwatch, kamera digital, dan *Global Positioning System* (GPS). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air bekas tambang emas Sungai Petai Dusun Koto Jayo, Kalium Iodida (KI), Iodin (I_2), aquades, Asam Asetat Glasial, Asam Nitrat (HNO_3), Mangan II Sulfat ($MnSO_4$), larutan alkali, Asam Sulfat (H_2SO_4), indikator amilum, dan Na-thio Sulfat ($Na_2S_2O_3$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis sampel air bekas tambang emas Dusun Koto Jayo, ditemukan 3 kelas mikroalga yaitu kelas Bacillariophyceae, Cyanophyceae, dan Chlorophyceae. Mikroalga yang ditemukan pada semua stasiun pengambilan sampel di Dusun Koto Jayo terdiri dari 16

spesies dengan kelimpahan mikroalga tertinggi dari kelas Chlorophyceae yaitu 11 spesies, Bacillariophyceae 3 spesies, dan Cyanophyceae hanya ditemukan 2 spesies (Tabel 1).

Tabel 1 Kelimpahan mikroalga di lahan bekas tambang emas dusun koto jayo pada stasiun pengambilan sampel

Kelas	Spesies	Kelimpahan (ind/l) mikroalga per stasiun					%
		I	II	III	IV	V	
Bacillariophyceae	<i>Achnanthes sp</i>		3				17,14
	<i>Nitzschia sp</i>		6	9	21	12	
	<i>Navicula sp</i>	6	12	21	12		
Cyanophyceae	<i>Oscillatoria sp</i>		15				12,61
	<i>Microcystis sp</i>	12	21	9	18		
Chlorophyceae	<i>Ankistrodesmus sp</i>		76		57	27	70,25
	<i>Asterococcus sp</i>				9		
	<i>Cosmarium sp</i>			12			
	<i>Closterium sp</i>	6					
	<i>Chlorococcum sp</i>		9		9		
	<i>Cylindrocystis sp</i>		6				
	<i>Mesotaenium sp</i>	108			24	27	
	<i>Mougeotia sp</i>			33			
	<i>Penium sp</i>					6	
	<i>Tetraedron sp</i>				3		
	<i>Ulothrix sp</i>	6					
Σ kelimpahan (ind/L)		138	148	84	153	72	

Ket:

Stasiun I : Warna air biru kehijauan

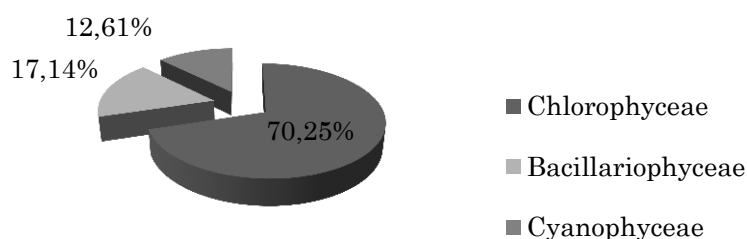
Stasiun II : Warna air biru

Stasiun III : Warna air hitam

Stasiun IV : Warna air kuning kehitaman

Stasiun V : Warna air kuning

Tabel 1 pada stasiun I ditemukan 5 spesies, stasiun II ditemukan 8 spesies, stasiun III ditemukan 5 spesies, stasiun IV ditemukan 8 spesies, dan stasiun V ditemukan 4 spesies. Kelas Chlorophyceae mendominasi kelimpahan mikroalga di lahan bekas tambang emas Dusun Koto Jayo dengan persentase sebesar 70,25%, Bacillariophyceae sebesar 17,14%, dan Cyanophyceae sebesar 12,61% (Gambar 1). Menurut Gunawan [3], Chlorophyceae dapat ditemukan di semua lokasi perairan karena memiliki range habitat yang luas dan merupakan kelompok mikroalga terbesar. Selain itu, faktor fisika dan kimia sangat mempengaruhi kelangsungan hidup dari mikroalga tersebut seperti kecerahan perairan, pH, oksigen terlarut, dll.



Gambar 1 Diagram Kelimpahan Mikroalga di Lahan Bekas Tambang Emas Dusun Koto Jayo

Berdasarkan Tabel 1 kelimpahan mikroalga yang ditemukan, maka dapat ditentukan nilai indeks keanekaragaman (H'), indeks kemerataan (E), dan indeks dominansi (C) pada masing-masing stasiun pengambilan sampel. Dari perhitungan indeks tersebut dapat diketahui kondisi perairan lahan bekas tambang emas Dusun Koto Jayo dengan indeks keanekaragaman berkisar 0,8131-1,7929; indeks kemerataan berkisar 0,5052-0,9135; dan

indeks dominansi berkisar 0,2095-0,6257. Perbandingan hasil perhitungan pada semua stasiun pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Keanekaragaman, Kemerataan, dan Dominansi Mikroalga pada Setiap Stasiun Penelitian

PARAMETER	STASIUN PENELITIAN					Rata-Rata
	I	II	III	IV	V	
Jumlah Spesies	5	8	5	8	4	
Keanekaragaman (H')	0,8131	1,5641	1,4703	1,7929	1,2413	1,3763
Kriteria	Stabilitas rendah, tercemar berat	Stabilitas sedang, tercemar sedang	Stabilitas sedang, tercemar sedang	Stabilitas sedang, tercemar sedang	Stabilitas sedang, tercemar sedang	Stabilitas sedang, tercemar sedang
Kemerataan (E)	0,5052	0,7522	0,9135	0,8622	0,8954	0,7857
Kriteria	Kemerataan rendah	Kemerataan rendah	Kemerataan rendah	Kemerataan rendah	Kemerataan rendah	Kemerataan rendah
Dominansi (C)	0,6257	0,3081	0,2602	0,2095	0,3160	0,3439
Kriteria	Ada dominasi, labil	Tidak ada dominasi, stabil	Tidak ada dominasi, stabil	Tidak ada dominasi, stabil	Tidak ada dominasi, stabil	Tidak ada dominasi, stabil

Ket:

Stasiun I : Warna air biru kehijauan

Stasiun II : Warna air biru

Stasiun III : Warna air hitam

Stasiun IV : Warna air kuning kehitaman

Stasiun V : Warna air kuning

Faktor yang mempengaruhi keberadaan berbagai macam mikroalga di air bekas tambang emas Dusun Koto Jayo yang dianalisis dalam penelitian ini adalah faktor fisika air yang diamati meliputi suhu, kecerahan, kedalaman, warna air, bau air, rasa air, dan cuaca (Tabel 3), serta faktor kimia air yang diamati yaitu pH, Oksigen terlarut (DO), dan logam berat Hg, Mg, Cu, dan Pb (Tabel 4).

Tabel 3 Kondisi Suhu, Kecerahan, Kedalaman, Warna Air, Bau Air, Rasa Air, dan Cuaca di Lahan Bekas Tambang Emas Dusun Koto Jayo

PARAMETER	STASIUN				
	I	II	III	IV	V
Suhu ($^{\circ}$ C)	30	28	29,3	27	28
Kecerahan (cm)	67,5	73	38	46,5	36
Kedalaman (cm)	37-183	50-169	26-100	74-146	26-140
Warna air	Biru kehijauan	Biru	Hitam	Kuning kehitaman	Kuning
Bau air	-	-	-	-	-
Rasa air	-	-	-	-	-
Cuaca	Cerah	Cerah	Cerah	Cerah	Cerah

Ket:

Stasiun I : Warna air biru kehijauan

Stasiun II : Warna air biru

Stasiun III : Warna air hitam

Stasiun IV : Warna air kuning kehitaman

Stasiun V : Warna air kuning

Suhu merupakan salah satu faktor yang penting dalam kehidupan, pertumbuhan, dan penyebaran organisme, serta proses metabolisme terjadi hanya dikisaran tertentu. Suhu di permukaan perairan berkisar 27° C- 30° C yang dilakukan pada pagi dan sore hari. Kecerahan perairan merupakan faktor yang sangat penting dalam komunitas mikroalga, karena mikroalga membutuhkan cahaya dalam proses fotosintesis. Kecerahan terendah pada stasiun V sebesar 36 cm dan kecerahan tertinggi pada stasiun II sebesar 73 cm. Kedalaman perairan mempengaruhi jumlah individu mikroalga, karena mikroalga memiliki klorofil

sehingga mampu melakukan proses fotosintesis. Lubang yang paling dalam yaitu stasiun I sedalam 183 cm. Cuaca saat penelitian di Lahan Bekas Tambang Emas Dusun Koto Jayo yaitu cerah. Pada perairan bekas tambang emas dilakukan juga pengamatan terhadap warna air, bau air, dan rasa air. Warna air pada lubang bekas tambang emas bervariasi yaitu ada warna hitam, biru, biru kehijauan, kuning, dan kuning kehitaman. Air pada lubang bekas tambang emas tidak berbau dan tidak berasa meskipun warna airnya berbeda-beda.

Tabel 4 Kondisi pH, Oksigen Terlarut, Hg, Mg, Cu, dan Pb di Lahan Bekas Tambang Emas Dusun Koto Jayo

PARAMETER	Satuan	Standar Baku Mutu	STASIUN				
			I	II	III	IV	V
pH	-	6,5-9,0	4-5	3-4	4-5	5-6	4-5
Oksigen Terlarut (DO)	mg/l (ppm)	≥ 6	8	8,5	7,5	8	7,3
Air Raksa (Hg)	mg/l (ppm)	0,001	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Magnesium (Mg)	mg/l (ppm)	-	0,1568	0,1762	0,197	0,3462	0,2183
Tembaga (Cu)	mg/l (ppm)	2,0	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Timbal (Pb)	mg/l (ppm)	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Ket:

Stasiun I : Warna air biru kehijauan

Stasiun II : Warna air biru

Stasiun III : Warna air hitam

Stasiun IV : Warna air kuning kehitaman

Stasiun V : Warna air kuning

Derajat keasaman atau pH merupakan sifat senyawa dalam air berupa asam atau basa. Derajat keasaman merupakan faktor penting yang menentukan kehidupan organisme perairan. Derajat keasaman paling tinggi yaitu stasiun IV dengan pH sekitar 5-6, sedangkan pH paling rendah sekitar 3-4 pada stasiun II. Oksigen merupakan faktor pembatas dalam penentuan kehadiran makhluk hidup dalam air. Oksigen terlarut di air bekas tambang emas Dusun Koto Jayo berkisar antara 7,3-8,5 mg/l sesuai dengan standar baku mutu kualitas air.

Logam berat merupakan komponen yang dibutuhkan dalam jumlah yang sangat kecil. Namun jika terdapat dalam jumlah di atas normal maka akan menjadi racun. Di lahan bekas tambang emas Dusun Koto Jayo besarnya kandungan logam Hg berkisar < 0,05 mg/l melebihi standar baku mutu kualitas air 0,001 mg/l dan kandungan Pb normal berkisar < 0,05 mg/l untuk semua stasiun. Kandungan Cu normal berkisar < 0,02 mg/l pada semua stasiun. Kadar Mg pada masing-masing stasiun di lahan bekas tambang emas Dusun Koto Jayo yaitu pada stasiun I sebesar 0,1568 mg/l; stasiun II sebesar 0,1762 mg/l; stasiun III sebesar 0,197 mg/l; stasiun IV sebesar mg/l, dan stasiun V sebesar mg/l

KESIMPULAN DAN SARAN

Komunitas mikroalga di lahan bekas tambang emas Dusun Koto Jayo ditemukan 3 kelas dari 16 spesies mikroalga yang meliputi Bacillariophyceae (3 spesies), Cyanophyceae (2 spesies), dan Chlorophyceae (11 spesies). Kelimpahan terbanyak terdapat pada Chlorophyceae yaitu *Ankistrodesmus sp*, *Mesotaenium sp*, *Mougeotia sp*, dan *Chlorococcum sp*.

Indeks keanekaragaman (H') mikroalga di lahan bekas tambang emas Dusun Koto Jayo mengindikasikan kualitas air tercemar sedang hingga berat. Nilai indeks kemerataan (E) mikroalga menunjukkan kemerataan antara spesies rendah. Indeks dominansi (C) mikroalga secara keseluruhan tidak ada spesies yang mendominasi, kecuali pada stasiun I ada jenis yang mendominasi yaitu Chlorophyceae pada *Mesotaenium sp*. Kandungan logam Pb berkisar < 0,05 mg/l dan Cu berkisar < 0,02 mg/l tidak melebihi standar baku mutu kualitas air.

Kandungan Hg melebihi ambang batas normal berkisar $<0,05$ mg/l mengindikasikan air di lahan bekas tambang emas mengalami pencemaran merkuri.

Berdasarkan hasil penelitian, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada musim hujan karena kelimpahan mikroalga akan berbeda sehingga diperoleh gambaran yang jelas tentang kondisi lahan bekas tambang emas Dusun Koto Jayo dan pencemaran merkuri akibat penggunaan merkuri secara berlebihan yang di buang di badan perairan dengan cara bioremediasi dan biodegradasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. 2012. Kabupaten Bungo. Diakses tanggal 10 Juni 2012. http://id.wikipedia.org/wiki/Kabupaten_Bungo.
- [2] Syafputri, E. 2012. Apa Itu Mikroalga. Diakses tanggal 10 Juni 2012.
- [3] Gunawan, 2011, Keanekaragaman Mikroalga di Lahan Bekas Tambang Batubara Cempaka. *Bioscientiae*, 8(1) : 23-27.

KADAR VITAMIN C PADA BUAH NAGA (*Hylocereus costaricensis*) SELAMA PENYIMPANAN

VITAMIN C CONTENT IN DRAGON FRUIT (*Hylocereus costaricensis*) DURING STORAGE

Nursyahra^{1*}, Iswendi², Meta Mafri³

Program Studi Pendidikan Biologi STKIP PGRI Sumatera Barat, Padang1
Email nursyahra12@yahoo.com, Jl. Punggai II No.86, RT.03/19 Kelurahan Surau Gadang Kecamatan Nanggalo Kota Padang, Telp. (0751) 461332
Jurusan FMIPA UNP, Padang2
Program Studi Pendidikan Biologi STKIP PGRI Sumatera Barat3

ABSTRACT

Dragon fruit (*Hylocereus costaricensis*) is one of the fruits that produce Vitamin C (ascorbic acid). Vitamin C is easily damaged by various factors such as temperature, storage and etc. The research aimed to determine the effect of storage time on level of vitamin C of dragon fruit stored in the refrigerator at a temperature of 10 °C. The study was conducted in the laboratory of Biochemistry Department of Chemistry, State University of Padang (UNP). This study used a completely randomized design (CRD) with 7 treatments and 3 replications . Storage is done with different time, i.e. A=control (after picking), B=3 days, C=6 days, D=9 days, E=12 days, F=15 days, and G=18 days. Vitamin C content was determined using the titration method. The data were processed using analysis of variance followed by different test, the obtained F value (14.1) > F (4.46), meaning that storage time affects the levels of vitamin C, where the dragon fruit storage for 9 days increased the levels of vitamin C, whereas on day 12 to day 18 decreased levels of vitamin C.

Keywords: Vitamin C, dragon fruit (*Hylocereus costaricensis*)

ABSTRAK

Buah naga (*Hylocereus costaricensis*) merupakan salah satu buah yang menghasilkan Vitamin C (asam askorbat). Vitamin C mudah rusak oleh berbagai faktor seperti suhu, penyimpanan dan lain-lain, maka telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar vitamin C pada buah naga yang disimpan di dalam lemari es pada suhu 10°C. Penelitian dilakukan di laboratorium Biokimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang (UNP). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 3 ulangan. Penyimpanan dilakukan dengan variasi waktu penyimpanan: A=control (setelah dipetik), B=3 hari, C=6 hari, D=9 hari, E=12 hari, F=15 hari, dan G=18 hari. Kadar vitamin C ditentukan dengan menggunakan metode titrasi. Data diolah dengan menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji beda, maka diperoleh Fhitung (14,1) > Ftabel (4,46), artinya lama penyimpanan mempengaruhi kadar vitamin C, dimana pada penyimpanan buah naga selama 9 hari terjadi peningkatan kadar vitamin C, sedangkan pada hari ke 12 sampai hari ke 18 terjadi penurunan kadar vitamin C.

Kata kunci : Vitamin C, Buah naga (*Hylocereus costaricensis*)

PENDAHULUAN

Vitamin C dalam bentuk murni merupakan kristal putih, tidak berwarna dan tidak berbau. Dalam ilmu kimia, vitamin C mempunyai rumus empiris C₆H₈O₆. Dalam larutan vitamin C mudah rusak karena teroksidasi oleh oksigen dari udara luar. Vitamin C berperan serta dalam banyak proses metabolisme yang berlangsung dalam jaringan tubuh [1]. Vitamin

C adalah salah satu vitamin yang mudah larut di dalam air dan sangat berguna di dalam tubuh manusia. Di dalam tubuh manusia vitamin C berfungsi menumbuhkan sel-sel tubuh serta sangat baik dalam mencegah penyakit [2]. Vitamin C dibutuhkan dalam berbagai proses penting dalam tubuh mulai dari pembuatan kolagen, pengangkutan lemak, hormon adrenalin dan zymati, pemacu gizi yang sehat, pelindung radiasi, pengatur tingkat kolesterol, pendetoksifikasi radikal bebas senyawa anti bakteri dan virus dan pemacu imunitas [3].

Vitamin C mempunyai sifat yang sangat labil, yaitu cepat rusak karena panas dan mudah bereaksi dengan oksigen atau mudah teroksidasi. Vitamin C tidak bisa disintesis di dalam tubuh manusia, maka untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan vitamin C, vitamin C harus didatangkan dari luar tubuh. Sumber utama vitamin C adalah buah-buahan dan sayur-sayuran yang berwarna hijau [4].

Buah naga (*Hylocereus costaricensis*) adalah salah satu buah-buahan yang tergolong baru di Indonesia. Pada tahun 2001 buah naga hanya terdapat di Israel, Australia, Thailand dan Vietnam tapi sekarang buah naga sudah merambah pasaran Indonesia. Para petani di Indonesia sudah mulai membudidayakan buah naga seperti di daerah Pasuruan, Jember, Mojokerto, Jombang dan Denpasar [5]. Buah naga memiliki bentuk yang sangat unik dan cukup menarik perhatian. Bentuk fisik buah naga mirip dengan mangga gendong gincu dengan dengan warna kulit yang merah jambu [7].

Buah naga tidak hanya mempunyai bentuk fisik yang unik, tetapi juga mengandung banyak zat gizi terutama vitamin dan zat mineral esensial yang baik dalam pencegahan penyakit [7]. Buah naga memiliki banyak khasiat terutama untuk kesehatan tubuh manusia. Selain bisa dimakan sebagai buah segar, buah naga juga bisa diolah menjadi minuman seperti jus yang berkhasiat untuk mengimbangi kadar gula darah, menguatkan ginjal, membersihkan dan menyehatkan lever. Dalam buah naga terdapat kandungan senyawa kimia seperti, protein, karbohidrat, vitamin C dan senyawa kimia lainnya [2]. Menurut Suryobuwono dkk. [8] kandungan vitamin yang paling tinggi di dalam buah naga adalah vitamin C.

Untuk memenuhi kebutuhan akan buah-buahan masyarakat biasanya membelinya di pasar-pasar. Karena keterbatasan waktu untuk kepasar setiap harinya masyarakat biasanya membeli buah-buahan untuk kebutuhan selama satu minggu. Buah-buahan yang telah dibeli di pasar biasanya disimpan di dalam lemari es dengan tujuan memperpanjang masa segarnya. Menurut Almatsier [9] kehilangan vitamin C pada buah dan sayur disebabkan oleh beberapa faktor seperti lama tersimpan pada suhu yang panas, membiarkan lama terbuka, karena pencucian, perendaman dalam air, memasak dengan suhu yang tinggi dan dalam waktu yang lama.

Sehubungan dengan itu maka telah dilakukan penelitian tentang Kadar vitamin C buah naga (*Hylocereus costaricensis*) selama penyimpanan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar vitamin C buah naga (*Hylocereus costaricensis*) selama penyimpanan dan manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan informasi bagi masyarakat dalam penyimpanan buah naga.

BAHAN DAN METODE

Rancangan Percobaan

Jenis penelitian ini adalah eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri 7 perlakuan dan 3 ulangan. Adapun perlakuannya sebagai berikut

- Buah naga yang tidak disimpan dan langsung dianalisis (sebagai kontrol)

- Buah naga yang disimpan 3 hari di dalam lemari es
- Buah naga yang disimpan 6 hari di dalam lemari es
- Buah naga yang disimpan 9 hari di dalam lemari es
- Buah naga yang disimpan 12 hari di dalam lemari es
- Buah naga yang disimpan 15 hari di dalam lemari es
- Buah naga yang disimpan 18 hari di dalam lemari es

Cara kerja

Pembuatan sari buah

Yang dijadikan sari buah adalah daging buah dan biji sedangkan kulitnya dibuang. daging buah ditimbang dengan berat 50 gr dan dihancurkan dengan menggunakan lumpang dan alu sampai diperoleh slury

Penentuan kadar vitamin C

Masukan slury ke dalam labu ukur 250 ml dan tambahkan aquades sampai tanda batas. Selanjutnya saring dengan menggunakan kapas dan filtrat diambil sebanyak 25 ml, kemudian tambahkan 3 tetes larutan amilum dan dititrasi dengan memakai larutan iodium 0,01 N sampai terjadi perubahan warna.

Penentuan kadar vitamin C menggunakan rumus [7]:

$$\text{Kadar vitamin C} = \frac{\text{ml yodium } 0,01 \text{ N} \times 0,88 \text{ mg} \times \text{Px } 100}{\text{g contoh}}$$

Keterangan:

Kadar vitamin C = mg vitamin C per 100 gr bahan

P = Pengenceran

1 ml iodium 0,01 N = 0,88 mg asam askorbat

Parameter

Parameter dalam penelitian ini adalah kadar vitamin C pada buah naga dengan lama penyimpanan yang berbeda.

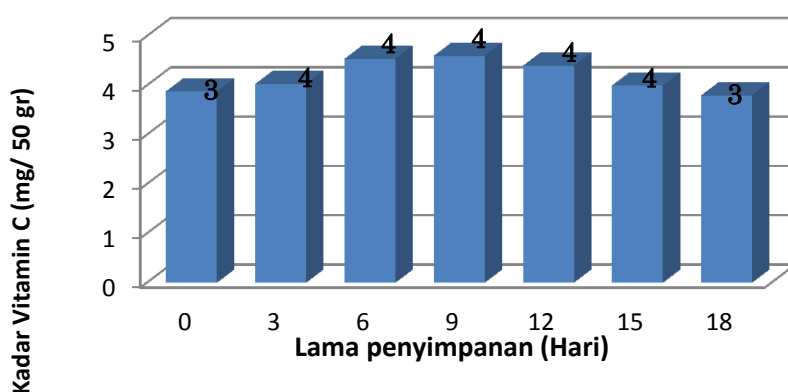
Analisis Data

Data kadar vitamin C dari tiap perlakuan dianalisis dengan analisis ragam dan uji beda (uji F).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan mengenai kadar vitamin C buah naga selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 1.

Dari hasil penelitian kadar vitamin C buah naga selama penyimpanan didapatkan hasil bahwa pada perlakuan A (kontrol) sampai perlakuan D (9 hari) terjadi peningkatan kadar vitamin C pada buah naga. Hal tersebut disebabkan karena penyimpanan sampai hari ke 9 dari buah naga masih terjadi proses biosintesis vitamin C. Proses biosintesis Vitamin C pada buah naga yang disimpan sampai hari ke 9 dibantu oleh glukosa yang terkandung di dalam buah naga. Proses biosintesis vitamin C juga melibatkan aktifitas enzim yang berasal dari buah naga. Selama substrat dalam bentuk glukosa dan galaktosa masih tersedia, maka proses biosintesis vitamin C akan berlangsung sehingga kadar vitamin C akan meningkat. Hal ini sesuai dengan pendapat Wirahadikusuma (1985) yang mengatakan bahwa biosintesis vitamin C atau asam askorbat melibatkan glukosa secara bertahap dengan menggunakan bantuan ATP. Enzim akan mengubah D-Glukuronat, L-gulonat menjadi asam askorbat.



Gambar 1. Histogram rata-rata kadar vitamin C buah naga selama penyimpanan

Menurut Winarto [10] terjadinya peningkatan kadar vitamin C pada buah karena sampel yang digunakan dipilih buah yang benar-benar matang, dalam kondisi segar dan tidak rusak, sehingga banyak mengandung karbohidrat atau pati. Selama proses pematangan kandungan pati dalam buah berubah menjadi gula pereduksi yang akan menimbulkan rasa manis, sehingga kadar glukosa dalam buah tidak berkurang. Dengan tidak adanya pengurangan kadar glukosa di buah maka dapat digunakan untuk proses biosintesis vitamin C sehingga kadar vitamin C meningkat.

Pada perlakuan E (12 hari) sampai perlakuan G (18 hari) kadar vitamin C menurun. Hal tersebut disebabkan karena cadangan glukosa yang ada didalam buah naga sudah berkurang maka proses biosintesis vitamin C juga akan berkurang dan menyebabkan kadar vitamin C menurun. Sesuai dengan pendapat Winarto [10] yang mengatakan bahwa penurunan kadar vitamin C pada penyimpanan dipengaruhi oleh substrat, karena jika kadar glukosa dan galaktosa sudah mulai berkurang biosintesis vitamin C juga berkurang dan menyebabkan terjadinya penurunan kadar vitamin C. Selain itu lama penyimpanan juga menyebabkan terjadinya proses oksidasi yang akan merubah vitamin C menjadi asam oksalat dan asam L-treonat yang mengakibatkan sayur atau buah menjadi masam. Buah yang sudah dipetik dari batangnya tidak bisa lagi mengambil nutrisi dari luar, akibatnya kadar glukosa akan berkurang dan proses biosintesis vitamin C juga berkurang. Menurut Almatsier [9] pada saat panen dan penyimpanan sejumlah vitamin yang ada pada buah akan hilang. Semakin tinggi suhu, semakin lama kontak dengan udara dan matahari dan semakin lama disimpan maka buah akan semakin banyak kehilangan vitamin.

KESIMPULAN DAN PROSPEK

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa kadar vitamin C buah naga (*Hylocereus costaricensis*) meningkat pada penyimpanan sampai hari ke 9, sedangkan kadar vitamin C pada hari ke 12 -18 terjadi penurunan. Untuk konsumen, dalam menyimpan buah naga sebaiknya disimpan di dalam lemari es paling lama 9 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sediaoetama., A., D. 1989. Ilmu Gizi. Jakarta : Dian Rakyat.
- [2] Anonimus. 2003. "Buah Naga". <http://www.trubus.com>. Diakses 28 November 2010.
- [3] Goodman dan Sandra. 1995. Ester-CR Vitamin C Generasi 111. Jakarta: Gramedia.
- [4] Titrawinata, T. 2006. Makanan Dalam Perspektif Al-quran dan Ilmu Gizi. Jakarta: FKUI.

- [5] Andipati. 2006. “ Buah Naga”.<http://andipati.Wordpress.com/2006/08/04/buah-naga>. Diakses 15 Mei 2008.
- [6] Kristanto, Daniel. 2003. Buah Naga Pembudidayaan di Pot dan di Kebun. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [7] Warisno dan Dahana, K. 2010. Buku Pintar Bertanam Buah Naga. Jakarta: Gramedia
- [8] Suryobuwono, A dkk. 2005. Buah Segala Musim. Jakarta: Gramedia.
- [9] Almatsier, S. 2004. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: Gramedia.
- [10] Winarno, F. G. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: Gramedia

**PENGARUH PERENDAMAN DAN LAMA PEMAPARAN MEDAN MAGNET 0,1 mT
TERHADAP PERKECAMBAHAN DAN KECEPATAN PERTUMBUHAN
KECAMBAH KACANG HIJAU (*Phaseolus radiatus*)**

**THE EFFECT OF IMMERSION AND PERIOD OF MAGNETIC FIELD EXPOSURE 0,1 mT
ON GERMINATION AND SEEDLING GROWTH RATE OF MUNG BEAN (*Phaseolus
radiatus*)**

Rita Zahara¹, Rochmah Agustrina¹, Tundjung Tripeni Handayani¹

1Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Lampung,
Jl. Soemantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung 35145
e-mail : agustrina@gmail.com

ABSTRACT

Germination process is strongly influenced by environmental factors such as temperature, humidity, and magnetic fields. Previous research suggests that magnetic fields can affect plant growth. The purpose of this study was to determine the effect of exposure period to a magnetic field of 0.1 mT and immersion on the germination percentage and rate of growth of mung bean (*Phaseolus radiatus*) seedling. Experiment arranged in a randomized block design with two factors. The first factor is immersion treatment whereas the seeds are immersed in tap water for 15 minutes (R) and are not immersed (TR) before receiving the magnetic field exposure treatment. The second factor is the duration of exposure of 0.1 mT magnetic field consists of the control (0) , 7'48 " (M7) ; 11'44 " (M11) and 15'36 " (M15). In observation of the germination percentage, soaking treatment before exposure to the magnetic field is not done. Each unit of experiment was repeated 3 times with repetition as a group. The measured parameters are germination percentage, seedling growth rate and parenchyma diameter. The obtained data were analyzed using analysis variance followed by LSD test at $\alpha = 5\%$. The results showed that exposure to magnetic fields increase the percentage of germination and growth rate of mung bean seedling. Exposure period to magnetic fields of 11'44 " result in highest germination percentage and growth rate of mung bean seedling.

Key word: *Phaseolus radiatus*, magnetic field, germination percentage, growth rate.

ABSTRAK

Proses perkecambahan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban dan medan magnet. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa medan magnet dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh lama pemaparan medan magnet 0,1 mT dan perendaman terhadap persentase perkecambahan dan kecepatan pertumbuhan kecambah kacang hijau (*Phaseolus radiatus*). Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan dua faktor. Faktor pertama adalah perendaman terdiri dari perendaman biji selama 15 menit (R) dan tidak rendam (TR) sebelum perlakuan pemaparan medan magnet. Faktor kedua adalah lama pemaparan medan magnet 0,1 mT terdiri dari kontrol (0), 7'48" (M7); 11'44" (M11) dan 15'36" (M15). Pada pengamatan persentase perkecambahan, perlakuan perendaman sebelum pemaparan medan magnet tidak dilakukan. Setiap unit percobaan diulang sebanyak 3 kali dengan ulangan sebagai kelompok. Parameter yang diukur adalah persentase perkecambahan, kecepatan pertumbuhan kecambah dan diameter parenkim. Data yang diperoleh dianalisis ragam dilanjutkan dengan uji BNT pada $2=5\%$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemaparan medan magnet meningkatkan persentase perkecambahan dan kecepatan pertumbuhan kecambah kacang hijau (*Phaseolus radiatus*). Pemaparan medan magnet

selama 11'44" dan perendaman biji sebelum perlakuan menghasilkan persentase perkecambahan dan kecepatan pertumbuhan kecambah yang terbaik.

Kata Kunci: *Phaseolus radiatus*, medan magnet, persentase perkecambahan, perkecambahan

PENDAHULUAN

Semua makhluk hidup yang ada di bumi secara alami dipengaruhi oleh medan magnet dan melakukan adaptasi terhadap keberadaan medan magnet tersebut (Racuciu, 2011). Begitupun pada tumbuhan, medan magnet dapat mempengaruhi proses pertumbuhan. Tumbuhan mengandung berbagai unsur hara seperti karbon, oksigen, hydrogen, nitrogen, sulphur, fosfor, kalium, kalsium, mangan, besi, seng, klorida, tembaga, molybdenum, boron dan nikel (Campbell dkk., 2003). Unsur-unsur hara tersebut sebagian besar bersifat magnetis atau dapat dipengaruhi oleh medan magnet (Alonso dan Finn, 1992)

Medan magnet dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman namun mekanisme pengaruhnya terhadap tanaman belum bisa dijelaskan dengan baik (Saragih dkk., 2010). Beberapa penelitian menunjukkan adanya pengaruh positif dari medan magnet terhadap tumbuhan. Misalnya medan magnet diketahui dapat meningkatkan kecepatan pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Di dalam sel tanaman terdapat partikel-partikel bermuatan listrik dan memiliki massa. Partikel-partikel tersebut bergerak dengan kecepatan tertentu. Interaksi antara medan elektromagnetik luar dengan partikel-partikel dalam tumbuhan tersebut menyebabkan terserapnya energi medan elektromagnetik. Energi hasil interaksi tersebut selanjutnya diubah ke dalam bentuk yang dapat mempercepat proses perkecambahan dan pertumbuhan tanaman (Aladjadjian, 2003)

Observasi terhadap kecepatan penguapan air dalam media perkecambahan biji legum juga menunjukkan bahwa perlakuan medan magnet sampai 165 A/m menyebabkan peningkatan penguapan yang cukup signifikan dibandingkan kontrol meskipun tidak diikuti dengan peningkatan suhu. Peningkatan kuat medan magnet sampai 275 A/m meningkatkan suhu sebesar 2,5°C . Adanya peningkatan penguapan air pada medium menunjukkan bahwa potensial air pada medium tersebut meningkat sehingga dapat mempercepat hidrasi air ke dalam benih (Agustrina, 2008). Pada penelitian ini diamati pengaruh medan magnet 0,1 mT terhadap persentase perkecambahan dan pertumbuhan kecambah kacang hijau.

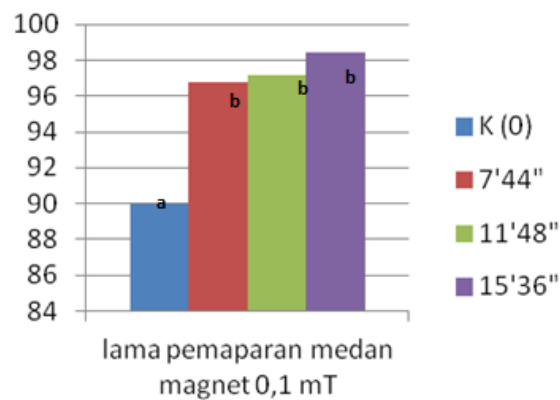
METODE PENELITIAN

Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan dua faktor. Faktor pertama adalah perendaman terdiri dari perendaman biji selama 15 menit (R) dan tidak rendam (TR) sebelum perlakuan pemaparan medan magnet. Faktor kedua adalah lama pemaparan medan magnet 0,1 mT terdiri dari kontrol (0), 7'48" (M7); 11'44" (M11) dan 15'36" (M15). Untuk pengamatan persentase perkecambahan, perlakuan yang digunakan lama hanya pemaparan medan magnet. Setiap unit percobaan diulang sebanyak 3 kali dengan ulangan sebagai kelompok. Parameter yang diukur adalah persentase perkecambahan, kecepatan pertumbuhan kecambah dan diameter parenkim. Data yang diperoleh dianalisis ragam dilanjutkan dengan uji BNT pada $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentasi Perkecambahan Kacang Hijau

Hasil anara ($\alpha=5\%$) menunjukkan bahwa pemaparan pemaparan medan magnet 0,1 mT yang secara nyata mempengaruhi persentase perkecambahan. Berdasarkan hasil uji BNT pada taraf $\alpha=5\%$ diketahui bahwa semua perlakuan dengan lama pemaparan medan magnet 0,1 mT meningkatkan persentase perkecambahan. Persentasi perkecambahan paling tinggi berdasarkan hasil pengamatan yaitu pada perlakuan lama pemaparan medan magnet 15 menit 36 detik (15'36").



Gambar 1. Persentase perkecambahan kacang hijau pada $\alpha=5\%$

Kecepatan Pertumbuhan Kecambah Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*)

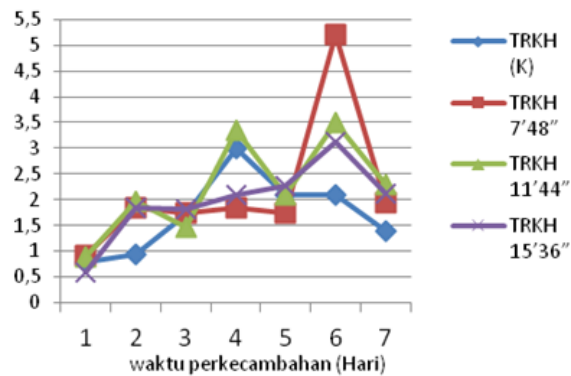
Hasil anara menunjukkan bahwa perlakuan lama pemaparan medan magnet 0,1 mT yang terdiri dari kontrol (0), 7'48" (M7); 11'44" (M11) dan 15'36" (M15) serta perendaman biji selama 15 menit (R) dan tidak rendam (TR). Menunjukkan hanya perlakuan perendaman yang memberikan pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan kecambah (anara $\alpha=5\%$). Biji kacang hijau yang direndam selama 15 menit sebelum perlakuan medan magnet menunjukkan kecepatan pertumbuhan yang lebih tinggi dibanding biji yang tidak mengalami perendaman sebelum perlakuan medan magnet (Gambar 2)



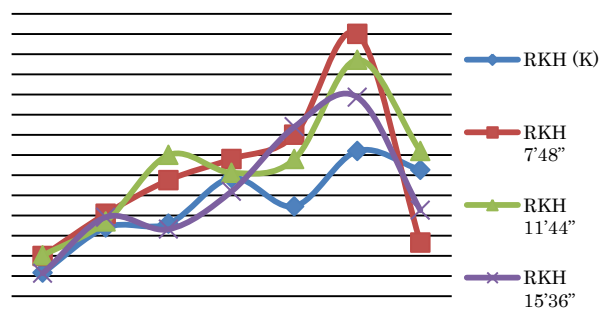
Gambar.2 Pengaruh perendaman sebelum perlakuan medan magnet terhadap kecepatan pertumbuhan kecambah.

Meskipun pengaruh lama pemaparan medan magnet 0,1 mT tidak memberikan pengaruh yang nyata pada pertumbuhan kecambah kacang hijau. Gambar 3a dan 3b menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan kecepatan pertumbuhan kecambah pada biji yang diberi perlakuan medan magnet terutama pada biji direndam 15 menit sebelum

perlakuan (Gambar 3b). Peningkatan kecepatan pertumbuhan kecambah yang paling tinggi terlihat pada perlakuan lama pemaparan medan 7 menit 48 detik (7'48") yaitu pada hari ke 6. Pada hari ke1 kecepatan pertumbuhan kecambah pada semua perlakuan tidak ada perbedaan yang signifikan, pada hari ke2 sampai hari ke7 mengalami peningkatan kecepatan tumbuh yang berbeda-beda pada setiap perlakuan.



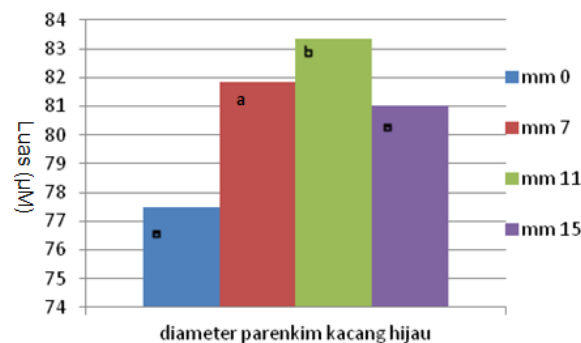
Gambar 3a. Pengaruh lama pemaparan medan magnet 0,1 mT terhadap pertumbuhan kecambah kacang hijau (cm/hari) pada biji tidak rendam



Gambar 3b. Pengaruh lama pemaparan medan magnet 0,1 mT terhadap laju pertumbuhan kecambah kacang hijau (cm/hari) pada biji yang direndam.

Diameter Parenkim

Dari perlakuan perendaman dan pemaparan medan magnet 0,1 mT terhadap diameter parenkim menunjukkan hanya perlakuan medan magnet yang membuktikan perbedaan diameter parenkim yang nyata (Anara 5%)



Gambar 4. Diameter parenkim (μm) pada kacang hijau dengan perlakuan perendaman dan pemaparan medan magnet 0,1 mT

Seperti pada perkecambahan dan kecepatan pertumbuhan, Uji BNT pada $\alpha = 5\%$ menunjukkan bahwa semua perlakuan pemaparan medan magnet menyebabkan peningkatan ukuran diameter sel perenkim. Perlakuan pemaparan selama 7'48" menghasilkan ukuran diameter parenkim terbesar, baik pada biji yang direndam maupun tidak direndam selama 15 menit sebelum perlakuan medan magnet.

Persentasi perkecambahan

Pada pengamatan persentasi perkecambahan perlakuan yang diberikan hanya pemaparan medan magnet tanpa perlakuan perendaman. Secara keseluruhan perlakuan lama pemaparan medan magnet 0,1mT dengan lama pemaparan 7'44", 11'48" dan 15'36" meningkatkan persentase perkecambahan kacang hijau. Namun antar perlakuan lama pemaparan medan magnet satu sama lain tidak menunjukkan perbedaan persentasi perkecambahan secara nyata. Data tersebut (Gambar 1) memberikan asumsi bahwa perlakuan medan magnet 0,1 mT dapat mempercepat aktivasi pertumbuhan tanaman. Hasil yang sama tentang pengaruh medan magnet terhadap perkecambahan diperoleh juga dari penelitian pengaruh elektromagnetik terhadap perkecambahan tomat *Cherry (Lycopersicum Cerasiforme)* yang dilakukan oleh Dewi (2011) yang menunjukkan bahwa pemaparan medan elektromagnetik dengan tegangan 1500 volt dengan lama pemaparan 24 jam memberikan dampak positif terhadap perkecambahan dan pertumbuhan tanaman tomat *cherry* dengan rata-rata persentase perkecambahan sebesar 100 % (Dewi, 2011)

Medan magnet memiliki kemampuan merubah sifat fisika dan kimia air seperti; kelarutan garam mineral, tekanan permukaan, dan pH. Perubahan sifat inilah yang menyebabkan air mudah diserap dengan cepat oleh biji (Morejon et al., 2007). Air yang telah diserap oleh biji memacu aktivasi enzim amylase yang berfungsi dalam proses metabolisme sel (Campbell et al., 2003). Dengan meningkatnya proses metabolisme maka proses perkecambahan pada biji semakin meningkat.

Dalam penelitian ini, perlakuan medan 0,1 mT secara nyata meningkatkan persentase perkecambahan. Namun besarnya energi yang dikeluarkan dari pemaparan medan magnet 0,1 mT selama 7'44", 11'48" dan 15'36" diduga tidak terlalu berbeda satu sama lain sehingga masing-masing perlakuan lama pemaparan tersebut tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap persentase perkecambahan.

Kecepatan pertumbuhan kecambah kacang hijau

Hasil Anara pada $\alpha = 5\%$ menunjukkan hanya perlakuan perendaman yang memberikan perbedaan kecepatan pertumbuhan kecambah yang nyata. Perlakuan perendaman biji selama 15 menit meningkatkan kecepatan pertumbuhan kecambah secara nyata dari biji tidak direndam sebelum perlakuan medan magnet (Gambar 2).

Pengaruh air terhadap percepatan pertumbuhan kecambah didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Marthen dkk. (2013) pada perendaman biji sengon (*Paracrianthes falcataria L*) yang membuktikan bahwa ketersediaan air meningkatkan percepatan laju perkecambahan, indeks vigor dan persentase perkecambahan (Marthen dkk., 2013).

Dalam proses perkecambahan biji memerlukan air untuk melunakan kulit biji sehingga biji menjadi permeable terhadap air dan memudahkan masuknya oksigen. Peningkatan kandungan air dalam biji yang mencukupi (optimal) akan memicu inisiasi metabolisme perkecambahan karena air yang masuk ke dalam jaringan berperan dalam proses peretakan kulit biji, perkembangan embrio serta pembesaran sel-sel titik tumbuh. Air juga mempengaruhi aktivitas enzim alfa amylase, translokasi hasil penguraian makanan, serta

mengatur keseimbangan zat pengatur tumbuh dan penggunaan cadangan makanan. Sedangkan oksigen diperlukan untuk proses respirasi yang akan menghasilkan energi yang digunakan untuk pembelahan sel (Kamil, 1979). Dengan demikian, perlakuan perendaman biji menyebabkan biji terpapar terhadap kesediaan air yang sangat mencukupi untuk proses imbibisi oleh biji sehingga kondisi kandungan air biji yang optimum segera dapat tercapai.

Meskipun perlakuan lama pemaparan medan magnet tidak dinyatakan berbeda nyata pada kecepatan pertumbuhan, namun dari Gambar 3a dan 3b terlihat bahwa semua medan magnet cenderung meningkatkan kecepatan pertumbuhan, terutama pada biji yang di rendam. Berdasarkan hasil kajiannya Roniyus (2005) mengajukan hipotesis bahwa energi medan magnet yang dapat memutuskan ikatan hidrogen antar molekul-molekul air sehingga molekul-molekul air menjadi lebih bebas bergerak dan potensial air serta daya hidrasi meningkat. Dengan demikian ketersediaan air di sekitar biji yang diberi perlakuan medan magnet akan mengakibatkan meningkatnya proses-proses metabolisme dalam biji yang akhirnya mempercepat proses perkecambahan dan pertumbuhan kecambah. Sari (2011) membuktikan bahwa pemaparan medan magnet 0,1 mT sampai dengan 50 mT dengan lama pemaparan 7 menit 48 detik, 11 menit 44 detik dan 15 menit 36 detik pada tanaman tomat dari benih yang direndam sebelum perlakuan medan magnet meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan tomat (Sari, 2011).

Diameter parenkim

Hasil anara pada $\alpha=5\%$ pada perlakuan perendaman dan pemaparan medan magnet 0,1 mT terhadap diameter parenkim menunjukkan hanya perlakuan medan magnet yang menghasilkan perbedaan diameter parenkim yang nyata. Adanya peningkatan kadar air akibat perlakuan pemaparan medan magnet diduga menyebabkan adanya peningkatan metabolisme perkecambahan serta laju pertumbuhan dan ukuran sel jaringan tumbuhan.

Ketersediaan air memiliki peran yang sangat penting dalam proses pertumbuhan sel. Pemanjangan atau pembesaran sel membutuhkan air yang cukup serta adanya hormon tertentu yang memungkinkan dinding sel merentang, vakuola secara aktif akan menyerap air dalam jumlah besar. Akibat adanya absorpsi air dan hormon auksin yang memacu perentangan sel, sel akan memanjang, dengan kadar air yang banyak akan membantu proses metabolisme sel dan berakibat pada proses pembesaran sel (Gardner, 1991), Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa tanaman pada kondisi cukup air memiliki tekanan turgor yang tinggi, yang memicu pertumbuhan sel berlangsung dengan baik. Sebaliknya pada tekanan turgor yang rendah karena kurangnya ketersediaan air mengakibatkan terhentinya pertumbuhan sel (Salisbury dan Ross, 1995)

Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan perendaman dan pemaparan medan magnet meningkatkan ukuran diameter parenkim kecambah kacang hijau (gambar.4). hasil yang sejalan diperoleh dari penelitian Sari (2011) yang menunjukkan bahwa perendaman pada biji dan pemaparan medan magnet 0,2 mT meningkatkan ukuran sel parenkim, xylem dan lebar stomata pada tanaman tomat (Sari, 2011)

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa ;

- Perlakuan lama pemaparan medan magnet 0,1 mT cenderung meningkatkan persentase perkecambahan kacang hijau (*Phaseolus radiatus*)
- Perlakuan perendaman biji sebelum perlakuan pemaparan medan magnet 0,1 mT meningkatkan kecepatan pertumbuhan kecambah kacang hijau

- Perendaman dan pemaparan medan magnet 0,1 mT meningkatkan diameter sel parenkim

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Racuciu M. 2011. *50 Hz Frequency Magnetic Field Effects On Mitotic Activity In The Maize Root*. Romanian Journal Of Biophysics, Vol. 21, No. 1, PP. 53-62
- [2] Campbell, N.A., Reece, J.B dan Mitchell, L.G. 2003. *Biologi Jilid 2*. Erlangga
- [3] Alonso, M dan E.J. Finn. 1992. *Dasar-dasar fisika universitas*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- [4] Saragih, H., Tobing, J., dan Silaban, O. 2010. *Meningkatkan Laju Pertumbuhan Kecambah Kedelai dengan Bantuan Medan Magnetik Statik*. Prosiding Seminar Nasional Fisika. Universitas Advent Indonesia. Bandung
- [5] Aladjadjan, A. dan T. Ylieve. 2003. *Influence of Stationary Magnetic Field on the Early Stages of Development of Tobacco Seeds (*Nicotiana tabacum* L.)*. Journal Central European Agriculture. Vol. 4. No. 2. Hlmn: 131-137.
- [6] Agustrina, R. 2008. *Perkecambah dan Pertumbuhan Kecambah Leguminosae Dibawah Pengaruh Medan Magnet*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat. Universitas Lampung. Lampung
- [7] Dewi, K.M. Kemala. 2011. *Efek Medan Elektromagnetik Pada Perkecambahan Benih Dan Pertumbuhan Tanaman Tomat Cherry (*Lycopersicum cerasiforme*)*. Universitas Udayana. Bali
- [8] Morejon, LP., Palacio, JC. Castro., Abad, Valazquez., Govea, AP. 2007. *Stimulation of *Pinus tropicalis* M. Seeds by Magnetically Treated Water*. Internatoinal Journal Agrophysics. 21:173-177
- [9] Martheen, E.K., dan Rehatta, H. 2013. *Pengaruh Perlakuan Pencelupan dan Perendaman Terhadap Perkecambahan Benih Sengon (*Paraserlanthes falcataria* L.)*. Jurnal Agrologia. Vol.2. No.1. Hlmn: 1-85
- [10] Kamil, J.1979. *Teknologi Benih 1*. Angkasa Raya. Padang
- [11] Roniyus, M.S. 2005. *Pertumbuhan dan Perkembangan Cocor Bebek (*Kallance pinnata* Pers.) Di Sekitar Medan Listrik, Medan Magnet Dan Gelombang Elektromagnetik*. Laporan Penelitian Proyek Pengembangan Diri. Universitas Lampung. Bandar Lampung
- [12] Sari, E.N. 2011. *Pengaruh Lama Pemaparan Medan Magnet yang Berbeda Terhadap Indeks Mitosis dan Anatomi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill)*. Skripsi. Jurusan Biologi Universitas Lampung. Bandar Lampung
- [13] Gardner, F.P dan Pearce, R.B. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*, Alih Bahasa; Herawati Susilo. UI Press. Jakarta
- [14] Salisbury, F.B., dan Ross, C.W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Penerbit Institut Teknologi Bandung. Bandung

PERANAN PSEUDOMONAD FLUORESEN SEBAGAI AGENS HAYATI DALAM MENEKAN MASA INKUBASI PENYAKIT LAYU FUSARIUM TANAMAN CABAI

ROLE OF FLUORESCENT PSEUDOMONADS AS BIOLOGICAL AGENTS IN SUPPRESSING FUSARIUM DISEASE INCUBATION PERIOD ON CHILI PLANT

Mades Fifendy*

Program Studi Biologi, Universitas Negeri Padang, Padang*
Belanti Barat IV No. 12 Lolong Belanti, Padang; madesfifendy@yahoo.co.id

ABSTRACT

Chili is a vegetable commodities that has high economic value. The main problem influence chilli cultivation is fusarium wilt disease that attacks the plant. Fusarium wilt disease is generally controlled by the use of chemical fungicide. Fusarium wilt disease can also be controlled with the use of biological control agents. Fluorescent pseudomonads (Pf) can be used as biological agents ton Fusarium wilt disease because they are able to produce siderophores compound. This study aimed to determine the ability of Pf isolates in suppressing fusarium wilt disease incubation period. The study consisted of two phases. First stage was to select effectiveness of several Pf to control Fusarium in vitro. The second stage is to test the effectiveness of isolates Pf. The completely randomized design (CRD) was used in this experiment with 6 treatments and 4 replications. Data were analyzed by Analysis Of Variance (ANOVA). The results showed that all Pf isolates had no significant effect in suppressing the incubation period of the fusarium wilt disease of pepper plants. There was a tendency that PB3 isolate was able to suppress fusarium wilt disease incubation period pepper plants.

Keywords: Fluorescent pseudomonads, Fusarium wilt, chili plant

ABSTRAK

Cabai merupakan komoditas sayuran yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Masalah utama dalam budidaya cabai adalah tingginya serangan hama dan penyakit seperti layu fusarium. Penyakit layufusarium umumnya dikendalikan dengan menggunakan fungisida kimiawi. Selain menggunakan bahan-bahan kimia penyakit layu fusarium dapat dikendalikan dengan menggunakan agens hayati. Pseudomonad fluorezen ialah agens hayati yang dapat mengendalikan penyakit layu fusarium karena bakteri ini dapat menghasilkan senyawa siderofor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan bebagaiisolat Pf dalam menekan masa inkubasi penyakit layu fusarium. Penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama ialah menyeleksi eleksi efektivitas berbagai isolat Pf terhadap Fusarium secara in vitro yang dilakukan secara deskriptif. Tahap kedua ialah uji efektivitas isolat Pf. Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan digunakan dalam penelitian ini. Analisis data menggunakan ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua isolat Pb3 mampu menekan masa inkubasi penyakit layu fusarium tanaman cabai. Pf tidak memberikan pengaruh yang nyata dalam menekan masa inkubasi penyakit layu Fusarium tanaman cabai.

Katakunci: Pseudomonad fluorezen, layu Fusarium, tanaman cabai

PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum annum* L.) mempunyai nilai ekonomi lebih tinggi dibandingkan dengan jenis sayuran lainnya. Pada umumnya cabai diperdagangkan dan dikonsumsi dalam bentuk kering dan segar. Cabai banyak digunakan dalam bahan baku makanan olahan,

minyak atsiri dan bahan ramuan obat tradisional [1]. Cabai merah paling banyak digunakan dalam bentuk segar atau olahan untuk konsumsi rumah tangga. Akan tetapi, produksi cabai merah di Indonesia masih tergolong rendah. Salah satu provinsi penghasil cabai di Indonesia ialah Sumatera Barat. Pada tahun 2004 produksi cabai merah di Sumatera Barat mencapai 37.972 ton, tahun 2007 menurun menjadi 31.767 ton, dan pada tahun 2008 sedikit meningkat menjadi 32.432 ton [2]. Turunnya produksi cabai diantaranya disebabkan oleh penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium* sp. Gejala serangan penyakit dapat dilihat dari daun yang menguning, terutama di sepanjang jalur tepi daun, kemudian menyebar menuju ke tangkai daun. Akhirnya daun layu dengan cepat, tangkai daun patah dan batang membusuk [3].

Penyakit layu fusarium umumnya dikendalikan dengan menggunakan fungisida kimiawi. Hal ini terjadi karena belum ditemukan cara yang efektif dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman. Menurut Girsang [4], pestisida merupakan senyawa beracun yang digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman. Namun penggunaan pestisida yang berlebihan dapat menimbulkan berbagai dampak negatif yang dikelompokkan atas 3 bagian yaitu: Pestisida berdampak negatif terhadap kesehatan manusia, Pestisida berdampak negatif terhadap kualitas lingkungan, dan Pestisida meningkatkan perkembangan populasi jasad pengganggu tanaman.

Penggunaan agens hayati seperti mikroorganisme antagonis sebagai pengendali penyakit tanaman merupakan alternatif yang menjanjikan, terutama dalam mengurangi dampak negatif penggunaan pestisida kimia. Beberapa mikroorganisme antagonis yang berpotensi tinggi sebagai agens hayati adalah *Bacillus subtilis*, *Pseudomonad fluoresen*, *Fusarium* sp non patogenik dan *Trichoderma harzianum*. Kelompok *Pseudomonad fluoresen* adalah agens hayati yang dapat mengendalikan beberapa penyakit tanaman, keistimewaan yang dimiliki oleh bakteri ini adalah dapat menghasilkan senyawa siderofor, siderofor adalah senyawa organik selain antibiotik yang dapat berperan dalam pengendalian hayati penyakit tumbuhan yang memiliki afinitas besi yang sangat tinggi, larut dalam air dan cepat berdifusi. Kehadiran senyawa siderofor membuat bakteri *Pseudomonad fluoresen* dapat melarutkan fosfor yang tidak terdapat pada tanaman, sehingga tanaman lebih baik dan tahan terhadap penyakit [5].

Isolat-isolat *Pseudomonad fluoresen* (Pf) yang berasal dari rizosfer pisang (baik pisang Jantan, Kepok, Manis), mampu menekan serangan *Blood Disease Bacteria* (BDB) pada jenis pisang lainnya [6]. Nisrita [7] melaporkan *Pseudomonad berfluresen* dapat mengkolonisasi perakaran bibit pisang barangan. Menurut Soesanto [8] pengkolonisasian pada daerah perakaran ditentukan oleh interaksi antara tanah, tanaman dan organisme. Penelitian Netrina [9], isolat *Pseudomonad fluresen* mampu menghasilkan antibiotik dan siderofor terhadap bakteri penyebab penyakit darah yang disebabkan oleh BDB (*Blood Disease Bacteria*), Khairina [10], Pf isolat Mi.2 dan Kd.7 memiliki potensi paling baik dalam menghambat layu *Fusarium* cabai secara *in vitro*, dan Doni [11], Pf isolat Mp.2 dan Cas.3 merupakan isolat terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman padi pada 5 dan 7 minggu setelah tanam.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *autoclave*, inkubator, gelas piala, pipet tetes, *erlenmeyer*, pinset, batang pengaduk, kompor listrik, gelas ukur, timbangan

analitik, alat-alat tulis, dandang, panci, *cutter*, *vortex*, tabung reaksi, jarum ose, cawan petri dan Bunsen, dua isolat Pf yaitu isolat Mi.2, Kd.7.(koleksi Advinda [6]), *Fusarium* sp (koleksi Kairina [10]), bibit tanaman cabai yang diperoleh dari petani Padang Panjang, *aquades* steril, alkohol 70%, *polybag*, tanah, protease pepton, K_2HPO_4 , $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, gliserin, agar okzoit.

Rancangan penelitian

Penelitian dilakukan dalam dua tahapan. Tahap pertama ialah seleksi efektivitas berbagai isolat Pf terhadap *Fusarium* secara *in vitro*. Isolat yang digunakan ialah: Cas.2, Cas.3, Kd.7, Mi.1, Mi.2, Psg, Psbs, Sw.2, Pj2, Pj3 dan Pb3. Tahap kedua ialah uji efektivitas isolat Pf. Rancangan penelitian tahap dua adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah jenis isolat yaitu:

- Introduksi tanaman cabai dengan Pf isolat Psbs
- Introduk tanaman cabai dengan Pf isolat Kd 7
- Introduksi tanaman cabai dengan Pf isolat Pj2
- Introduksi tanaman cabai dengan Pf Isolat Pj3
- Introduksi tanaman cabai dengan Pf isolat Pb3
- Kontrol negatif

Pengamatan

Tanaman cabai yang telah diberi perlakuan disiram 1 kali dalam 2 hari, pengamatan yang dilakukan adalah:

- Pertumbuhan tanaman cabai (tinggi tanaman dan diameter batang)
- Masa inkubasi
- Berat basah
- Biomassa tanaman

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA dan bila hasil yang didapat berbeda nyata maka akan dilakukan uji lanjut DNMRT dengan 5 % [12].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seleksi Efektivitas Berbagai Isolat Pf Terhadap *Fusarium* Secara *in vitro*

Rata-rata diameter zona hambat isolat Pf dapat dilihat Tabel 1, setiap isolat Pf memiliki zona hambat yang berbeda dalam mengendalikan cendawan *Fusarium* secara *in vitro*.

Tabel 1. Rata-rata diameter zona hambat isolat Pf terhadap jamur *Fusarium* secara *in vitro*.

No	Perlakuan (isolat)	Rata-rata diameter zona hambat (mm)
1.	Ca.2	0,00
2.	Cas.2	0,00
3.	Cas.3	0,00
4.	Kd.7	3,25
5.	Mi.1	0,00
6.	Mi.2	0,00
7.	Psg	2,87
8.	Psbs	3.30
9.	Sw.2	2,87
10.	Pj2	4,75
11.	Pj3	3,41
12.	Pb3	5,11

Pembentukan zona hambat terjadi karena adanya senyawa antibiotik (antifungal) yang dihasilkan oleh bakteri. Senyawa antibiotik yang dihasilkan oleh bakteri secara umum mengakibatkan terjadinya pertumbuhan yang abnormal pada hifa yang ditunjukkan dengan

pembekakan dan pemendekan hifa yang mengakibatkan hifa tidak dapat berkembang dengan sempurna [13].

Pada penelitian ini 7 dari 12 isolat Pf dapat menghambat jamur *Fusarium* isolat tersebut adalah Pf isolat Kd.7, Psg, Psbs, Sw.2, Pj2, Pj3, Pb3 pada Tabel 1. Penghambatan dapat dilihat dengan adanya zona hambat dan 5 isolat Pf tidak dapat menghambat jamur *Fusarium* karena pada perlakuan tidak terbentuk zona hambat. Rata-rata zona hambat yang paling tinggi adalah Pf isolat Pb3 dengan diameter 5,11 mm. Widodo dkk [14] melaporkan bahwa zona hambatan agens hayati *Burkholderia cepacia* terhadap *F. oxysporum* f.sp. *cubense* relatif rendah.

Penelitian Purwantisari [15] menunjukkan penghambatan pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* secara *in vitro* dengan menggunakan medium PDA bahwa makin tinggi konsentrasi pestisida nabati ekstrak daun cempaka yang digunakan, penghambatan semakin kuat. Selanjutnya Kairina [11] melaporkan bahwa semua isolat Pf yang digunakan yaitu Kd.7, Ms 1, Mi.1, Mi.2, Cas 3, Mp.2 mempunyai zona hambat tidak berbeda nyata terhadap jamur *Fusarium*.

Uji Efektivitas Isolat Pf

Tinggi tanaman

Pada Tabel 2. Tanaman tertinggi pada akhir pengamatan adalah pada perlakuan D yaitu 86,62 cm, sedangkan tanaman terendah adalah pada perlakuan A yaitu 60,37 cm. Uji lanjut didapatkan bahwa perlakuan A berbeda nyata dengan semua perlakuan. Perlakuan D memiliki rata-rata yang paling tinggi, diduga pada introduksi Pf isolat Pj3 mampu memacu pertumbuhan tanaman.

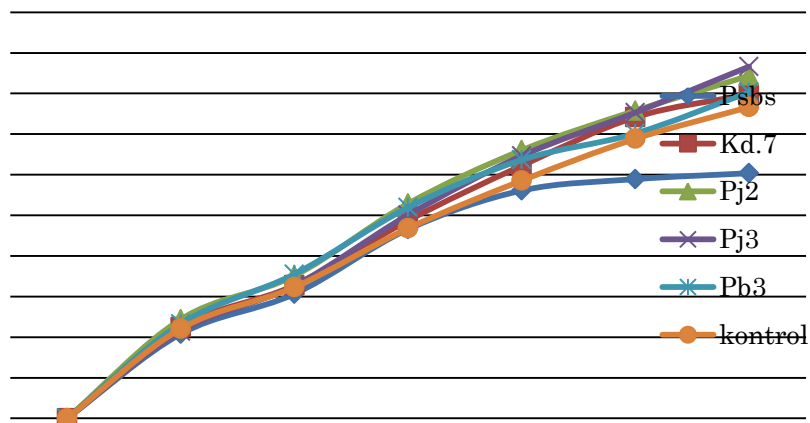
Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman cabai setelah introduksi Pf dan inokulasi *Fusarium*.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)
A (Psbs)	60,37 a
F (kontrol)	76,65 b
B (Kd.7)	79,80 b
E (Pb3)	80,30 b
C (Pj2)	84,37 b
D (Pj3)	86,62 b

Ket : Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Dapat dilihat perbedaan tinggi tanaman setiap perlakuan menunjukkan bahwa secara umum tidak terdapat perbedaan yang nyata antara tanaman yang diberi perlakuan Pf dengan tanaman tanpa perlakuan Pf (kontrol).

Pada Gambar 1 terlihat bahwa masing-masing isolat Pf yang digunakan memiliki kemampuan yang berbeda dalam meningkatkan tinggi tanaman cabai. Perbedaan pertumbuhan tinggi tanaman dapat dilihat pada 5 dan 6 minggu setelah inokulasi (MSI), tanaman yang diberi perlakuan Kd.7 dan perlakuan bakteri lainnya mampu memacu pertumbuhan tanaman lebih baik dibandingkan tanaman yang diberi perlakuan Pf Isolasi Psbs. Hal ini diduga pada perlakuan Pf isolat Psbs tidak mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman cabai. Lebih lanjut Doni [12] melaporkan bahwa pemberian Pf berpengaruh terhadap tinggi tanaman padi pada umur 5 dan 7 MST.



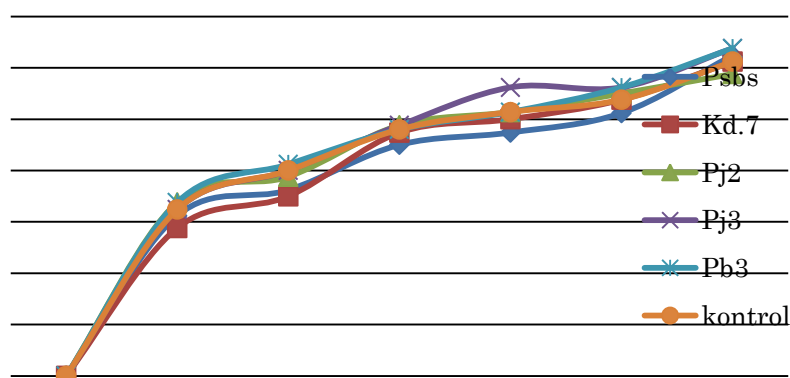
Gambar 1. Peningkatan tinggi tanaman cabai setelah introduksi Pf dan inokulasi Fusarium
Diameter batang

Diameter batang tanaman cabai diukur setiap minggu setelah introkduksi Pf. Dari hasil sidik ragam terlihat bahwa pemberian Pf tidak berpengaruh terhadap diameter batang tanaman cabai. Dapat dilihat pada Tabel 3 diameter batang pengamatan terakhir yang paling tinggi pada perlakuan D dan E yaitu 3,19 mm dan yang rendah pada perlakuan C yaitu 2,94 mm.

Tabel 3. Rata-rata diameter batang cabai setelah introduksi Pf dan inokulasi *Fusarium*.

Perlakuan	Diameter batang (mm)
C (Pj2)	2,94
F (kontrol)	3,06
B (Kd.7)	3,06
A (Psbs)	3,12
E (Pb2)	3,19
D (Pj3)	3,19

Peningkatan rata-rata diameter batang cabai pada setiap perlakuan dari awal sampai akhir pengamatan tidak berbeda nyata (Gambar 2). Pada setiap perlakuan memiliki rerata diameter yang seimbang.



Gambar 2. Peningkatan diameter batang cabai setelah introduksi Pf dan inokulasi Fusarium.

Hal ini diduga karena kurangnya zat pengatur tumbuh yang dihasilkan Pf *Pseudomonas* berfluoresensi. Penelitian Advinda [6] dilaporkan introduksi Pf dapat meningkatkan diameter batang tanaman pisang.

Masa inkubasi

Massa inkubasi layu fusarium diamati setiap hari sampai muncul gejala pertama pada tanaman cabai merah yang di uji. Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa tidak ada perbedaan nyata antara tanaman yang di introduksi *Pseudomonad fluoresen* dengan tanaman kontrol terhadap masa inkubasi .

Tabel 4. Masa inkubasi serangan layu fusarium pada tanaman cabai yang diinokulasi Fusarium.

Perlakuan	Masa inkubasi
A (Psbs)	8 hsi
B (Kd.7)	8 hsi
C (Pj2)	8 hsi
D (Pj3)	8 hsi
E (Pb3)	11 hsi
F (kontrol)	8 hsi

Gejala layu Fusarium pertama muncul pada 8 hari setelah inokulasi (hsi). Menurut Pracaya [16] gejala akan terlihat setelah 4 hari infeksi, namun gejala dapat terlihat lebih lama, tergantung keadaan inang dan keadaan lingkungan. Dari lima isolat Pf yang diuji isolat Pb3 yang mampu menunda terjadinya gejala serangan layu fusarium dengan masa inkubasi 11 hari setelah inokulasi (hsi). Priwiratama [17] melaporkan tanaman yang diberi perlakuan bakteri menunjukkan masa inkubasi yang lebih lama dibanding tanaman kontrol.

Masa inkubasi gejala layu Fusarium yang lebih lama pada cabai merah yang diinokulasi Pf isolat Pb3, menunjukkan bahwa bakteri mampu menginduksi ketahanan tanaman. Habazar [18] menyatakan kemampuan Pf menginduksi ketahanan tanaman rentan disebabkan oleh beberapa faktor antara lain, Pf menghasilkan zat pengatur tumbuh, meningkatkan ketersediaan fosfat bagi tanaman, dan menghasilkan senyawa yang merupakan sinyal bagi tanaman untuk memproduksi metabolit sekunder yang bersifat antimikroba (fitoaleksin).

Berat basah tanaman cabai

Hasil analisis sidik ragam dari masing-masing perlakuan menunjukkan berbeda nyata. Dari analisis data menunjukkan bahwa dengan introduksi Pf dan inokulasi Fusarium, tanaman yang memiliki berat basah tertinggi pada pengamatan adalah pada perlakuan D yaitu 115,67 g, sedangkan berat basah terendah adalah perlakuan A yaitu 79,07 g Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata berat basah tanaman cabai setelah introduksi Pf dan inokulasi Fusarium.

Perlakuan	Berat basah (g)	
A (Psbs)	79,07	a
C (Pj2)	95,25	a b
B (Kd.7)	98,00	a b
E (Pb3)	105,37	b
F (kontrol)	113,32	b
D (Pj3)	115,67	b

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Tabel 5 menunjukkan adanya variasi berat basah tanaman cabai antar perlakuan yang diuji. Dari hasil pengamatan perlakuan F (kontrol) memiliki berat basah yang seimbang dengan perlakuan D, diduga pemberian Pf dan fusarium tidak memberikan pengaruh terhadap berat basah tanaman cabai yang di introduksi Pf dengan perlakuan tanpa Pf. Santoso dkk [19] menyatakan perlakuan bakteri antagonis berpengaruh nyata terhadap bobot basah dan jumlah daun bawang merah. Chrisnawati dkk, [20] menyatakan bahwa introduksi *Bacillus* spp. dan *Pseudomonad fluoresen* pada nilam menunjukkan peningkatan berat basah daun.

Biomassa tanaman cabai

Hasil penelitian menunjukkan bahwa introduksi Pf dan inokulasi fusarium pada tanaman cabai tidak mempengaruhi biomassa tanaman cabai.

Tabel 6. Rata-rata biomassa tanaman cabai setelah introduksi Pf dan inokulasi Fusarium.

Perlakuan	Biomassa tanaman (g)
A (Psbs)	14,55
B (Kd.7)	19,17
E (Pb3)	19,80
C (Pj2)	20,00
F (kontrol)	22,40
D (Pj3)	22,75

Perbedaan biomassa tanaman setiap perlakuan menunjukkan bahwa secara umum tidak terdapat perbedaan antara tanaman yang diberi perlakuan Pf dengan tanaman tanpa perlakuan Pf (kontrol), tetapi secara angka-angka memperlihatkan perbedaan. Menurut Sulyanti [21] aplikasi *Pseudomonas fluorescens* memberikan respon fisiologis tanaman yang baik terhadap berat kering.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Disimpulkan bahwa:

- Pf isolat Pb3 mampu menekan masa inkubasi penyakit layu Fusarium tanaman cabai.
- Pf tidak memberikan pengaruh yang nyata dalam menekan masa inkubasi penyakit layu Fusarium tanaman cabai.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai senyawa penghambat pertumbuhan jamur oleh *Pseudomonas fluorescens*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tim Bina Karya Tani. (2008). *Pedoman Bertanam Cabai*. Bandung : Yama Widya
- [2] Badan Pusat Statistik . (2009). *Sumatera Barat dalam Angka*. Padang : BPS Sumatera Barat.
- [3] Suhardiman, P. (1997). *Budidaya Pisang Cavendish*. Yogyakarta.
- [4] Girsang, W.(2009). *Dampak Negatif Penggunaan Pestisida*. Universitas Simalungun : P. Siantar.
- [5] Habazar, T. dan Yaherwandi. (2006). *Pengendalian Hayati Hama dan Penyakit Tumbuhan*. Padang : Andalas University Press.
- [6] Advinda, L. (2009). Tanggap Fisiologis Tanaman Pisang yang Diintroduksi dengan Formula *Pseudomonas fluorescens* terhadap *Blood Disease Bacteria* (BDB). *Disertasi*. Padang: Universitas Andalas.
- [7] Nisrita, V. A. (2009). Kemampuan *Pseudomonas Berfluoresensi* Mengkolonisasi Perakaran Bibit Pisang Barangan. *Hasil Penelitian*. Jurusan biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [8] Suesanto, L. (2008). *Pengantar Pengendalian Hayati Tanaman*. Jakarta : PT. Raja grafindo Persada
- [9] Netrina, N. H. (2010). Kemampuan Isolat *Pseudomonas Fluoresen* Dalam Menghasilkan Antibiotik dan Siderofor Terhadap Bakteri Penyebab Penyakit Darah (*Blood Disease Bacteria*). *Hasil Penelitian*. Jurusan biologi fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam. Padang: universitas Negeri Padang.

- [10] Khairina, P. (2011). *Efektifitas Beberapa Isolat Pseudomonad flouresen dalam Mengendalikan Penyebab Penyakit Layu Fusarium Tanaman Cabai (Capsicum annum L.) Secara In vitro. Hasil Penelitian.* Jurusan biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [11] Doni, F. (2011). Respon Pertumbuhan Tanaman Padi (*Oryza sativa L.*) Terhadap Introduksi Pseudomonad Flouresen. *Hasil Penelitian.* Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Padang : Universitas Negeri Padang.
- [12] Hanafiah, K. I. (2008). *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi. Edisi ketiga.* Jakarta: Rajawali Pers.
- [13] Eliza, A. Munif., I Djatnika., dan Widodo. (2007). Karakter Fisiologi dan Peranan Antibiosis Bakteri Perakaran Graminae terhadap Fusarium dan Pemacu Tumbuhan Tanaman Pisang. *Jurnal Hort*, 17 (2).
- [14] Widodo, S., Christanti, S., dan Bambang, H. (2003). Pengimbasan Ketahanan Pisang Terhadap Penyakit Layu Fusarium dengan *Burkholderia Cepacia*. *Jurnal Agrosains*, Vol. 5 No 2
- [15] Purwantisari, S. (2004). Uji Aktivitas Ekstrak Daun Cempaka (*Michelia champaca*) Terhadap Pengendalian Pertumbuhan Jamur dan Bakteri Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Tomat. *Laporan penelitian.* Jurusan Biologi FMIPA .Semarang :UNDIP.
- [16] Pracaya. (2007). *Hama dan Penyakit Tanaman.* Jakarta : Penebar Swadaya.
- [17] Priwiratama, H. (2006). Pengaruh Empat Strain Bakteri Perakaran Pemacu Pertumbuhan Tanaman dan Waktu Inokulasi Virus Terhadap Pertumbuhan Tanaman Serta Keparahan Penyakit Kuning Pada Tanaman Cabai. *Laporan penelitian.* Jurusan pertanian. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [18] Habazar, T. dan F. Nurdin. (2001). *Perkembangan Penyakit Layu Pada Tanaman Pisang di Sumatera Barat.* Makalah disampaikan pada Seminar Hasil Pemanfaatan Daerah Bebas OPTK Wilayah Barat, Tanggal 21 Juli 2001 di Padang.
- [19] Santoso, SE., Loekas, S., Totok, A., dan Dwi, H. (2007). Penekanan Hayati Penyakit Moler pada Bawang Merah dengan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, Dan *pseudomonas fluorescens p60*. *Jurnal HPT Tropika*, Vol. 7, No. 1.
- [20] Chrisnawati., Nasrun., dan Triwidodo A. (2009). Pengendalian Penyakit Layu Bakteri Nilam Menggunakan *Bacillus spp.* dan Pseudomonad flouresen. *Jurnal Littri* Vol. 15 No 3
- [21] Sulyanti, E. (2006). Kemampuan Isolat-Isolat Alami *Pseudomonas* yang Berfluorescens Sebagai Induser Ketahanan Tanaman Pisang Terhadap Penyakit Layu Fusarium. *Hasil Penelitian.* Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian. Padang : Universitas Andalas

KEANEKARAGAMAN DAN PEMANFAATAN PAKU (PTERIDOPHYTA) DI TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO (TNGGP), CIANJUR

DIVERSITY AND POTENTIAL PAKU (*PTERIDOPHYTA*) IN THE TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO (TNGGP), CIANJUR

Tri Saptari Haryani^{1*}, Yudi syafrudin¹, Sri Wiedarti¹

Program Studi Biologi, FMIPA Universitas Pakuan, Bogor1

*Email: trisaptari@gmail.com; Alamat kontak: FMIPA- Universitas Pakuan, Jalan pakuan PO BOX 452, Bogor, Telp/fax: 0251-8375547

ABSTRACT

Research on diversity and use of ferns in the National Park of Mount Gede Pangrango was conducted in September and October 2013. The method used was a survey sampling at three different heights, 1600, 1900, 2200 m above sea level. The results were obtained 56 kinds of ferns belonging to the 21 tribes. At an altitude of 1600 m above sea level *Sellaginella wildonewi* types most commonly found, as many as 52 individuals. At an altitude of 1900 m above sea level *Davalia trichomanoides* types most commonly found, as many as 22 individuals. At an altitude of 2200 m above sea level *Davalia pyxidata* types most commonly found, as many as 45 individuals. The highest importance value index was obtained at an altitude of 1600 m above sea level is the type of *Nephrolepis cordifolia* with a value of 29%, and the diversity of ferns included in the category of low to moderate with a value of 0.93-1.48. Based on interviews with communities around the site showed that the ferns potential as an ornamental plant.

Keyword: Ferns, diversity, Gede Pangrango Mountain.

ABSTRAK

Penelitian tentang keanekaragaman dan pemanfaatan tumbuhan paku di Kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango telah dilakukan pada bulan September sampai Oktober 2013. Metode yang digunakan ialah survey sampling pada 3 ketinggian yang berbeda, 1600, 1900, 2200 m dpl. Dari hasil penelitian diperoleh 56 jenis tumbuhan paku termasuk ke dalam 21 suku. Pada ketinggian 1600 m dpl jenis *Sellaginella wildonewi* paling banyak ditemukan, yaitu sebanyak 52 individu. Pada ketinggian 1900 m dpl jenis *Davalia trichomanoides* paling banyak ditemukan, yaitu sebanyak 22 individu. Pada ketinggian 2200 m dpl jenis *Davalia pyxidata* paling banyak ditemukan, yaitu sebanyak 45 individu. Indeks Nilai Penting tertinggi diperoleh pada ketinggian 1600 m dpl yaitu pada jenis *Nephrolepis cordifolia* dengan nilai sebesar 29%, dan keanekaragaman jenis tumbuhan paku termasuk dalam kategori rendah hingga sedang dengan nilai 0.93-1.48. Berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat sekitar lokasi penelitian diperoleh bahwa tumbuhan paku berpotensi sebagai tanaman hias.

Kata kunci: Pakis, keragaman, Gunung Gede Pangrango

PENDAHULUAN

Tumbuhan paku merupakan golongan tumbuhan yang mempunyai ciri khas dan tidak dijumpai pada golongan tumbuhan lainnya, adanya daun-daun muda yang berbentuk seperti satu gelungan tali. Ciri lainnya yaitu semua jenis tumbuhan ini menghasilkan spora yang terbentuk dalam sporangium, dan terletak di permukaan bawah organ daun. Tumbuhan paku merupakan suatu divisi tumbuhan berkormus, artinya tubuhnya dengan nyata dapat dibedakan antara akar, batang dan daun. Namun demikian, tumbuhan paku belum

menghasilkan biji, sehingga reproduksinya masih melalui pembentukan spora, tetapi pada organ batangnya sudah terbentuk jaringan pengangkut. Oleh sebab itu ahli taksonomi mengelompokkan tumbuhan paku ke dalam tumbuhan vaskuler [1].

Taman Nasional Gunung Gede Pangrango merupakan salah satu dari lima taman nasional yang ada di Indonesia. Menurut Bambang Heriadi [2] di Taman Nasional Bukit Sari Jambi, tanaman paku yang mendominasi adalah suku *Polypodiaceae*. Di Taman Wisata Alam Daleng Lancuk, menurut Daryanti [3], jenis tanaman paku yang mendominasi adalah *Selaginella wildonewii*.

Tumbuhan di dalam kawasan Taman nasional Gunung Gede Pangrango dapat dikelompokkan menurut ekosistemnya, baik berdasarkan ketinggian tempat maupun jenisnya. Pada ketinggian 1000 – 1500 m dpl, terdapat ekosistem sub Montana, merupakan hutan dengan keragaman jenis yang tinggi dengan tiga strata tajuk yang jelas ditandai dengan pohon – pohon besar dan tinggi, pada ketinggian 1600 – 2400 m dpl dijumpai ekosistem Montana, merupakan hutan dengan keragaman jenis yang mulai menurun ditandai dengan sedikitnya jenis tumbuhan bawah, diantaranya Puspa (*Schima walichi*). Pada ketinggian di atas 2400 – 3019 m dpl dijumpai ekosistem sub Alpin, merupakan hutan dengan keragaman jenisnya rendah ditandai dengan pohon – pohon kerdil [4].

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan September sampai dengan Oktober 2013 di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. Lokasi penelitian terletak pada ketinggian 1600, 1900 dan 2200 m dpl. Identifikasi jenis dilakukan di Laboratorium Biologi, Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan.

Pada setiap ketinggian diambil sampel untuk dianalisis tingkat keanekaragaman jenisnya dengan cara membuat tiga jalur transek, panjang tiap transek 77 m. Tiap transek dibuat petak contoh berukuran 1 x 1 m dengan jarak antar petak 10 m [5]. Penentuan lokasi petak contoh didasarkan pada kondisi medan yang memadai, aman dan searah dengan jalur transek. Petak contoh ini diharapkan cukup mewakili pengambilan sampel untuk menghitung keanekaragaman paku di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. Jenis paku yang diperoleh diidentifikasi menurut (Hartono Sumardi 1994), *Ferns of Quensland* (A.B Andrews), dan juga herbarium yang ada di Laboratorium Biologi.

Data yang diperoleh dianalisis dengan rumus sebagai berikut:

Frekuensi

Frekuensi Mutlak (FM)

$$FM = \frac{\text{Jumlah petak contoh ditemukannya suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh petak contoh}}$$

Frekuensi Relatif (FR)

$$FR = \frac{\text{Frekuensi Mutlak Suatu Jenis} \times 100\%}{\text{Frekuensi Mutlak seluruh jenis}}$$

Kerapatan

Kerapatan Mutlak (KM)

$$KM = \frac{\text{Jumlah seluruh individu suatu jenis}}{\text{Luas seluruh petak contoh}}$$

Kerapatan Relatif (KR)

$$KR = \frac{\text{Kerapatan Mutlak Suatu Jenis} \times 100\%}{\text{Kerapatan Mutlak seluruh Jenis}}$$

Indeks Nilai Penting

$$INP = \text{Kerapatan Relatif (KR)} + \text{Frekuensi Relatif (FR)}$$

Indeks Keanekaragaman (Shannon-Wiener *dalam* Odum,1996)

$$H' = - \sum ni/N \log ni/N$$

Keterangan :

H' = Indeks keragaman jenis Shannon – Wiener

ni = Jumlah individu suatu jenis

N = Jumlah individu seluruh jenis

H' < 1 = keanekaragaman rendah

H' 1-3 = keanekaragaman tergolong sedang

H' > 3 = keanekaragaman tergolong tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada ketinggian 1600, 1900, 2200 m dpl diperoleh 56 jenis paku yang termasuk dalam 21 suku. Hasil selengkapnya tersaji pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Jenis-jenis Paku yang Dijumpai pada Ketinggian 1600, 1900, dan 2200 m dpl

Familia	Spesies	Jumlah individu per ketinggian (m dpl)		
		1600	1900	2200
Adiantaceae	<i>Adiantum cuneatum</i>	16	5	-
	<i>Adiantum tenerrum</i>	6	-	-
Angiopteridaceae	<i>Angiopteris avecta</i>	-	-	4
Aspleniaceae	<i>Arcypteris irregularis</i>	1	-	-
	<i>Asplenium belangeri</i>	9	-	-
	<i>Asplenium cuneatum</i>	16	-	10
	<i>Asplenium decrescens</i>	-	-	10
	<i>Asplenium dilatatum</i>	2	-	-
	<i>Asplenium salignum</i>	4	11	24
	<i>Asplenium tenerrum</i>	11	-	-
Athyriaceae	<i>Diplazium esculentum</i>	3	3	-
	<i>Athyrium accedense</i>	7	6	-
	<i>Athyrium bantamense</i>	4	2	-
	<i>Athyrium cordifolium</i>	8	-	-
	<i>Athyrium cumingianum</i>	3	2	-
	<i>Athyrium dilatatum</i>	2	-	-
Blechnaceae	<i>Athyrium sorzogenense</i>	14	-	-
	<i>Dodia dives</i>	12	-	-
Cyatheaceae	<i>Cyathea celebica</i>	-	-	10
	<i>Cyathea woolyana</i>	-	-	10
	<i>Cyathea woolyana</i>	-	-	14
Davaliaceae	<i>Arthroparis beckleri</i>	-	-	6
	<i>Davalia denticulata</i>	-	2	-
	<i>Davalia pyxydata</i>	-	-	45
	<i>Davalia solida</i>	4	-	-
	<i>Davalia trichomanoides</i>	2	22	-

	<i>Humata repens</i>	-	-	8
	<i>Schypularia pentaphylla</i>	5	-	-
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia blumei</i>	7	-	-
Dipteridaceae	<i>Depteris cunjugata</i>	-	5	-
Equisetaceae	<i>Equisetum debille</i>	13	-	-
Gleicheniaceae	<i>Gleichenia linearis</i>	-	2	18
Hymenophyllaceae	<i>Tricomanes teysmanii</i>	-	14	-
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium fastiquatum</i>	-	-	8
	<i>Lycopodium cernum</i>	-	5	-
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis biserrata</i>	6	8	-
	<i>Nephrolepis cordifolia</i>	44	9	-
	<i>Nephrolepis exalata</i>	6	-	-
	<i>Nephrolepis falcata</i>	13	5	-
	<i>Nephrolepis hirsutula</i>	5	10	22
Ophioglossaceae	<i>Botrychium daucifolium</i>	7	-	-
	<i>Botrychium ternateum</i>	-	14	-
Polypodiaceae	<i>Algaomorpha heraclea</i>	-	-	22
	<i>Lecanopteris carnosa</i>	9	-	-
	<i>Notochlaena hirsuta</i>	-	11	-
	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	14	-	-
	<i>Pityrogramma tartarea</i>	-	10	-
	<i>Polypodium heterocarpum</i>	6	-	-
	<i>Polypodium obligatum</i>	-	1	-
	<i>Polypodium persicifolium</i>	3	1	-
	<i>Polypodium Triquetum</i>	-	2	-
Pteridaceae	<i>Cheilanthes tenuifolia</i>	-	6	-
Selaginellaceae	<i>Sellaginella wildonewi</i>	52	-	-
Taenitidaceae	<i>Taenitis blechnoides</i>	3	-	-
Thelypteridaceae	<i>Thelypteridaceae sp</i>	18	11	-
Vittariaceae	<i>Vittaria scolopendrina</i>	1	-	-
Total		335	220	211

Keterangan (-) = tidak ditemukan

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada ketinggian 1600 m dpl didominasi oleh jenis *Sellaginella wildonewi*, yaitu sebanyak 52 individu, pada ketinggian 1900 m dpl jenis *Davalia trichomanoides* paling banyak ditemukan, yaitu sebanyak 22 individu, dan pada ketinggian 2200 m dpl didominasi jenis *Davalia pyxidata*, yaitu sebanyak 45 individu. Jenis yang mendominasi pada setiap ketinggian tempat, disebabkan adanya faktor-faktor biotik maupun abiotik, serta kemampuan adaptasi jenis-jenis tersebut di habitatnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Indriyanto [5], bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap perbedaan jumlah jenis paku di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango antara lain faktor campur tangan manusia terhadap lingkungan, perbedaan ketinggian, suhu, kelembaban, pH, kondisi tanah dan intensitas cahaya. Pada lokasi dengan ketinggian 2200 m dpl lebih sedikit ditemukan jenis paku dibanding pada ketinggian 1600 dan 900 m dpl. Hal ini sesuai pendapat Syafei [6], bahwa semakin tinggi suatu tempat biasanya berkaitan dengan peningkatan keterbukaan, kecepatan angin, kelembaban udara dan penurunan suhu, sehingga mengakibatkan suatu komunitas yang tumbuh semakin homogen atau keanekaragamannya semakin kecil.

Jenis-jenis yang dijumpai pada ketiga ketinggian lokasi penelitian yaitu jenis *Asplenium salignum* dan *Nephrolepis hirsutula*. Hal ini disebabkan oleh kemampuan jenis-jenis tersebut beradaptasi dengan lingkungan. Setiap jenis tumbuhan mempunyai suatu kondisi minimum, maksimum dan optimum terhadap faktor lingkungan yang ada, serta ketahanan hidup terhadap berbagai kondisi lingkungan. Hal ini sesuai dengan kondisi alam

Taman Nasional Gunung Gede Pangrango sangat mendukung untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan tanaman paku, baik dari faktor suhu maupun kelembaban udaranya. Dengan pengukuran suhu rata-rata 19°C dan kelembapan rata-rata 90%, maka pertumbuhan paku sangat baik di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango [7].

Dari perhitungan nilai Frekuensi, Kerapatan, Indeks Nilai Penting, dan Indeks Keanekaragaman diperoleh hasil sebagai berikut :

Frekuensi

Nilai Frekuensi Relatif (FR) pada ketinggian 1600 m dpl berkisar antara 1%-15% dan diperoleh pada jenis *Adiantum tenerrum*, *Arcypteris irregularis*, *Asplenium dilatatum* dan *Vittaria scolopendria*. Tingginya nilai frekuensi jenis *Nephrolepis cordifolia* dikarenakan jenis ini hampir selalu ditemukan pada tiap petak contoh, yaitu sebanyak 12 petak contoh dari 21 petak contoh. Hal ini dikarenakan faktor lingkungan pada ketinggian 1600 m dpl sangat baik atau sesuai untuk pertumbuhan *Nephrolepis cordifolia*.

Nilai Frekuensi Relatif pada ketinggian 1900 m dpl berkisar antara 1%-11%. Nilai FR tertinggi diperoleh pada jenis *Pityrogramma calomelanos* sebesar 11%. Faktor lingkungan abiotik sangat menentukan penyebaran dan pertumbuhan paku, dan setiap jenisnya dapat beradaptasi dengan baik pada semua keadaan lingkungan di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. Hal inilah yang menjadi faktor *Pityrogramma calomelanos* tumbuh dan berkembang biak dengan baik pada ketinggian 1900 m dpl dan menjadikannya jenis dengan Frekuensi Relatif tertinggi pada ketinggian 1900 m dpl.

Nilai Frekuensi Relatif pada ketinggian 2200 m dpl berkisar antara 2%-16%. Nilai Frekuensi Relatif tertinggi diperoleh pada jenis *Davalia pyxidata* sebesar 16%. Tingginya nilai FR pada *Davalia pyxidata* dikarenakan jenis ini mampu beradaptasi dengan baik pada suhu dan kelembaban sebesar 18,2°C dan 88%. Selain itu faktor lingkungan pada ketinggian 2200 m dpl merupakan habitat yang cukup baik dan sesuai untuk pertumbuhan *Davalia pixydata*. Nilai Frekuensi Relatif (FR) yang tinggi pada suatu jenis tumbuhan, menunjukkan keberadaannya yang tumbuh dengan baik. Menurut Syahbudin [8], frekuensi masing-masing jenis merupakan gambaran presentase penyebaran suatu jenis tumbuhan pada suatu areal, dan disebabkan juga oleh faktor penyebaran, daya tumbuh biji dan faktor abiotik lingkungan. Dengan demikian jenis tersebut akan tersebar merata pada seluruh lokasi penelitian.

Kerapatan

Jenis paku dengan nilai Kerapatan Relatif (KR) tinggi merupakan jenis tumbuhan dengan jumlah individu lebih banyak dalam suatu unit luas, sedangkan jenis tumbuhan dengan nilai Kerapatan Relatif (KR) rendah memiliki jumlah individu yang lebih sedikit. Hal ini sesuai dengan pendapat Syahbudin [8], bahwa kondisi lingkungan sekitar, serta adanya persaingan antar jenis dalam mendapatkan ruang, nutrisi dan cahaya sangat berpengaruh terhadap nilai kerapatan relative suatu jenis.

Pada ketinggian 1600 m dpl, jenis paku dengan nilai kerapatan tertinggi adalah jenis *Sellaginella wildonewi* sebanyak 52 individu dengan nilai KR sebesar 16%. Hal ini dikarenakan habitat yang sesuai bagi pertumbuhan *Sellaginella wildonewi*, yaitu dapat tumbuh pada permukaan tanah lembab dan dapat tumbuh secara cepat menutupi permukaan tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Suin [7], bahwa kelembaban dan suhu yang sesuai berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perberkembangbiakan suatu jenis tertentu. Tingginya nilai KR *Sellaginella wildonewi* disebabkan oleh pertumbuhannya yang baik, selain itu adaptasi dan kompetisi yang baik juga menjadi faktor yang mendukung tingginya pertumbuhan *Sellaginella wildonewi*.

Pada ketinggian 1900 m dpl, jenis paku dengan nilai KR tertinggi yaitu *Trichomanes teysmanii* sebanyak 14 individu dengan nilai sebesar 14%. Tingginya KR dari *Pityrogramma calomelanos* pada ketinggian ini dikarenakan banyak ditemukannya kayu-kayu besar yang telah tumbang, jenis paku ini biasanya hidup epipit, namun bila pohon telah tumbang maka *Pityrogramma calomelanos* akan tumbuh dengan baik pada lahan- lahan terestrial. Terdapat dua jenis paku dengan nilai KR terendah yaitu *Polypodium obliquatum* dan *Polypodium persicifolium* sebesar 0,3%

Pada ketinggian 2200 m dpl, jenis dengan nilai kerapatan tertinggi yaitu *Davalia pyxidata* sebanyak 45 individu dengan nilai Kerapatan Relatif sebesar 21%. Pertumbuhan yang baik pada *Davalia pyxidata* dikarenakan oleh faktor abiotik yang sesuai, yaitu suhu yang rendah dan kelembaban yang tinggi, yaitu 18,2°C dan kelembaban 88%. Hal ini sesuai dengan Suin [7] bahwa paku jenis *Davalia pixydata* tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 18-20°C.

Dari ketiga lokasi dengan ketinggian berbeda terdapat jenis-jenis yang memiliki Nilai KR terbesar yaitu *Selaginella wildonewi*, *pityrogramma calomelanos*, dan *Davalia pixydata*. Tingginya nilai KR pada ketiga jenis tersebut disebabkan oleh suhu dan kelembaban yang sesuai; sedangkan jenis paku yang mempunyai Nilai KR terkecil yaitu, *Adiantum tenerrum*, *Angiopteris avecta*, dan *Asplenium dilatatum* disebabkan tumbuhan kurang mampu bersaing dan beradaptasi dengan lingkungan habitatnya.

Indeks Nilai Penting

Dari hasil perhitungan diperoleh jenis yang mempunyai Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi di lokasi penelitian dengan ketinggian 1600 m dpl adalah *Nephrolepis cordifolia* dengan INP sebesar 29%. Pada lokasi penelitian dengan ketinggian 1900 m dpl diperoleh pada jenis *Trichomanes teysmanii* sebesar 24%. Pada lokasi penelitian dengan ketinggian 2200 m dpl jenis *Davalia pyxidata* dengan nilai INP sebesar 37%. Hal ini dikarenakan faktor lingkungan yang mendukung bagi perkembangbiakan dan pertumbuhan paku itu sendiri. Jenis yang dominan ini mampu beradaptasi dan berkompetisi, sehingga mendominasi pada setiap ketinggian. Dengan jumlah yang banyak dan selalu ditemukan pada setiap petak contoh maka *Nephrolepis cordifolia* dan *Pityrogramma calomelanos* menjadi jenis yang dominan di ketinggian 1600 dan 1900 m dpl, serta *Davalia pyxidata* menjadi jenis yang dominan di ketinggian 2200 m dpl.

INP terendah pada ketinggian 1600 m dpl adalah *Adiantum tenerrum*, *Arcypteris irregularis*, *Asplenium dilatatum* dan *Vittaria scolopendria* sebesar 1,2%. Jenis dengan INP terendah pada ketinggian 1900 m dpl yaitu *Polypodium obliquatum* dan *Polypodium persicifolium* sebesar 1,3%. Jenis dengan INP terendah pada ketinggian 2200 m dpl dimiliki oleh *Angiopteris avecta* sebesar 2%. Tumbuhan paku yang memiliki INP rendah terjadi karena jenis-jenis tersebut kurang mampu beradaptasi dengan lingkungan habitatnya, Kurang kompetitifnya jenis tumbuhan paku dengan jenis tumbuhan paku lainnya mengakibatkan pertumbuhan mereka menjadi terbatas. Hal ini sesuai dengan pendapat Indriyanto [5], bahwa jenis tumbuhan paku yang mampu beradaptasi secara baik dengan lingkungannya maka keberadaannya akan mendominasi pada setiap tingkat ketinggian.

Indeks Keanekaragaman Jenis Paku

Berdasarkan hasil perhitungan indeks keanekaragaman jenis menurut Shannon-Wiener terhadap jenis paku di tiga ketinggian yaitu 1600, 1900 dan 2200 m dpl dapat dikategorikan dalam keanekaragaman rendah dan sedang. Keanekaragaman jenis paku pada ketiga ketinggian termasuk kedalam keanekaragaman rendah untuk ketinggian

2200 m dpl, dan keanekaragaman sedang pada ketinggian 1600 dan 1900 m dpl. Hal ini menunjukkan bahwa nilai keanekaragaman jenis paku berada pada kisaran 0,93-1,48, berarti komunitas tumbuhan paku di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango memiliki kompleksitas yang rendah, sehingga menyebabkan interaksi yang tidak terlalu tinggi diantara tumbuhan paku itu sendiri. Perbedaan nilai indeks keanekaragaman jenis pada ketinggian 1600 dan 1900 m dpl menunjukkan bahwa jenis tumbuhan paku yang ada pada kedua lokasi penelitian memiliki tingkat keragaman yang hampir sama. Hal ini sesuai dengan pendapat Hanifah [9], bahwa faktor lingkungan berpengaruh terhadap keanekaragaman jenis paku di suatu tempat. Rendahnya tingkat keanekaragaman jenis pada ketinggian 2200 m dpl disebabkan tumbuhan paku sulit berkompetisi dengan jenis lainnya serta tidak bisa beradaptasi secara baik dengan lingkungan dan hanya jenis paku tertentu yang hidup dengan baik pada keadaan lingkungan di ketinggian 2200 m dpl. Pada ketinggian 1600 m dpl memiliki suhu 20°C, kelembaban 92%, dan curah hujan yang cukup tinggi, sehingga akan berpengaruh terhadap kualitas pertumbuhan paku. Namun semuanya tentu saja berbeda tergantung kepada tempat, musim dan curah hujan yang terjadi pada setiap harinya.

Wawancara Masyarakat Sekitar Lokasi Penelitian

Dari hasil wawancara yang dilakukan terhadap masyarakat di sekitar lokasi penelitian diperoleh beberapa informasi tentang pemanfaatan tanaman paku. Wawancara dilakukan dengan menunjukkan secara langsung kepada masyarakat/pengunjung tentang pemanfaatan tanaman paku. Pada umumnya masyarakat sekitar sudah sejak lama memanfaatkan tumbuhan paku sebagai bahan pangan (sayur), tanaman hias contohnya *Equisetum debille*, *Gleichenia linearris* biasa digunakan sebagai bahan untuk pembuatan alat-alat kerajinan, dan *Pityrogramma calomelanos* yang dapat diperjual belikan oleh masyarakat sekitar Taman Nasional Gunung Gede Pangrango.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan :

- Pada ketinggian 1600 m dpl jenis yang banyak dijumpai adalah *Nephrolepis cordifolia* sebanyak 52 individu, INP sebesar 29%. Tingkat keanekaragaman jenis dikategorikan sedang dengan nilai H' sebesar 1,48.
- Pada ketinggian 1900 m dpl didominasi oleh paku *Pityrogramma calomelanos* sebanyak 22 individu dengan INP sebesar 22%. Tingkat keanekaragaman jenis dikategorikan sedang dengan nilai H' sebesar 1,02.
- Pada ketinggian 2200 m dpl didominasi oleh *Davalia pyxidata* sebanyak 45 individu, nilai INP sebesar 24%. Tingkat keanekaragaman jenis dikategorikan rendah dengan nilai H' sebesar 0,93.
- Dari hasil wawancara yang dilakukan terhadap masyarakat sekitar TNGGP, tumbuhan paku banyak dimanfaatkan sebagai tanaman hias dan dapat diperjual-belikan.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui keanekaragaman tumbuhan paku berdasarkan tipe zona di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam menyelesaikan laporan hasil penelitian ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Kepala Laboratorium Biologi, Ketua Program Studi Biologi dan Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan yang telah memberi ijin selama penelitian berlangsung.
- Staf resort Mandalawangi Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Cianjur.
- Staf Balai Besar Taman Nasional Gunung Gede Pangrango.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tjitrosoepomo. 1997. Botani Umum. Penerbit Angkasa. Bandung. Halaman 225, 261-278.
- [2] Heriadi, Bambang. 2010. Jurnal Tumbuhan. Volume 7, Hal : 38-41.
- [3] Daryanti, 2009. Paku-pakuan Terrestrial di Taman Wisata Alam Daleng Lancuk. Sumatera selatan.
- [4] Rugayah, W., dan Pratiwi., 2004, Pedoman Pengumpulan Data Keanekaragaman Flora, Pusat Penelitian Biologi Lipi, Bogor
- [5] Indriyanto. 2009. Ekologi Hutan. Jakarta: Bumi Aksara.
- [6] Syafei, E. S. 1990. Pengantar Ekologi Tumbuhan. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [7] Suin, N.M. 2002. Metode Ekologi. Universitas Andalas : Padang.
- [8] Syahbudin. 1987. Ekologi Tumbuhan. Universitas Andalas : Padang.

PERBANDINGAN KOMUNITAS ARACHNIDA PERMUKAAN TANAH PADA HUTAN HOMOGEN DAN HUTAN HETEROGEN DI KAWASAN TAMAN HUTAN RAYA (TAHURA) RAJA LELO BENGKULU

THE COMPARISON OF SOIL SURFACE ARACHNID COMMUNITIES IN HOMOGENEOUS AND HETEROGENEOUS FOREST OF RAJA LELO FOREST PARK IN BENGKULU

Darmi ^{1*}, H. Atmawijaya ¹, Syarifuddin ¹

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Bengkulu, Bengkulu 1*
Jalan WR Supratman Kandang Limun, Bengkulu 38371; Tlp: 0736-20919, 0736-21170 ext.208, Fax
0736-919; e-mail: darmibuchari@yahoo.co.id

ABSTRACT

Soil Arachnids is one of the biotic components that contribute to the balance of the soil ecosystem. The animal life is determined by the condition of its habitat. This study was aimed to analyze the comparison of the soil arachnid community in heterogeneous forest (secondary forest) and homogeneous forest (rubber plantations) in Raja Lelo forest park area. The results of this study indicated that there are similarities and differences in community composition of soil Arachnids between the two habitat types. The similarities were especially in the number of families (11 families) in each habitat type, but differed in the level of orders. In heterogeneous forest, it consisted of 11 families with 3 orders (Araneids, Acarina and Opilionids), while in homogeneous forest, it consisted of 11 families with only two orders (Araneida and Acarina). Family similarity index between the two habitats was high (90.9%). Density and dominance of soil Arachnids were higher in homogeneous forests than in the heterogeneous forest, while the lowest diversity index was in homogeneous forest.

Keywords : Soil Arachnids, diversity, density, heterogeneous and homogeneous forest

ABSTRAK

Arachnida tanah merupakan salah satu komponen biotik yang ikut berperan dalam keseimbangan ekosistem tanah. Kehidupan hewan ini sangat ditentukan oleh kondisi habitatnya. Penelitian ini ditujukan untuk menganalisis perbandingan komunitas Arachnida permukaan tanah pada habitat hutan heterogen (hutan sekunder) dengan hutan homogen (perkebunan karet) di kawasan TAHURA Bengkulu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat kesamaan dan perbedaan komposisi komunitas Arachnida permukaan tanah antara kedua tipe habitat. Kesamaannya terutama dalam jumlah famili yaitu 11 famili pada masing-masing tipe habitat, tetapi berbeda dalam tingkat ordo. Pada hutan heterogen, dari 11 famili tersebut terdiri dari 3 ordo (Araneida, Acarina dan Opilionida), pada hutan homogen dari 11 ordo hanya terdiri dari 2 ordo (Araneida dan Acarina). Indek kesamaan famili antara kedua habitat tergolong tinggi (90,9%). Kepadatan dan tingkat dominansi Arachnida permukaan tanah, lebih tinggi pada hutan homogen dari pada hutan heterogen, sedangkan indeks diversitasnya lebih rendah pada hutan homogen.

Katakunci: Arachnida tanah, keanekaragaman, kepadatan, hutan heterogen dan Homogen

PENDAHULUAN

Hutan merupakan sumber daya alam yang sangat potensial dalam mendukung keanekaragaman flora dan fauna. Berdasarkan jenis tumbuhannya, secara umum hutan dikelompokkan menjadi hutan heterogen dan hutan homogen. Hutan Heterogen merupakan hutan yang terdiri dari berbagai macam jenis tumbuhan yang membentuk suatu ekosistem. Sedangkan hutan homogen adalah hutan yang cenderung terdiri dari satu jenis tumbuhan.

Hutan homogen dapat terbentuk secara alami atau dari konversi hutan heterogen menjadi hutan homogen yang cenderung monokultur.

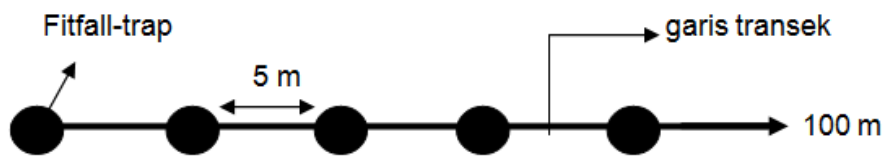
Perubahan bentuk ekosistem alami hutan heterogen menjadi ekosistem hutan homogen (monokultur), merupakan suatu bentuk perubahan biofisik dari suatu ekosistem yang berdampak nyata terhadap perubahan struktur komunitas baik tumbuhan maupun hewan, termasuk komunitas Arachnida tanah. Dampak perbedaan pengelolaan lahan pada laba-laba tanah (Arachnida: Araneae) menunjukkan bahwa terjadi penurunan kekayaan spesies dan kepadatan dengan meningkatnya intensitas pengelolaan lahan pertanian [1]. Pengelolaan lahan yang berbeda juga memiliki diversitas laba yang berbeda, sehingga laba-laba tanah berpotensi sebagai parameter yang baik untuk studi indikator ekologis. Perubahan sistem pengelolaan hutan dari hutan campuran menjadi hutan tanaman monokultur, cenderung menurunkan diversitas makroinvertebrata tanah dan juga memunculkan dominansi spesies makroinvertebrata tanah [2].

Arachnida tanah merupakan salah satu kelompok fauna tanah yang memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Fauna tanah dikenal juga sebagai pembangun ekosistem tanah baik secara fisik (*physical engineering*), kimia (*chemical engineering*) dan biologi (*biological engineering*) [3]. Berdasarkan fungsinya, Arachnida tanah terbagi menjadi kelompok predator, saprofagus dan juga ada yang parasit [4]. Integrasi dari semua komponen biotik pada suatu ekosistem, termasuk Arachnida tanah, dapat menjaga keseimbangan dan keberlanjutan fungsi suatu ekosistem.

Secara umum fauna tanah, khususnya Arachnida tanah sangat erat hubungan dengan kondisi lingkungan habitatnya. Perubahan suatu bentuk ekosistem hutan dari hutan heterogen menjadi hutan homogen, berdampak terhadap kehidupan Arachnida tanah. Bagaimana dampak perubahan bentuk ekosistem terhadap kehidupan arachnida tanah, perlu dilakukan penelitian. Penelitian ini ditujukan untuk menganalisis perubahan struktur komunitas Arachnida tanah pada habitat hutan heterogen menjadi hutan homogen. Dalam penelitian ini, sebagai hutan heterogen adalah hutan sekunder yang terbentuk dari kerusakan hutan primer akibat aktifitas manusia. Sedangkan sebagai hutan homogen dipilih hutan tanaman karet yang merupakan hutan tanaman monokultur.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di kawasan Taman Hutan Raya (TAHURA) Raja Lelo Bengkulu dengan menentukan dua habitat yang berbeda yaitu hutan sekunder (hutan heterogen) dan hutan tanaman karet umur 15 tahun (hutan homogen) sebagai lokasi penelitian. Hutan heterogen terletak pada koordinat LS: 03°43'54,2" dan BT: 102°18'58,1", sedangkan lokasi hutan homogen pada koordinat LS: 03°43'48,0" dan BT: 102°19'14,5". Pengambilan sampel Arachnida tanah pada bulan Oktober dan November 2013 dengan menggunakan metoda transek garis dan pitfalltrap. Metoda *pitfall trap* merupakan metoda yang efektif untuk mengkoleksi hewan tanah yang aktif di permukaan [4]. Pada setiap lokasi dibuat garis transek sepanjang 100 m dan disepanjang garis transek dipasang 20 perangkap jebak (*pitfall trap*) dengan jarak 5 m antar perangkap (Gambar 1). Perangkap yang digunakan berupa wadah plastik dengan diameter 7 cm. Bejana perangkap ditanam di tanah dengan posisi mulut bejana harus sejajar dengan permukaan tanah. Sebagai larutan pembunuh dan pengawet, kedalam bejana dimasukkan formalin 4% sebanyak 100 ml.



Gambar 1 Peletakan Jebakan pada Lokasi Hutan Homogen dan Heterogen.

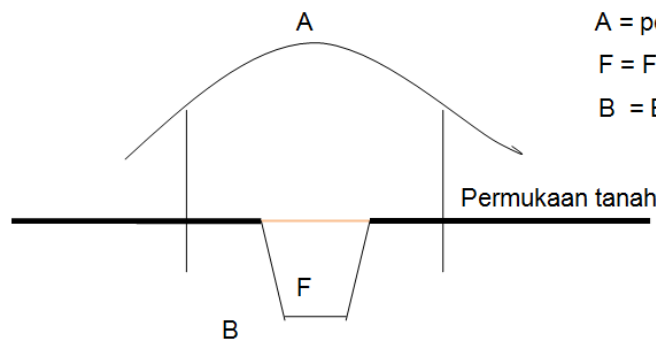
Perangkap jebak diberi pelindung dengan ukuran 20 x 20 cm untuk mencegah air hujan tidak masuk ke dalam bejana (Gambar 2). Pemasangan perangkap selama 3 hari dan selanjutnya sampel Arachnida tanah dimasukkan dalam kantong plastik dan diberi label. Sebagai data pendukung, diukur beberapa faktor abiotik yaitu suhu tanah, pH tanah, kadar air dan kadar organik tanah. Identifikasi Arachnida tanah dilakukan di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Bengkulu dengan menggunakan buku acuan Quigley and Madge [5], Kuhnelt and Walker [6] dan Lilies [7]. Identifikasi dilakukan sampai tingkat famili.

Data Arachnida tanah dianalisis nilai Kepadatan [8], Kepadatan Relatif [8], Indeks Keanekaragaman [9] dan Indeks Similaritas [9], dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Kepadatan (K)

$$K = \frac{\text{Jumlah Individu suatu famili}}{\text{Jumlah unit sampel}} \quad [8]$$

Ket:



- A = pelindung
- F = Formalin
- B = Bejana

Gambar 2 Sketsa Pemasangan *Pitfall trap* pada Lokasi Penelitian.

Kepadatan relatif (KR%)

$$KR = \frac{\text{Jumlah individu suatu famili}}{\text{Jumlah total individu seluruh famili}} \times 100 \% \quad [8]$$

Indeks Keanekaragaman Shannon (H')

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \quad [9]$$

- Ket: n_i = Jumlah individu tiap jenis
- N = Jumlah total seluruh jenis

Indeks *Similarity* Sorenson (IS)

$$IS = \frac{2J}{a+b} \times 100\% \quad [9]$$

- Ket: S = indeks *similarity*
- J = jumlah jenis yang ditemukan pada kedua lokasi
- a = jumlah jenis pada lokasi hutan homogen
- b = jumlah jenis pada lokasi hutan heterogen

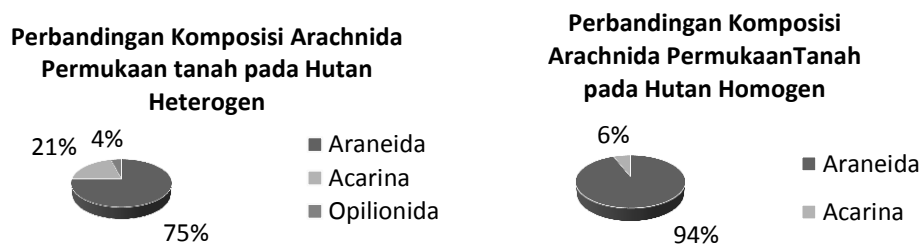
HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Famili dan Kepadatan Arachnida Permukaan Tanah di Hutan Heterogen dan Homogen di Kawasan Taman Hutan Raya (TAHURA) Rajolelo Bengkulu

Komunitas Arachnida permukaan tanah pada kedua habitat, menunjukkan adanya perbedaan dalam komposisi (Tabel 1). Pada hutan heterogen didapatkan 11 famili yang tergolong dalam 3 ordo yaitu Aranaeda 8 famili (*Lycosidae*, *Disderidae*, *Oxyopidae*, *Tetragnathidae*, *Philodromidae*, *Agelenidae*, *Saltisidae*, dan *Theridiidae*), Acarina 2 famili (*Phthiracaridae*, *Lohmanidae*) dan Opilioniada 1 famili (*Phalangiidae*), sedangkan pada hutan homogen juga terdapat 11 famili tetapi tergolong dalam 2 ordo yaitu Aranaeda 8 famili (macam famili sama dengan hutan heterogen) dan Acarina 3 famili (*Phthiracaridae*, *Lohmanidae* dan *Cheylitidae*).

Perbedaan komposisi Arachnida tanah pada kedua habitat, disebabkan karena perbedaan kondisi lingkungan abiotik maupun biotik yang mendukung kehidupan Arachnida tanah. Pada Tabel 2, tampak perbedaan faktor abiotik pada kedua habitat, terutama dalam hal kadar air tanah dan kadar organik tanah. Begitu juga halnya dengan lingkungan biotik, seperti keberadaan vegetasi yang lebih beranekaragam pada hutan heterogen dan cenderung monokultur pada hutan homogen. Faktor lingkungan suatu habitat sangat menentukan kehidupan fauna tanah termasuk Arachnida tanah. Secara keseluruhan tingkat keanekaragaman famili dari hasil penelitian ini tergolong rendah jika dibandingkan dengan penelitian Darmi [9] di hutan primer Bukit Pinang-Pinang Kodya Padang yang mendapatkan 49 famili yang tergolong dalam 5 ordo yaitu Acarina, Araneida, Pseudoscorpionida, Scorpionida, dan Opilioniada. Hal ini menunjukkan bahwa hutan primer memiliki kompleksitas komponen biotik yang tinggi termasuk Arachnida tanahnya, dibanding hutan sekunder (heterogen) dan hutan homogen. Hutan sekunder di kawasan taman Hutan Raya Rajolelo Bengkulu merupakan hutan yang terbentuk dari perusakan hutan primer sebagai akibat dari faktor aktifitas manusia.

Pada Gambar 3, dapat dilihat perbandingan komposisi Arachnida tanah pada kedua habitat. Pada hutan heterogen, Aranaeda (laba-laba) mendominasi (75%), kemudian diikuti Acarina (21%) dan Opilioniada (4%).



Gambar 3 Perbandingan Komposisi Arachnida Permukaan Tanah pada Habitat Hutan Heterogen dan Homogen di Kawasan Taman Hutan Raya (TAHURA) Rajolelo Bengkulu.

Pada hutan homogen, juga didominasi oleh Aranaeda (94%) dan Acarina (6%). Dari hasil penelitian ini, dapat diketahui bahwa kedua tipe habitat didominasi oleh Aranaeda (bangsa laba-laba). Aranaeda merupakan kelompok dari kelas Arachnida yang bersifat predator. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa predator alami dari kelompok Aranaeda masih dapat hidup dan berkembangbiak dengan baik pada kedua habitat. Opilioniada hanya ditemukan pada hutan heterogen dan kepadatannya sangat rendah. Hal ini kemungkinan karena kurang mendukungnya kondisi lingkungan untuk kehidupan Opilioniada pada kedua

habitat. Opilionida dari genus *Phalangium opilio* (famili Phalangiidae) merupakan predator polyphagus yang potensial di lahan pertanian [11]. Hewan ini aktif pada malam hari (nokturnal) berkisar dari jam 21.00-4.00 [12].

Pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa kepadatan tertinggi dari Aranaeda pada kedua tipe habitat adalah famili *Lycosidae*. *Lycosidae* merupakan laba-laba pemburu yang aktif dipermukaan tanah dan jarang sekali tinggal pada liang di dalam tanah [7]. Kepadatan *Lycosidae* pada hutan heterogen 1,2-1,4 idv/perangkap dan pada hutan homogen 2,1-4,8 idv/perangkap. Dari hasil tersebut tampak bahwa kepadatan *Lycosidae* pada hutan homogen lebih tinggi dari pada hutan heterogen. Bila dikaitkan dengan nilai indeks keanekaragaman famili Arachnida (Tabel 3) pada hutan homogen lebih rendah dari pada hutan heterogen. Dengan demikian ekosistem dengan indek keanekaragaman tinggi lebih memiliki pemerataan yang tinggi dalam struktur komunitas, sedangkan ekosistem dengan indeks keanekaragaman yang rendah terjadi ketidakmerataan dalam dalam struktur komunitas lebih nyata, dengan kata lain dominansi lebih kuat pada ekosistem dengan indeks keanekaragaman rendah. Sehubungan dengan hal tersebut, Magurran [9] juga mengemukakan bahwa nilai indeks diversitas berbanding terbalik dengan indeks dominansi, apabila indeks dominansi meningkat maka indeks diversitas menurun.

Ordo Acarina pada hutan heterogen di dapat 2 famili yaitu *Phthiracaridae* (kepadatan 0,4- 0,7 idv/perangkap) dan *Lohmanidae* (0,1-0,2 idv/perangkap). Pada hutan homogen didapatkan 3 famili yaitu *Phthiracaridae* (0,2-0,3 idv/perangkap), *Lohmanidae* (0,2 idv/perangkap), dan *Cheyletidae* (0,1 idv/perangkap). Famili *Phthitiracaridae* pada kedua habitat, kepadatannya lebih tinggi dari famili lainnya. *Phthitiracaridae* merupakan Acarina dari kelompok Cryptostigmata yang berperan sebagai hewan saprofit dan berkontribusi dalam proses dekomposisi material organik tanah [6].

Tabel 1 Kepadatan (individu/perangkap) Arachnida permukaan tanah pada Habitat Hutan Heterogen dan Homogen di Kawasan Taman Hutan Raya (TAHURA) Rajolelo Bengkulu

Taxon	Kepadatan Arachnida tanah di Hutan Heterogen		Kepadatan Arachnida tanah di Hutan Homogen	
	Okt. 2013	Nov. 2013	Okt. 2013	Nov. 2013
Ordo Aranaeda	2,9	1,8	6,6	2,8
1. <i>Lycosidae</i>	1,4	1,2	4,8	2,1
2. <i>Saltisidae</i>	0,4	0,2	0,6	0,1
3. <i>Disderidae</i>	0,2	0,2	0,1	0,1
4. <i>Oxyopidae</i>	0,2	0,0	0,2	0,1
5. <i>Tetragnathidae</i>	0,3	0,3	0,3	0,3
6. <i>Philodromidae</i>	0,3	0,0	0,3	0,2
7. <i>Agelenidae</i>	0,2	0,0	0,3	0,0
8. <i>Theridiidae</i>	0,1	0,1	0,2	0,0
Ordo Acarina	0,8	0,6	0,6	0,2
9. <i>Phthiracaridae</i>	0,7	0,4	0,3	0,2
10. <i>Lohmanniidae</i>	0,1	0,2	0,2	0,0
11. <i>Cheyletidae</i>	0,0	0,0	0,1	0,0
Ordo Opilionida	0,2	0,1	0,0	0,0
12. <i>Phalangiidae</i>	0,2	0,1	0,0	0,0
TOTAL	3,8	2,4	7,2	3,0

Tabel 2 Faktor Abiotik Tanah pada habitat Hutan Heterogen dan Homogen di Kawasan Taman Hutan Raya (TAHURA) Rajolelo Bengkulu

No	Faktor Abiotik	Hutan Heterogen		Hutan Homogen	
		Oktober 2013	November 2013	Oktober 2013	November 2013
1	Suhu tanah (oC)	26	26	26,3	26
2	pH tanah	5,4	5,4	6,2	6,2
3	Kadar air tanah (%)	41,21	49,71	35,57	38,81
4	Kadar Organik tanah (%)	18	29,4	16,2	22,2

Indeks Keanekaragaman dan Indeks Similaritas Arachnida Permukaan Tanah di Hutan Heterogen dan Homogen di Kawasan Taman Hutan Raya (TAHURA) Rajolelo Bengkulu

Famili *Cheyletidae* sangat rendah kepadatannya dan hanya ditemukan pada hutan homogen dan bulan Oktober saja. *Cheyletidae* adalah Acarina dari kelompok Prostigmata yang tidak sensitif terhadap cahaya dan bersifat predator terhadap Acarina lainnya [6]. Aktifitas hewan tersebut lebih banyak berada pada vegetasi/tanaman dari pada di tanah. Rendahnya kepadatan *Cheyletidae*, berkaitan dengan aktifitas hewan ini yang jarang berada di tanah.

Hasil analisis indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), menunjukkan bahwa hutan heterogen memiliki indeks keanekaragaman Arachnida permukaan tanah lebih tinggi pada hutan homogen (Tabel 3). Nilai indeks keanekaragaman pada hutan heterogen 2,00 (Oktober) dan 1,63 (November), sedangkan di hutan homogen indeks keanekaragaman 1,35 (Oktober) dan 1,07 (November). Tingginya nilai indeks keanekaragaman famili Arachnida tanah pada habitat hutan heterogen, berkaitan dengan kondisi vegetasi yang lebih beranekaragaman dari pada hutan homogen yang cenderung monokultur. Keberadaan vegetasi pada suatu habitat, dapat menentukan ragam jenis keberadaan hewan pada suatu habitat, karena vegetasi merupakan komponen autotrof yang berperan sebagai sumber pakan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam sistem rantai makanan pada suatu ekosistem. Habitat dengan vegetasi beranekaragam dapat mendukung kehidupan fauna yang lebih beranekaragaman dibanding dengan habitat dengan vegetasi yang cenderung monokultur. Habitat/ekosistem dengan nilai indeks keanekaragaman lebih tinggi juga cenderung lebih seimbang dibanding dengan habitat dengan indeks keanekaragaman yang rendah [9].

Tabel 3 Indeks Keanekaragaman (H') Arachnida Permukaan Tanah di Hutan Heterogen dan Homogen di kawasan Taman Hutan Raya (TAHURA) Rajolelo Bengkulu

No	Tipe Habitat	Indeks Diversitas (H')	
		Okt. 2013	Nov. 2013
1	Heterogen	2,00	1,63
2	Homogen	1,35	1,07

Nilai indeks similaritas famili dari klas Arachnida pada bulan Oktober lebih tinggi dibandingkan dengan bulan November. Indeks *similarity* pada bulan Oktober 90,9% dan di bulan November 66,7% (Tabel 4). Hasil ini menunjukkan bahwa perubahan tingkat kesamaan famili dari bulan Oktober dan November, ada kaitannya dengan perubahan faktor abiotik, sehingga menyebabkan terjadinya fluktuasi populasi baik secara kuantitatif maupun kualitatif.

Tabel 4 Indeks Similaritas (%) Arachnida Permukaan Tanah antara Hutan Heterogen dan Homogen di kawasan Taman Hutan Raya (TAHURA) Rajolelo Bengkulu

No	Waktu/Bulan	Indeks Similaritas (%)
1	Oktober 2013	90,9
2	November 2013	66,7

Pada Tabel 2, tampak bahwa kadar air tanah dan kadar organik tanah cenderung meningkat pada bulan November, sedangkan faktor lainnya (suhu dan pH tanah) relatif stabil. Perubahan kondisi lingkungan dapat berpengaruh pada kehidupan Arachnida tanah dan menyebabkan terjadinya fluktuasi populasi Arachnida dan fluktuasi keberadaan famili, sehingga berdampak pada tingkat kesamaan famili (indeks similaritas) pada kedua habitat.

KESIMPULAN DAN PROSPEK

Dari hasil penelitian tentang studi perbandingan Arachnida permukaan tanah pada hutan homogen dan hutan heterogen di kawasan Taman Hutan Raya (TAHURA) Raja Lelo Bengkulu, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Terdapat perbedaan struktur komunitas Arachnida tanah pada hutan heterogen dengan hutan Homogen. Pada hutan heterogen terdapat 11 famili yang tergolong dalam 3 ordo (Araneida, Acarina Dan Opilionida), sedangkan di hutan homogen juga terdapat 11 famili tetapi tergolong dalam 2 ordo (Araneida dan Acarina). Pada kedua lokasi Aranaeda merupakan kelompok yang dominan baik dalam hal kepadatan maupun jumlah famili, terutama dari famili *Lycosidae*.
- Kepadatan Arachnida tanah lebih tinggi pada hutan homogen dari pada heterogen. Sedangkan keanekaragaman Arachnida tanah lebih tinggi di hutan heterogen dari pada hutan homogen. Indek kesamaan famili pada kedua lokasi penelitian berkisar antara 66,7-90,9%.

Perubahan struktur komunitas Arachnida permukaan tanah dari hutan heterogen menjadi bentuk hutan homogen, merupakan suatu indikator terjadinya perubahan keseimbangan ekosistem. Untuk itu perlu diupayakan pelestarian komunitas Arachnida tanah di hutan homogen agar keberadaan fauna tanah tersebut dapat mendukung keberlanjutan fungsi ekosistem.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pengelola Taman Hutan Raya Rajolelo Bengkulu yang telah memberi kelancaran dalam fasilitas lapangan, dan kepada pengelola Laboratorium Biologi FMIPA UNIB dalam penyediaan fasilitas untuk identifikasi sampel Arachnida. Ucapan terimakasih juga ditujukan kepada pimpinan Fakultas MIPA Universitas Bengkulu yang telah memfasilitasi penulis untuk publikasi pada kegiatan Semirata 2014 di IPB Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Long-Man-Hung NF, R.Marichal DF, Candiani LS, Carvalho, 2011. Impact of different land management on soil spiders (Arachnida: Araneae) in two Amazonian areas of Brazil and Colombia. *The Journal of Arachnology* 39:296-302.
- [2] Sugiyarto Y, Sugito E, Handayanto L. Agustina. 2002. Pengaruh sistem penggunaan lahan hutan terhadap diversitas makroinvertebrata tanah di RPH Jatirejo, Kediri, Jawa timur. *BioSmart* 4 (2): 66-69.

- [3] Lavelle PT, Decaens M, Aubert S, Barot M, Blouin. 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology* 42: S3-S15.
- [4] Wallwork JA. 1970. Ecology of Soil Animals. Mac. Graw Hill, London. New York.
- [5] Quigley M, Madge D. 1988. *Blackwell Habitat Field Guides : Land Invertebrates*. England: Basil Blackwell.
- [6] Kuhnelt W, Walker N, 1976. *Soil Biology: with Special Reference to the Animal Kingdom*. London: Faber and Faber.
- [7] Lilies C. 1991. *Kunci Diterminasi Serangga*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- [8] Soegianto A. 1994. *Ekologi Kuantitatif: Metoda Analisis Populasi dan Komunitas*. Surabaya: Usaha Nasional.
- [9] Magguran AE. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. New Jersey: Princenton University Press.
- [10] Darmi. 1986. Komposisi Arachnida Permukaan Tanah Di Hutan Bukit Pinang- Pinang Kodya Padang. Skripsi UNAND Padang.
- [11] Newton BL, Yeagan KV, 2002. Population vcharacteristics of *Phalangium opilio* (Opiliones: Phalangiidae) in Kentucky Agroecosystems. *Enviromental Entomology* 31(1):92-98.
- [12] Allard CM, Yeagan KV, 2005. Diel activity patterns and microspasial distribution of the harvestmen *Phalangium opilio* (Opiliones, Phalangiidae) in soybeans. *Journal of Arachnology* 33(3):745-752.

KEPADATAN POPULASI DAN DISTRIBUSI UKURAN REMIS *Corbicula sumatrana* Clessin (Mollusca: Corbiculidae) DI PERAIRAN TANJUNG MUTIARA DANAU SINGKARAK SUMATERA BARAT

POPULATION DENSITY AND SIZE DISTRIBUTION OF MUSSEL *Corbicula sumatrana* Clessin (Mollusca : Corbiculidae) IN TANJUNG MUTIARA SINGKARAK LAKE WEST SUMATRA

Izmiarti¹, Afrizal¹, Jabang¹, Misren Ahyuni¹, Dea Rahayu¹

¹Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas, Padang
Izmiarti-said@yahoo.co.id HP 081363414819

ABSTRACT

The study was aimed to determine the population density and size distribution of mussels (*Corbicula sumatrana* Clessin) in the waters of Tanjung Mutiara Singkarak Lake West Sumatra. The study was conducted by survey method and purposive stratified sampling technique in June 2013. Samples were taken at three stations, each station was divided into three depth strata < 5m, 5 - 10m , > 10 - 15m, in each stratum 3 samples were collected by using a tool: shells catcher (*dauah*). The results showed that the population density of mussels at Station I and II are significantly different at the third station, which was the highest density at Station III (average 113.65 ind/m²) and lowest was at Station II (average 7.69 ind/m²). Densities of mussels in each depth stratum was significantly different, the highest in stratum >10 – 15 m (average 71.05 indv/m²) and the lowest in stratum < 5 m (average 28.18 indv/m²). Length dimensions of mussels were ranged from 9.37 to 29.80 mm. At three locations and three strata mussels are most commonly found are medium size mussels (10-20 mm) ranged from 65-82 %, followed by large size mussels (> 20 mm) ranged from 18-30 % and the least are small sized mussel (< 10 mm) ranged from 1-2 % .

Keywords: population density, size distribution, Corbicula sumatrana Danau Singkarak

ABSTRAK

Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui Kepadatan Populasi dan Distribusi Ukuran remis (*Corbicula sumatrana* Clessin) di perairan Tanjung Mutiara Danau Singkarak Sumatera Barat telah dilakukan bulan Juni 2013. Penelitian dilakukan dengan metode survey dan teknik pengambilan sampel purposive stratified sampling. Sampel diambil pada tiga stasiun, masing-masing stasiun dibagi atas tiga strata kedalaman <5m, 5-10m, >10-15m, masing-masing strata dikoleksi 3 sampel dengan menggunakan alat penangkap kerang yang digunakan penduduk (*dauah*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan populasi remis di Stasiun I dan II berbeda nyata dengan di Stasiun III, yang tertinggi ditemukan di Stasiun III rata-rata (113,65 ind/m² dan yang terendah di Stasiun II rata-rata 7,69 ind/m². Kepadatan masing-masing strata kedalaman berbeda nyata, paling tinggi ditemukan pada strata >10-15m rata-rata 71,05.ind/m² dan yang terendah pada strata <5 m rata-rata 28,18.ind/m². Ukuran remis yang didapatkan panjangnya berkisar dari 9,37 – 29,80 mm. Pada ketiga lokasi dan ketiga strata remis yang paling banyak ditemukan adalah yang berukuran sedang (10-20 mm) yaitu 65-82%, kemudian diikuti oleh remis yang berukuran besar (>20 mm) berkisar dari 18 – 30 % dan yang paling sedikit berukuran kecil (<10 mm) yaitu 1-2 %).

Keyword: kepadatan populasi, distribusi ukuran, Corbicula sumatrana, Danau Singkarak

PENDAHULUAN

Remis (*Corbicula*) tergolong kerang-kerangan (Kelas Pelecypoda) banyak ditangkap dan dimakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan akan protein hewani. Remis hidup di air tawar (air tenang dan mengalir lambat), membenamkan diri dalam substrat berpasir dan berlumpur. Ukuran remis relatif lebih kecil dibandingkan dengan kerang air tawar lainnya, walaupun demikian kerang ini banyak diminati oleh masyarakat karena rasa dagingnya yang enak dan ditemukan dalam jumlah yang banyak.

Di Danau Singkarak ditemukan remis *Corbicula sumatrana* Clessin [1,2]. Masyarakat setempat menyebut remis dengan nama "pensi". Dahulunya Danau Singkarak memiliki populasi remis yang cukup banyak. Nelayan di sekitar danau menangkap remis setiap hari untuk memenuhi kebutuhan protein hewani dalam rumah tangga dan juga untuk dijual. Penangkapan remis yang berlebihan dan terus-menerus tanpa memperhitungkan aspek ekologinya dapat menurunkan populasi dari remis tersebut. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di Danau Singkarak tahun 1996 menunjukkan bahwa kepadatan populasi remis rata-rata rata-rata 360,07 ind/m² [3]. Selang enam belas tahun kemudian dilaporkan kepadatan populasi remis ini di danau yang sama berkisar dari 24 – 108 ind/m² dengan rata-rata 61,08 ind/m² [4]. Dari data di atas tampak bahwa dengan perjalanan waktu telah terjadi penurunan yang tajam dari populasi remis ini. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kepadatan populasi remis, seperti kondisi substrat, ketersediaan sumber makanan, konsentrasi oksigen, temperatur, morfometri badan air [5]. Namun yang tak kalah pentingnya adalah aktivitas penangkapan yang terus menerus oleh manusia.

Tanjung Mutiara terletak disebelah Utara Danau Singkarak terletak pada kordinat 0°37'12" LS dan 100°32'24" BT. Tanjung Mutiara merupakan salah satu wilayah pariwisata di Danau Singkarak, namun pada lokasi tertentu dari wilayah ini ada lokasi yang tidak ada aktifitas manusia termasuk penangkapan remis karena dasar perairan lebih curam dari pada daerah lainnya. Pada umumnya masyarakat yang tinggal didaerah Tanjung Mutiara ini menangkap remis sebagai mata pencaharian dan untuk dikonsumsi sendiri. Penangkapan remis dilakukan secara sederhana dengan cara menyelam ke dasar perairan dan menggunakan alat tangkap. Penangkapan remis yang tidak terkendali akan menjadi ancaman terhadap populasinya di alam. Sehubungan dengan itu dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui kepadatan populasi dan distribusi ukuran remis *Corbicula sumatrana* Clessin di perairan Tanjung Mutiara Danau Singkarak. Kajian ini penting sebagai langkah awal untuk usaha konservasi remis di Danau Singkarak.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2013. Lokasi penelitian adalah perairan danau di daerah Tanjung Mutiara Kecamatan Batipuh, Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat. Pengerjaan sampel lebih lanjut dilakukan di Laboratorium Riset Ekologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.

Penelitian ini dilakukan dengan metode survey dengan teknik pengambilan sampel purposive stratified sampling. Sampel diambil pada tiga stasiun, dan setiap stasiun dibagi atas tiga strata kedalaman <5m, 5-10m, >10-15m. Pada setiap strata dikoleksi tiga sampel dengan menggunakan alat penangkap kerang yang digunakan penduduk (dauah). Stasiun I terletak pada perairan dekat pemukiman dan banyak aktifitas penduduk, Stasiun II lokasi

wisata dan Stasiun III tidak ada aktivitas penduduk. Pada Stasiun I dan II penduduk melakukan penangkapan remis, tidak demikian halnya pada stasiun III.

Pada setiap stasiun dan kedalaman dilakukan pengukuran faktor fisika dan kimia air meliputi: suhu air, kecerahan air, pH, O₂ terlarut, CO₂ bebas, BOD, TSS, KO substrat dan komposisi partikel substrat.

Di laboratorium dilakukan penghitungan jumlah individu dan pengukuran panjang cangkang remis, kemudian dikelompokkan atas 3 kelompok yaitu: berukuran besar (>20 mm), sedang (10-20 mm) dan kecil (< 10 mm). Analisis data dilakukan terhadap kepadatan populasi yang dinyatakan dengan jumlah ind/m². Untuk mengetahui perbedaan rata-rata kepadatan populasi dianalisis dengan ANOVA dengan uji lanjut DNMRT pada taraf 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

Kepadatan Populasi

Tabel 1. Kepadatan Populasi (ind/ m²) remis *Corbicula sumatrana* Clessin di Perairan Tanjung Mutiara Danau Singkarak

Lokasi/strata	<5 m	5-10 m	>10 -15 m	Kepadatan rata-rata
Stasiun I	5,02	55,19	28,09	29,43a
Stasiun II	0,00	10,73	12,34	7,69a
Stasiun III	79,50	88,73	172,73	113,65b
Kepadatan Rata-rata	28,18a	51,55b	71,05c	50,26

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda pada baris dan kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan uji DMNRT pada taraf uji 5 %.

Dari Tabel 1 diatas dapat dilihat kepadatan populasi *C.sumatrana* Clessin di perairan Tanjung Mutiara Danau Singkarak berkisar antara 0,00- 172,73 ind/ m² . Berdasarkan lokasi, kepadatan populasi rata-rata berkisar 7,69 – 113,65 ind/m², Kepadatan paling tinggi ditemukan pada Stasiun III dan paling rendah pada Stasiun II. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kepadatan rata-rata di Stasiun III berbeda nyata dengan Stasiun I dan II sedangkan antara kedua stasiun tidak berbeda nyata. Berdasarkan strata kedalaman kepadatan populasi rata-rata berkisar dari 28,18 – 71,05 ind/m². Kepadatan rata-rata paling tinggi ditemukan pada kedalaman (>10-15m) dan yang terendah pada kedalaman <5 cm. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa kepadatan rata-rata pada ketiga strata berbeda nyata.

Pada Stasiun III yang tidak ada aktivitas penangkapan remis dan aktivitas lainnya diperoleh kepadatan populasi yang paling tinggi dan berbeda nyata dengan dua stasiun lainnya. Tidak adanya aktifitas penangkapan remis di Stasiun III karena dasar perairan yang relatif curam, dengan demikian memberikan kesempatan pada kerang ini berkembang lebih baik pada stasiun tersebut. Pada Stasiun II dan III terjadi aktivitas penangkapan remis yang terus menerus, akibatnya dapat menurunkan populasi remis ini.

Kepadatan populasi remis rata-rata di Tanjung Mutiara Danau Singkarak 50,26 ind/m² Kepadatan populasi ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian sebelumnya di Danau yang sama rata-rata 360.07 ind/m²[3]. Enam belas tahun kemudian dilaporkan kepadatan populasi remis di danau yang sama menurun secara drastis rata-rata 61,08 ind/m²[4]. Berdasarkan data diatas tampak bahwa penangkapan remis yang terus menerus dalam jangka waktu lama dapat menurunkan populasi remis tersebut.

Kepadatan populasi remis yang paling tinggi ditemukan pada kedalaman >10-15 m karena substrat dasar yang sesuai untuk kehidupan kerang ini. Pada umumnya *Corbicula*

ditemukan pada perairan tergenang berarus lambat dengan dasar substrat lunak lumpur berpasir[6]. Di strata >10-15 m komposisi substrat dasar sebagian besar terdiri lumpur (77,87%) dengan kandungan organik yang cukup tinggi yaitu 6,01 % (Tabel 2). Bahan organik merupakan salah satu sumber makanan bagi remis yang bersifat filter feeder [7]. Hampir sama dengan hasil penelitian di Danau Maninjau menunjukkan bahwa kepadatan populasi remis (*Corbicula moltkiana*) tertinggi di dapatkan pada stasiun yang memiliki substrat berlumpur dan memiliki kadar organik tinggi[8]. Berbeda dengan hasil penelitian di Sungai Borang Kabupaten Banyuasin dilaporkan bahwa pada stasiun yang mempunyai kadar organik yang paling rendah ditemukan kepadatan remis *Corbicula* sp. paling tinggi dan pada stasiun yang mempunyai kadar organik yang paling tinggi ditemukan kepadatan paling rendah[9]. Perbedaan ini mungkin berkaitan dengan perbedaan jenis remis dan tipe perairan.

Kepadatan populasi rata-rata yang paling rendah di temukan pada kedalaman <5 m (28,18 ind/m²). Pada Stasiun II kedalaman <5 m tidak satupun remis yang ditemukan. Hal ini disebabkan karena substrat dasar pada kedalaman <5 m sebagian besar terdiri dari batu dan kerikil, kurang cocok untuk kehidupan kerang ini. Selain itu strata II terletak pada bagian pinggir danau relatif dangkal sehingga sering dilakukan penangkapan remis oleh penduduk dan terganggu oleh aktivitas lainnya. Spesies yang berbeda membutuhkan substrat yang berbeda. *C. fluminea* yang hidup di sungai dapat ditemukan pada substrat yang bervariasi yaitu pasir, pasir kasar, gravel dan batu. Selain itu dapat pula ditemukan pada substrat yang terdiri dari pasir, kerikil, tanah liat dan lumpur, namun kelimpahan yang paling tinggi ditemukan pada substrat yang didominasi oleh pasir kasar, pasir dan kerikil berlumpur[10].

Kedalaman berpengaruh terhadap kepadatan populasi *Corbicula fluminea* di Dale Hollow Reservoir Tennessee. Kepadatan populasi pada kedalaman 12 meter (*hypolimnion*) lebih tinggi dari pada kedalaman 8 meter (*epilimnion*) dengan kepadatan berturut-turut 1215,9 ind/m² dan 376,6 ind/m²[11]. Hasil yang berlawanan ditemukan di Sungai Selagan Muko-muko Muko-muko Pesisir Selatan dimana tidak ada korelasi antara kedalaman dengan kepadatan populasi *Batissa violacea* (famili Corbiculidae), melainkan berkorelasi dengan kandungan organik substrat[12]

Remis sebagai organisme dasar perairan, memiliki sifat yang relatif menetap (sessil), karena itu kelimpahannya dipengaruhi oleh kualitas air dan substrat tempat hidupnya serta kepekaan atau toleransinya terhadap perubahan lingkungan. Hasil pengamatan terhadap fisika kimia air di ketiga stasiun penelitian dan kedalaman meliputi temperatur, kecerahan, pH, DO, BOD₅, dan CO₂ (Tabel 2) tidak jauh berbeda dan masih berada dalam kisaran yang dapat ditolerir oleh kerang. Perbedaan yang jelas terlihat hanya pada kandungan organik substrat. Pada tempat yang mempunyai bahan organik tinggi ditemukan kepadatan populasi yang tinggi pula seperti yang terjadi pada Stasiun III kedalaman >10 – 15 m. Tampaknya perbedaan kepadatan populasi remis di Tanjung Mutiara Danau Singkarak ini ada hubungannya dengan komposisi substrat dan kandungan organik substrat.

Tabel 2. Kondisi Fisika Kimia Air Perairan Tanjung Mutiara, Danau Singkarak di setiap lokasi dan strata kedalaman

Parameter	Stasiun I			Stasiun II			Stasiun III		
	<5m	5-10m	>10-15m	<5m	5-10m	>10-15m	<5m	5-10m	>10-15m
Temperatur (°C)	29	28	25	29	26	24	27	25	23
Kecerahan (m)	2,5	3	3,2	2,7	3	4	1,8	2,5	2,7
pH	7	8	7	7	8	7	8	8	7
DO (ppm)	6,45	5,94	5,70	7,98	7,17	6,97	7,98	7,37	6,91
BOD ₅ (ppm)	0,47	0,53	1,73	0,83	1,00	1,10	0,43	0,57	0,77
CO ₂	0,88	1,65	0,88	0,88	0,88	1,32	0,88	0,88	0,88
Kadar Organik (%)	0	0	0	0	0	0	0	2,902	6,010
Komposisi Substrat (%)									
Batu / Kerikil	77,87	78,37	71,60	77,50	86,33	65,12	40,16	0,00	0,00
Pasir	22,13	21,63	28,40	22,50	13,68	34,88	59,85	28,92	22,15
Lumpur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	71,08	77,85

Keterangan : Stasiun I = perairan dekat pemukiman penduduk dan banyak aktivitas penduduk

Stasiun II = perairan yang di jadikan sebagai objek wisata,

Stasiun III = perairan yang tidak ada aktivitas penduduk.

Distribusi ukuran remis

Hasil pengukuran terhadap panjang remis yang didapatkan pada seluruh titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Panjang cangkang remis *C. sumatrana* Clessin (mm) di perairan Tanjung Mutiara Danau Singkarak

Stasiun	Stara kedalaman		
	<5 m	5-10	>10-15
I	11,51 – 28,07	7,96 – 27,01	10,87 – 28,44
II	-	9,37 – 29,00	9,42 – 28,64
III	10,93 -24,90	10,30 – 28,91	11,34 – 29,80

Keterangan: Stasiun I = perairan dekat pemukiman penduduk dan banyak aktivitas penduduk,

Stasiun II = perairan yang di jadikan sebagai objek wisata,

Stasiun III = perairan yang tidak ada aktivitas penduduk.

- = remis tidak ditemukan

Pada Tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa remis yang ditemukan di Tanjung Mutiara danau Singkarak memiliki berbagai ukuran mulai dari berukuran kecil sampai ukuran besar. Kisaran ukuran cangkang bervariasi disetiap stasiun dan setiap kedalaman. Secara keseluruhan panjang cangkang berkisar dari 9,37 – 29,80 mm. Ukuran yang paling kecil (9,37 mm) ditemukan di stasiun II kedalaman >5-10 m dan yang paling besar (29,80 mm) ditemukan di stasiun III kedalaman >10-15 m. Ukuran panjang maksimal cangkang remis yang ditemukan pada penelitian ini lebih besar dari pada remis yang ditemukan di Danau Maninjau yaitu berkisar dari 1,63 – 20,18 mm [13]. *C. fluminea* di canal Perancis bagian tengah ditemukan panjang maksimum melebihi 36 mm sedangkan *C. fluminalis* panjang maksimum 24 mm [14]

Berdasarkan ukuran panjang cangkang remis yang didapatkan maka remis ini dibagi atas tiga kelas ukuran yaitu kecil (<10 mm), sedang (10-20 mm) dan besar >20 mm). Persentase jumlah individu pada masing-masing kelas ukuran disetiap lokasi dan seluruh kedalaman dapat dilihat pada Gambar 1. Secara umum remis yang ditemukan sebagian besar berukuran sedang, kemudian diikuti oleh remis yang berukuran besar dan yang paling sedikit berukuran kecil ditemukan hanya pada Stasiun I strata >5-10 m dan Stasiun II strata <5 m. Persentase jumlah individu remis berukuran sedang tinggi pada setiap stasiun

dan kedalaman yaitu berkisar dari 65-82%, kemudian diikuti oleh remis yang berukuran besar (18 – 30 %) dan yang paling sedikit berukuran kecil (1-2 %)

Rendahnya persentase individu remis yang berukuran kecil ditemukan pada penelitian ini mungkin berkaitan dengan periode reproduksi dari remis tersebut. Penelitian ini dilakukan bulan Juni mungkin bukan periode reproduksinya, atau dalam periode reproduksi tetapi larvanya masih diinkubasi dalam demibranch induknya, belum dilepaskan ke dalam air. Remis *C. moltkiana* Prime yang berasal dari Danau Singkarak dan Maninjau mempunyai pola reproduksi yang menginkubasi remis muda didalam demibranch sampai tingkat juvenil mempunyai cangkang dengan hinge yang kuat (berbentuk D)[15].

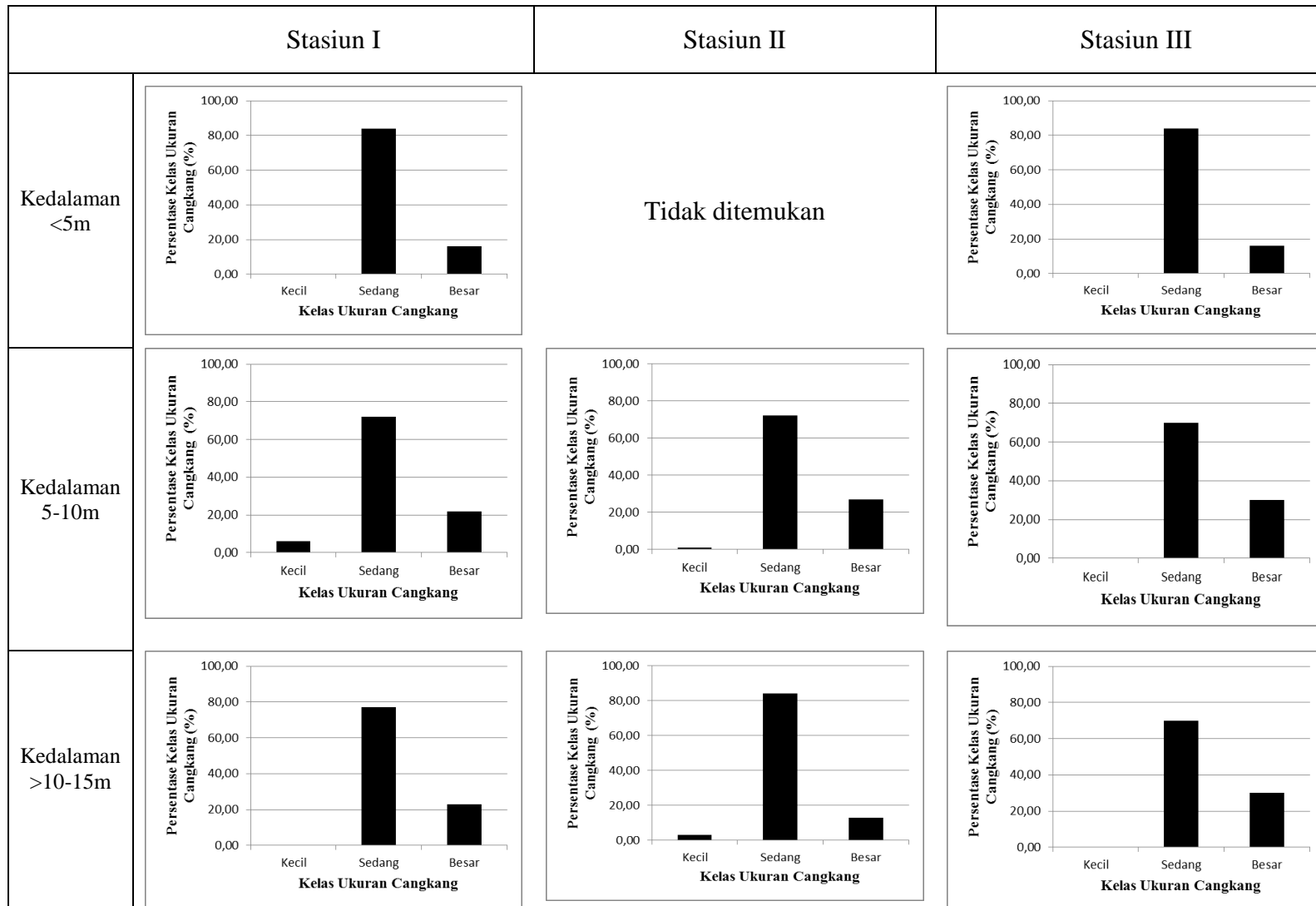
Pada *C. fluminea* telah diketahui periode reproduksinya dimulai bulan Maret dan berakhir bulan Oktober dengan puncaknya terjadi pada bulan Juni dan Agustus, sedangkan pada *C. fluminalis* mempunyai dua periode reproduksi, pertama pada musim dingin dengan jumlah larva yang diinkubasi rendah dan periode reproduksi kedua dari bulan Maret sampai Oktober dengan puncaknya pada bulan Juni dan Juli[13]

Sebagian besar remis yang ditemukan diseluruh stasiun dan diseluruh strata adalah yang berukuran sedang (10-20 mm). Diperkirakan kerang dengan kisaran ukuran tersebut termasuk kerang sudah matang seksual. Dari ukuran cangkang dapat diketahui kematangan seksual dari remis. Remis asia *C. malinensis* di Texas mencapai matang seksual pada ukuran 10 mm, sementara rata-rata panjang shell tahunan 35 mm[16]. Untuk membuktikan bahwa remis yang berukuran 10-20 mm pada penelitian ini apakah sudah matang seksual atau belum perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memeriksa gonadnya. Untuk menunjang usaha konservasi sebagai saran awal sebaiknya remis yang berukuran 10-20 mm tidak boleh di tangkap karena pada ukuran tersebut remis diperkirakan sudah matang seksual.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di Tanjung Mutiara Danau Singkarak dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Kepadatan populasi remis berkisar dari 0,00- 172,73 ind/ m² . Kepadatan populasi stasiun III berbeda nyata dengan Stasiun I dan II, yang tertinggi ditemukan pada Stasiun III rata-rata 113,65 ind/m² dan yang terendah di Stasiun II rata-rata 7,69 ind/m². Kepadatan masing-masing strata berbeda nyata, paling tinggi ditemukan pada strata kedalaman 10-15m rata-rata 71,05.ind/m²) dan yang terendah pada strata <5 m rata-rata 28,18 ind/m².
- Panjang cangkang berkisar dari 9,37 – 29,80 mm. sebagian besar berukuran sedang (10-20 mm) yaitu 65-82%, kemudian diikuti oleh remis yang berukuran besar (>20 mm) berkisar dari 18 – 30 % dan yang paling sedikit berukuran kecil (<10 mm) yaitu 1-2 %.
- Fisika kimia air disetiap stasiun dan kedalaman tidak jauh berbeda dan mendukung untuk kehidupan remis.



Gambar 1. Persentase jumlah individu berdasarkan kelas ukuran disetiap stasiun dan strata kedalaman di Perairan TanjungMutiraDanauSingkarak

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pusat Studi Lingkungan Hidup (PSLH).1984. *Penelitian Air dan Biota akuatik Danau-danau di Sumatera Barat*. Laporan Penelitian Pusat Studi Lingkungan Hidup Universitas Andalas Padang.
- [2] Giesen, W. and Sukotjo. 1991. The West Sumatran lakes. Survey Report PHPA/AWB Sumatera Wetland Project Report No. 16. Asian Wetland Bureau Indonesia
- [3] Izmiarti dan Dahelmi .1996. *Komposisi dan struktur komunitas zoobentos di Danau Singkarak*. Laporan penelitian Dosen muda, BBI Departemen Pendidikan dan Kebudayaan tahun anggaran 1996/1997. Lembaga Penelitian Universitas Andalas Padang
- [4] Marcayane, Zeswita dan Safitri (2012). *Kepadatan populasi pensil (*Corbicula sumatrana* Clessin di Danau Singkarak*. Skripsi Sarjana Program Pendidikan Biologi STKIP PGRI Sumatera Barat
- [5] Lucy, F.E., A.Y. Karatayev and L. E. Burlakova. 2012. Prediction for spread, population density and impacts of *Corbicula fluminea* in Ireland. *Aquatic Invasions*. 7 (4): 465-474
- [6] Djajasmita, M. 1999. *Keong dan kerang sawah*. Puslitbang -LIPI
- [7] Pennak, R.W. 1978. *Freshwater Invertebrates of the United States*. Second edition. John Wiley and Sons. New York. Chichester, Brisbane. Toronto
- [8] Zeswita, A. L. 1999. *Habitat dan kepadatan populasi serta kebiasaan makan pensil (*Corbicula moltkiana* Prime)*. Tesis Program Pasca sarjana (S2) Universitas Andalas Padang
- [9] Junaidi, E., E.P. Sagala dan Joko. 2010. Kelimpahan Populasi dan Pola Distribusi Remis (*Corbicula* sp.) di Sungai Borang Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Penelitian Sains*. 13 (3D): 13310-50 – 13310-54
- [10] Hubenov, Z., T. Trichkova.,L. Kenderov and D. Kozuharov. 2013. Distribution of *Corbicula fluminea* (Mollusca: Corbiculidae) over an Elaven-year Period of its invation in Bulgaria. *Acta zool. bulg.* 65 (3) : 315 - 326
- [11] Abbott, T.M. 1979. Asiatic clam (*Corbicula fluminea*) vertical distribution in Dale Hollow Reservoir, Tennessee. In: *Proceeding of the First International Corbicula symposium*. J.C. Britton ed. Texas Christian University Research Foundation (Ft. Worth) : 111-118
- [12] Suin, N. M. dan Iswandi. 1994. *Study Habitat dan Kepadatan populasi Lokan (Pelecypoda) di Sungai Selagan Muko-muko Serta Laju pertumbuhannya* . Laporan Penelitian Proyek Peningkatan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat. Universitas Andalas Padang
- [13] Izmiarti, Afrizal dan E. Suprianti. 2013. Distribusi *Corbicula moltkiana* Prime (Pelecypoda) berdasarkan kedalaman di Danau Maninjau Sumatera Barat. *Proceeding seminar Semirata Bidang MIPA –BKS Barat*. Unimed. : 163-170
- [14] Mouthon, J. and T. Parghentanian. 2004. Comparison of the life cycle and population dinamic of two *Corbicula* species, *C. fluminea* and *C. fluminalis* (Bivalva: Corbiculidae in two French canals. *Archiv fur Hydrobiologie*. 161 (2): 267 - 287
- [15] Korniusshin, A.V. and M. Glawbrecht. 2003. Novel reproductive modes in Freshwater clams: brooding and larval morfology in Shouteast Asian taxa of *Corbicula* (Mollusca, Bivalva, Corbiculidae. *Acta Zoologica*. 84 (4): 293 -315
- [16] Aldridge, D.W. and R.F. McMahon .1978. Growth, fecundity and bioenergetics in a natural population of the aciatic freshwater clam, *Corbicula manilensis* Philippi from north Texas. *Journal of Molluscan Studies*. 44 (1): 49-70

SELEKSI MASSA UNTUK MENDAPATKAN TETUA PENGHASIL Keturunan BENTUK BUNGA TIPE POMPOM KEMBANG KERTAS (*Zinnia elegans* Jacq.)

MASS SELECTION TO GET PARENT TYPE TO PRODUCE POMPOM FLOWER TYPE OF KEMBANG KERTAS (*Zinnia elegans* Jacq.)

Tumiur Gultom^{1*}, Aziz - Purwantoro², Endang Sulistyarningsih², Nasrullah²

Department of Biology, FMIPA, State University of Medan, Medan. Jalan Willem Iskandar. Medan^{1*}
E-mail: rengge@hotmail.com. HP:081328855556
Faculty of Agriculture, Gadjah Mada University, Jalan Flora Bulaksumur, Yogyakarta²

ABSTRACT

Kembang kertas (*Zinnia elegans* Jacq.) is a species that has a high economic potential as a tropical cut flowers. However, until now there are some performances and characters that need to be improved to get the criteria as a cut flower. Form of flower is a characters that is very important for the cut flower business. There are three types flower shape of *kembang kertas*: single, double and pompom. Pompom type is a type that similar to the shape of chrysanthemums. The aim of this research was to determine the right type of parent plants in getting large proportions offspring pompom. The research was conducted in February 2009 to July 2011 at Banguntapan Experimental Research of Agriculture Faculty of Gadjah Mada University Yogyakarta. The materials used were M₂ population (297 plants), M₃ populatio (610 plants), M₄ population (921 plants) and M₅ population (1531 plants) Forms of parental plants of flower distinguished by double and pompom type. The results showed that the parent plant selection in M₃ population with pompom type produced pompom type M₄ population of plants with increased in site of flower (35%).

Keywords: selection, flower shape, pompom, population, *Zinnia elegans* Jacq.

ABSTRAK

Kembang kertas (*Zinnia elegans* Jacq.) merupakan spesies yang mempunyai potensi ekonomi tinggi sebagai bunga potong tropis. Namun sampai saat ini masih terdapat beberapa penampilan dan karakter yang perlu diperbaiki untuk dapat memenuhi kriteria sebagai bunga potong. Karakter yang sangat penting bagi usaha bunga potong adalah karakter bentuk bunga. Bentuk bunga kembang kertas ada tiga tipe yaitu tipe tunggal, ganda dan pompom. Tipe pompom merupakan tipe yang mirip dengan bentuk krisan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tipe tanaman tetua yang tepat dalam mendapatkan keturunan pompom dengan proporsi yang besar. Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2009 sampai dengan Juli 2011 di Kebun Percobaan Banguntapan Yogyakarta. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah populasi M₂ (297 tanaman), populasi M₃ (610 tanaman), populasi M₄ (921 tanaman) dan populasi M₅ (1531 tanaman). Bentuk bunga tanaman tetua dibedakan atas tipe ganda dan pompom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seleksi tanaman tetua tipe pompom pada populasi M₃ menghasilkan populasi M₄ dengan proporsi tanaman berbentuk bunga pompom lebih besar (35%).

Kata kunci: seleksi, bentuk bunga, pompom, populasi, *Zinnia elegans* Jacq.

PENDAHULUAN

Bunga potong di Indonesia masih didominasi oleh bunga krisan (*Chrysanthemum* spp.) yang merupakan tanaman introduksi dari Belanda, Amerika Serikat dan Jepang [1]. Krisan merupakan tanaman hari pendek [2, 3] sehingga pembudidayaannya di Indonesia yang berhari pendek mengakibatkan ukuran tangkai dan diameter bunganya relatif pendek

(tidak cocok sebagai bunga potong). Oleh karena itu untuk menambah panjang tangkai dan diameter bunga maka dilakukan manipulasi panjang hari yaitu dengan penambahan lama penyinaran selama 3-4 jam/hari. Bibit krisan yang digunakan masih banyak berasal dari negara luar yang menerapkan hukum perlindungan varietas. Hal ini menyebabkan biaya produksi yang harus dikeluarkan produsen krisan di Indonesia menjadi lebih tinggi.

Krisan dan kembang kertas (*Zinnia* spp.) termasuk dalam suku yang sama yaitu Asteraceae, sehingga keduanya memiliki kemiripan morfologis [1]. Kembang kertas yang ditemukan di Indonesia pada umumnya memiliki bentuk dengan bunga pita satu lapis (bunga betina) dan mempunyai bunga *disc floret* (bunga betina dan jantan) lebih dari satu lingkaran. Bentuk kembang kertas tersebut kurang menarik sehingga belum layak menjadi komoditas bunga potong. Kriteria bunga potong yang diminati di Indonesia adalah mempunyai bentuk menarik yaitu bentuk bunga pompom (bunga pita penuh).

Salah satu upaya yang telah dilakukan untuk meningkatkan keragaman kembang kertas yaitu dengan iradiasi sinar-X pada biji dari tanaman berbunga tipe tunggal (tidak pompom) dan berwarna putih. Populasi M_1 (generasi ke-1 populasi asal mutasi) mempunyai fenotipe mirip dengan tetuanya yaitu bentuk bunga tunggal dan berwarna putih. Evaluasi pada populasi M_2 menunjukkan keragaman bentuk bunga. Pada generasi ini terbentuk tiga tipe bentuk bunga yaitu tunggal, ganda dan pompom [4] ditampilkan pada Gambar 1. Peningkatan keragaman bentuk pada populasi M_2 telah ditemukan maka dapat dilanjutkan dengan tindakan pemuliaan untuk mendapat bentuk pompom yang tidak memiliki *disk floret* [5].

Pemuliaan mutasi sudah banyak dilakukan dalam menghasilkan varietas unggul. Di Indonesia metode pemuliaan mutasi sudah menghasilkan varietas padi, kedelai dan kacang hijau yang unggul. Mutasi dilakukan untuk meningkatkan keragaman tanaman dan dilanjutkan dengan seleksi, hibridisasi, uji homogenitas dan uji adaptabilitas

Bentuk pompom merupakan bentuk yang mirip dengan bentuk bunga krisan sehingga prospeknya bagus sebagai bunga potong.



Gambar 1 Bentuk Bunga Populasi M_2 . a = tunggal; b = ganda; c = pompom.

Adanya keragaman bentuk pada populasi M_2 memungkinkan dilakukan seleksi untuk mendapatkan tetua penghasil biji untuk mendapatkan bunga tipe pompom. Informasi yang diperoleh dari populasi M_2 dijadikan sebagai acuan dalam kegiatan pemuliaan kembang kertas selanjutnya. Penelitian ini dimulai dari populasi M_2 hingga M_5 dengan melakukan seleksi tetua bentuk ganda dan bentuk pompom.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini seleksi dilaksanakan untuk setiap generasi dan dimulai dari generasi M_2 dilanjutkan pada generasi M_3 , M_4 dan M_5 . Seleksi dilaksanakan berdasarkan karakter bentuk bunga. Bentuk bunga yang prospektif pasar adalah yang pompom. Seleksi bentuk dilakukan terhadap bunga dengan bentuk tipe ganda dan pompom dan akan memperhatikan persentase keturunan pompom dari kedua tipe bentuk tersebut.

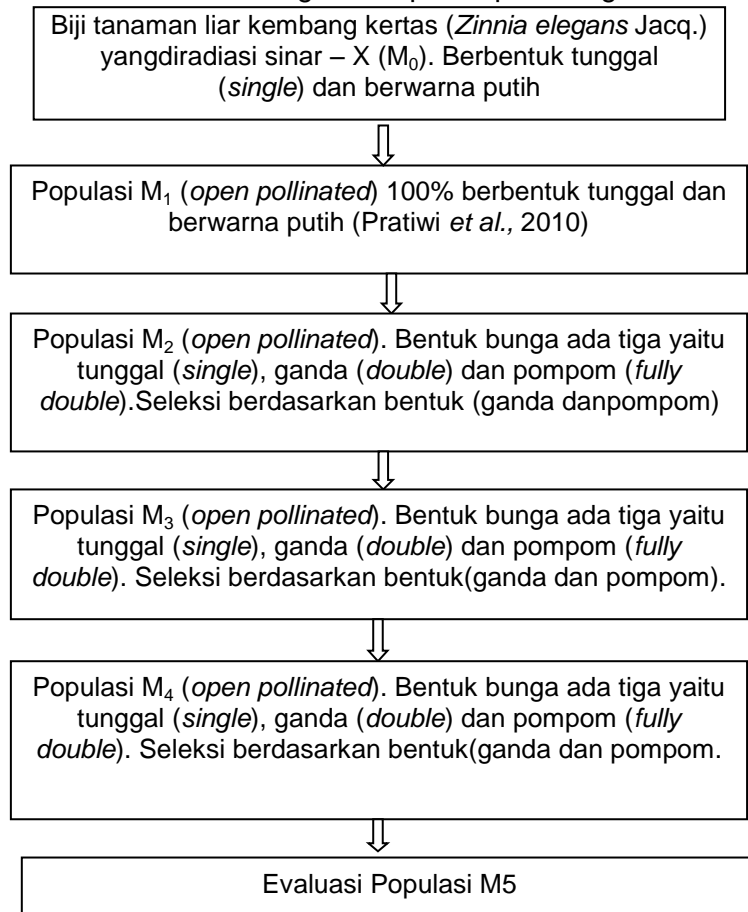
Pelaksanaan Percobaan.

Dilaksanakan pada bulan Februari 2009 sampai dengan Januari 2011, di kebun Percobaan Banguntapan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta terdiri dari beberapa nomor ditampilkan pada Tabel 1. Bahan tanam pada populasi M₃, M₄ dan M₅ merupakan nomor-nomor terseleksi dari populasi sebelumnya. Seleksi dilakukan dengan memilih tanaman berbentuk ganda dan pompom.

Tabel 1 Bahan tanam dan waktu pelaksanaan seleksi

No	Populasi	Jumlah Nomor	Jumlah Tanaman	Waktu Penanaman
1	M ₂	13	285	Februari - Juni 2009
2	M ₃	30	610	Juli-Desember 2009
3	M ₄	40	921	Desember 2009- Mei 2010
4	M ₅	71	1531	Agustus 2010-Januari 2011

Penanaman dengan mengatur tiap nomor dalam satu baris. Alat yang digunakan adalah: polibag ukuran 35 x 35 cm, cangkul, ayakan, sprayer, alat tulis, dan kamera. Proses seleksi dan perbaikan karakter bentuk bunga ditampilkan pada bagan berikut (Gambar 2).



Gambar 2 Bagan Proses Seleksi Perbaikan Bentuk Kembang Kertas.

Pelaksanaan Penelitian

Kembang kertas ditanam dengan cara budidaya umum dilakukan yaitu pembibitan, pindah tanam, pemeliharaan (penyiangan, pemupukan, pengendalian hama penyakit) pengambilan data dan pemanenan. Penanaman dilakukan dengan menanam satu kuntum dalam satu baris. Pengamatan bentuk bunga dilakukan pada saat tanaman telah berbunga

mekar sempurna. Bentuk bunga pada populasi M₃, M₄ dan M₅ diamati apakah berbentuk tunggal, ganda atau pompom.

2.3 Pemanenan

Biji bunga dipanen pada saat bunga sudah kering. Biji disortir dan disimpan dalam kantong-kantong terpisah (satu kuntum dalam satu kantong) dan diberi label sesuai dengan identitas induk (asal tanaman).

2.4 Analisis Data

Data jumlah bentuk bunga yang didapatkan dari tiap populasi dihitung frekuensinya untuk mengetahui besaran frekuensi tipe bentuk bunga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses seleksi berdasarkan bentuk bunga yang dilakukan mulai populasi M₂ sampai populasi M₄ ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Jumlah tanaman terseleksi, jumlah kuntum dan jumlah tanaman tiap populasi

Nomor	M2				M3					M4					M5						
	Genotipe	JT	JTs	JK	JG	JT	JTs	Ganda	Pompom	JK	JG	JT	JTs	Ganda	Pompom	JK	JG	Ganda	Pompom	JT	
1	Z1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	Z2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	Z3	12	2	3	3	42	1	0	1	1	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	Z4	16	3	6	6	117	4	0	6	14	14	347	12	3	11	28	28	7	21	563	
5	Z5	21	2	4	4	129	4	4	0	10	10	218	6	5	5	13	13	6	7	267	
6	Z6	28	2	4	4	86	2	1	1	4	4	95	3	1	2	7	7	3	4	164	
7	Z7	46	2	5	5	98	2	2	0	4	4	111	3	1	2	9	9	3	6	188	
8	Z8	30	2	4	4	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	Z9	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	Z10	28	2	4	4	107	3	0	3	7	7	141	5	4	7	14	14	7	7	329	
11	Z11	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	Z12	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	Z13	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Jumlah		13	297	15	30	30	610	16	7	11	40	40	925	29	14	27	71	71	26	45	1511

Keterangan: JT = Jumlah tanaman; JTs= Jumlah tanaman terseleksi; JK= Jumlah kuntum terseleksi

Seleksi berdasarkan Bentuk Bunga

Pada populasi M₂ dihasilkan tanaman dengan bunga berbentuk tunggal, ganda dan pompom ditampilkan pada pada Tabel 3. Populasi M₂ terdiri dari 46.0% tanaman berbunga tunggal yang merupakan proporsi terbesar, 36.1% tanaman berbunga ganda, dan 17.9% tanaman berbunga pompom.

Populasi M₃ terdiri dari 68.7% tanaman berbunga ganda yang merupakan proporsi terbesar, sebesar 16.2% proporsi tanaman berbunga tunggal dan 15.1% tanaman berbunga pompom. Populasi M₄ terdiri dari 54.6% tanaman berbunga ganda yang merupakan proporsi terbesar dan 34.2% tanaman berbunga pompom serta 11.2% tanaman berbunga tunggal dan merupakan proporsi terkecil. Populasi M₅ terdiri dari 47.7% tanaman berbunga ganda merupakan proporsi terbesar, sebesar 30.2% tanaman berbunga tunggal dan 22.1% tanaman berbunga pompom.

Tabel 3 Frekuensi dan persentase bentuk bunga populasi M₂, M₃, M₄ dan M₅

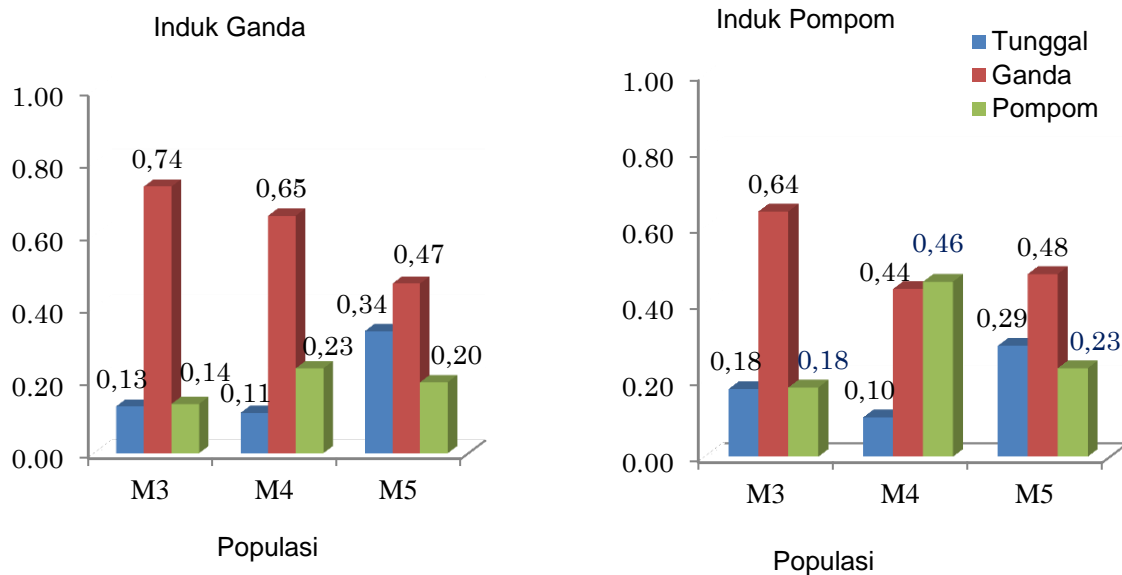
Bentuk	Frekuensi	Persentase	Frekuensi Kumulatif	Persentase Kumulatif
Populasi M₂				
Tunggal	131	45.96	131	45.96
Ganda	103	36.14	234	82.11
Pompom	51	17.89	285	100
Populasi M₃				
Tunggal	99	16.23	99	16.23
Ganda	419	68.69	518	84.92
Pompom	92	15.08	610	100
Populasi M₄				
Tunggal	103	11.18	99	11.18
Ganda	503	54.61	606	65.8
Pompom	315	34.2	921	100
Populasi M₅				
Tunggal	463	30.24	99	30.24
Ganda	730	47.68	1193	77.92
Pompom	338	22.08	1531	100

Seleksi pada Populasi M₂ sampai Populasi M₅

Seleksi berdasarkan bentuk bunga yaitu berbentuk ganda dan pompom dimulai pada populasi M₂ untuk menghasilkan tanaman populasi M₃. Seleksi pada populasi M₃ dengan kriteria seleksi bentuk bunga ganda dan pompom, lalu ditanam menjadi populasi M₄. Pada populasi M₄ dilakukan seleksi berdasarkan bentuk bunga ganda dan pompom lalu ditanam membentuk populasi M₅. Seleksi bertujuan untuk memilih induk dan generasi yang tepat akan menghasilkan keturunan berbentuk bunga pompom dengan proporsi yang lebih besar.

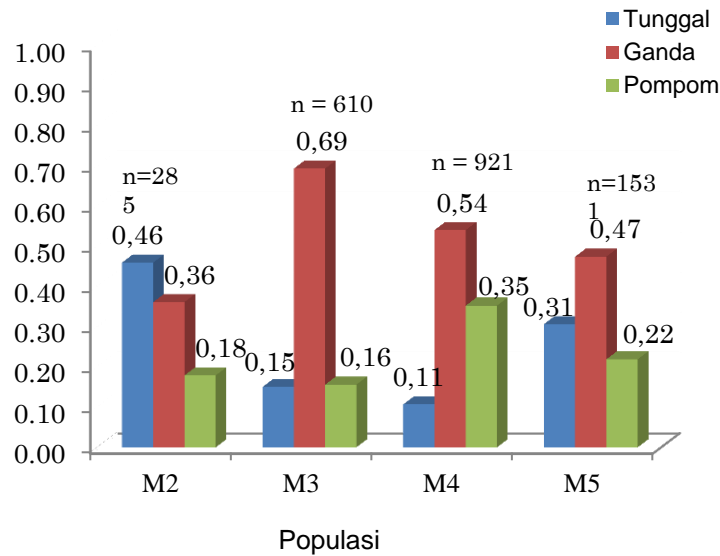
Perbandingan proporsi bentuk bunga populasi M₃, M₄ dan M₅ berdasarkan induk terpilih yaitu ganda dan pompom terdapat pada Gambar 3. Pada populasi M₃ dengan tanaman terpilih induk ganda dari M₂ menghasilkan proporsi tanaman berbentuk ganda paling besar (0.74), lalu diikuti proporsi bunga pompom diurutan kedua (0.14) dan proporsi bunga bentuk tunggal paling kecil (0.13). Pada populasi M₄ dengan tanaman induk terpilih ganda dari populasi M₃ menghasilkan proporsi bunga bentuk ganda tertinggi (0.66), diikuti proporsi tanaman bentuk pompom (0.23) dan proporsi bunga tunggal paling kecil (0.11).

Berdasarkan induk terpilih yaitu induk berbentuk ganda dari ketiga generasi yaitu generasi M₃, M₄ dan M₅ dapat diketahui bahwa pada generasi keempat (populasi M₄) menghasilkan bunga berbentuk pompom dengan proporsi terbesar. Pada generasi kelima (populasi M₅) mengalami penurunan proporsi bunga berbentuk pompom, namun proporsi berbentuk pompom pada generasi kelima (populasi M₅) lebih besar bila dibandingkan dengan proporsi bentuk pompom pada generasi ketiga (populasi M₃).



Gambar 3 Histogram Proporsi Bentuk Bunga dari Induk Ganda Populasi M_3 , M_4 dan M_5 .

Berdasarkan induk terpilih berbentuk pompom dari ketiga generasi dapat diketahui bahwa pada generasi keempat (populasi M_4) menghasilkan bunga berbentuk pompom dengan proporsi terbesar. Pada generasi kelima (populasi M_5) mengalami penurunan proporsi tanaman berbunga bentuk pompom. Kejadian yang sama ditemukan dengan induk ganda. Penurunan proporsi pompom pada M_5 kemungkinan diakibatkan oleh sifat dari populasi menyerbuk silang yang memiliki peluang sama diserbuki oleh serbuk sari dari seluruh populasi, dan juga bahwa secara teoritis proporsi pompom maksimal 0.5 dan proporsi itu sudah dicapai pada populasi M_4 . Mengacu pada persebaran tanaman dengan bentuk bunga tersebut maka seleksi terhadap tanaman induk dapat dilakukan terhadap tanaman bentuk bunga pompom dan pada generasi (populasi) ketiga, supaya menghasilkan proporsi tanaman berbunga bentuk pompom lebih besar pada generasi keempat (populasi M_4). Dengan memperhatikan keadaan tiap generasi, maka pada populasi M_2 ditemukan bahwa proporsi tanaman berbentuk tunggal terbesar dan proporsi bunga berbentuk pompom terkecil. Keragaman yang timbul pada populasi M_2 maka dilakukan seleksi berdasarkan bentuk bunga. Tanaman terpilih menjadi induk adalah genotipe-genotipe yang berbentuk ganda dan pompom. Proporsi tanaman berbentuk bunga ganda pada populasi M_3 meningkat bila dibandingkan dengan proporsi tanaman berbunga ganda pada populasi M_2 namun proporsi tanaman berbunga pompom menurun. Proporsi tanaman berbunga bentuk ganda pada populasi M_4 menurun dan proporsi tanaman berbunga bentuk pompom meningkat serta proporsi tanaman berbunga bentuk tunggal terkecil bila dibandingkan dengan populasi lainnya. Pada populasi M_5 terjadi penurunan proporsi tanaman berbunga bentuk pompom dan ganda dan terjadi kenaikan pada proporsi tanaman berbunga bentuk tunggal. Distribusi bentuk bunga pada keempat populasi dapat dilihat pada Gambar 4. Seleksi berdasarkan bentuk ganda dan pompom berarti hanya memperhatikan induk betina. Tanaman bunga berbentuk ganda memiliki serbuk sari sehingga memungkinkan untuk terjadi silang diri (*selfing*).



Gambar 4 Histogram Proporsi Bentuk Bunga dari Populasi M₂, M₃, M₄ dan M₅.

Tanaman bunga berbentuk pompom tidak ditemukan adanya serbuk sari maka yang terjadi hanyalah persilangan bebas antara pompom dengan tunggal dan ganda. Bunga pita berlapis (ganda dan pompom) merupakan karakter yang penting untuk diperhatikan pada *Z. violacea* dan karakter tersebut diatur oleh banyak gen [6, 7].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan yaitu tetua seleksi massa untuk mendapatkan proporsi keturunan pompom lebih besar (35%) adalah tetua bentuk pompom.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Puspasari, D, Aziz-Purwantoro, Ambarwati E. 2008. Induksi keragaman bunga kertas (*Zinnia* sp.) dengan menggunakan Kolkhisin. Tesis. Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.
- [2] Hess D. 1975. *Plant Physiology. Molecular, Biochemical, and Physiological Fundamentals of Metabolism and Development*. New York: Springer-Verlag Berlin-Heidelberg.
- [3] Anderson NO. 2007. *Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges and Opportunities for the 21st Century*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- [4] Pratiwi DP, Aziz-Purwantoro, Toekidjo. 2010. Keragaman sifat tanaman bunga kertas (*Zinnia elegans* Jacq.) generasi M2 hasil iradiasi sinar X. Skripsi. Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.
- [5] Gultom T, Aziz-Purwantoro, Sulistyaningsih E, Nasrullah. 2012. Biologi bunga kembang kertas (*Zinnia elegans* Jacq.) populasi M2 hasil iradiasi sinar-X. *Majalah Ilmiah VISI* 20(2).
- [6] Gotoh K. 1954. Inheritance of doubleness in *Zinnia elegans* L. *Japanese J. of Breeding* 1: 37-40.
- [7] Lien AL. 1968. Inheritance in *Zinnia elegans*. Thesis. Colorado: Colorado University.

JENIS SEMUT PERMUKAAN TANAH (FORMICIDAE) PADA DUA PERKEBUNAN PISANG DI SUMATERA BARAT

GROUND ANT SPECIES (FORMICIDAE) IN TWO BANANA PLANTATIONS OF WEST SUMATERA

Henny Herwina^{1*}, Nasril Nasir¹, Mairawita¹, Erniwati²

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.¹

hennyf91@gmail.com

Pusat Penelitian Biologi LIPI²

ABSTRACT

A study about ground ant species was conducted in two banana plantations of West Sumatra (Pasar Usang, Padang City and Kampung Pisang, Agam District). Bite traps, soil sampling and free collection methods were used to collect ground ants on May and June, 2013. A total of 33 species of ants that belonging to four subfamilies, 12 tribe, 20 genera and about 3307 individual was collected. Myrmicinae was the highest in the number of species (17) followed by Formicinae (10), Ponerinae (four) and Dolichoderinae (two species). *Pheidole* was the highest in the number of species (five), followed by *Monomorium* (three species). Shannon-Wiener Diversity Indices in Pasar Usang and Kampung Pisang were 1,78 and 1,19 respectively, and 2,24 for both. Jaccard Similarity Index of ants between two plantation was 42 %. Ants biology and comparative results with ants on banana with BBTV symptom in West Sumatra were also discussed.

Keywords: Ground ant; species; banana; plantations

ABSTRAK

Penelitian tentang jenis semut permukaan tanah pada dua perkebunan pisang di Sumatra Barat (Pasar Usang, Kota Padang dan Kampung Pisang, Kabupaten Agam) telah dilakukan. Metoda perangkap umpan, sampel tanah and koleksi langsung telah digunakan untuk mengoleksi semut permukaan tanah pada bulan Mei dan Juni 2013. Ditemukan total 33 jenis semut yang tergolong ke dalam empat subfamili, 12 tribe, 20 genera dan 3306 individu pada kedua lokasi. Myrmicinae ditemukan dengan jumlah jenis terbanyak (17) diikuti oleh Formicinae (10), Ponerinae (empat) dan Dolichoderinae (dua jenis). *Pheidole* menempati urutan teratas dalam jumlah jenis (lima), diikuti oleh *Monomorium* (tiga jenis). Indeks diversitas Shannon-Wiener di Pasar Usang dan Kampung Pisang adalah 1,78 dan 1,19, dan 2,24 untuk indeks pada kedua lokasi. Indeks Similaritas Jaccard antara kedua lokasi tergolong rendah (42 %). Biologi dan perbandingan hasil yang didapatkan dengan jenis semut pada tanaman pisang dengan gejala BTVT juga didiskusikan.

Katakunci: Semut permukaan tanah; jenis; pisang; perkebunan

PENDAHULUAN

Semut (Hymenoptera: Formicidae) telah berkembang menjadi organisme yang paling dominan di ekosistem terestrial sejak kemunculannya. Semut telah beradaptasi dengan mengagumkan dan dapat menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan [1,2]. Semut berdasarkan keragaman jenis, sifat biologi dan ekologinya sangat penting di alam. Selain sifat sosialnya yang menarik untuk dikaji, semut juga berperan sebagai predator, pengurai dan herbivora [3].

Semut memiliki keanekaragaman yang tinggi, terdapat pada hampir semua habitat sehingga mudah dikoleksi, sensitif terhadap perubahan lingkungan, berfungsi penting

dalam ekosistem dan berinteraksi dengan organisme lain. Semut bisa dijadikan sebagai indikator bagi suatu kawasan untuk mengetahui kondisi lingkungan, dengan indikator ini dapat dilihat perubahan yang terjadi pada hewan dan tumbuhan tertentu yang bersifat sensitif terhadap perubahan [2].

Pisang adalah komoditi diversifikasi pangan nasional Indonesia [4]. Kriteria pisang untuk dijadikan sebagai komoditi pangan sangat didukung antara lain oleh kandungan karbohidrat, mineral dan vitaminnya yang tinggi [5]. Populasi penduduk serta kecepatan pertumbuhan penduduk Indonesia yang rata-rata adalah 1,7% tahun [4], memposisikan pisang menjadi komoditi diversifikasi pangan sangat penting. Namun sampai saat ini, serangan penyakit seperti penyakit darah dan Banana Bunchy Top-Virus (BBTV) masih belum dapat dikendalikan dan terus mengancam.

Jenis-jenis semut pada pisang dengan gejala BBTV di Sumatra Barat telah dilaporkan sebelumnya oleh [6] dimana ditemukan 24 jenis semut yang sebagian besar (17 jenis) berasosiasi dengan aphid. Di Uganda ditemukan 55 jenis semut dan diantaranya diperkirakan berperan sebagai predator kumbang yang menjadi hama Pisang [7]. Mengingat fungsi dan dominansinya di alam termasuk pada pisang, penelitian mengenai semut pada berbagai kondisi perkebunan pisang yang berbeda perlu dilakukan.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel semut permukaan tanah pada perkebunan pisang dilakukan pada tanggal 15 Mei 2013 di Kebun Pisang Pasar Usang Kota Padang dan 25 Juni 2013 di Kampung Pisang Kabupaten Agam. Pengoleksian dilakukan pada kondisi cuaca cerah dengan membuat transek sepanjang 180 m pada masing-masing lokasi. Setiap transek dibagi menjadi tiga subtransek (masing-masing subtransek panjangnya 60 meter). Pada setiap subtransek semut dikoleksi dengan metoda *honey bait*, *soil core sample* dan *hand collection* (modifikasi dari metoda *quadra protocol* oleh Hashimoto, Yamane dan Mohammed [8]). Pada metoda *Honey bait*, madu diteteskan pada kapas di atas kertas berukuran 7 x 14 cm dan diletakkan sebanyak 15 titik pada permukaan tanah sepanjang jalur subtransek dengan jarak 4 m antar umpan. Semut yang tertarik pada umpan dikoleksi setelah 60-90 menit dengan memasukkan ke dalam plastik koleksi berukuran 15 x 25 cm, diikat dengan karet, lalu dibawa ke laboratorium.

Soil core sample adalah pengoleksian semut dengan cara mengayak tanah yang digali dengan ukuran 20 x 20 x 10 cm pada 5 titik dalam setiap subtransek. Tanah diambil menggunakan sekop lalu diayak diatas wadah berwarna putih datar (ukuran ayakan dan wadah penampung adalah 22,5 x 35 x 5 cm). Semut yang berjatuhan ke wadah diambil dan dimasukkan ke botol koleksi yang telah berisi alkohol 96 %.

Pengambilan sampel dengan metoda *Hand collection* pada masing-masing subtransek dilakukan selama 30 menit. Semut yang teramati sedang mencari makan atau bersarang sepanjang jalur subtransek dikoleksi dengan pinset lalu dimasukkan kedalam botol koleksi yang telah berisi alcohol 96 % lalu dibawa ke laboratorium. Di laboratorium, semut disortir, dibuat spesimen kering, lalu diidentifikasi sampai morfospecies menggunakan buku Bolton [9]. Selanjutnya identifikasi semut juga dilakukan bersama pakar taksonomi semut Seiki Yamane di Kagoshima University Jepang pada bulan November 2013.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah ditemukan total sebanyak 33 jenis semut yang tergolong ke dalam empat subfamili, 12 tribe, 20 genera dan 3306 individu pada kedua lokasi. Myrmicinae ditemukan dengan jumlah jenis terbanyak (17) diikuti oleh Formicinae (10), Ponerinae (empat) dan Dolichoderinae (dua jenis). *Pheidole* menempati urutan teratas dalam jumlah jenis (lima), diikuti oleh *Monomorium* (tiga jenis). Pada lokasi Perkebunan Pisang Pasar Usang ditemukan 23 jenis yang tergabung ke dalam empat subfamili, 10 tribe, 17 genera dan 2342 individu, sementara di Kampung Pisang ditemukan 24 jenis semut yang tergolong ke dalam empat subfamili, 9 tribe, 13 genera dan 964 individu (Tabel 1). Meskipun *Pheidole* paling dominan dalam jumlah spesies namun tidak ditemukan adanya *Pheidole megachepala* yang dikenal sebagai salah satu *Invasive Alien Species* di Indonesia.

Total jenis yang didapatkan pada masing-masing lokasi ini hampir sama dengan jumlah jenis semut yang ditemukan pada pisang dengan gejala BBTV di Sumatera Barat [6] dimana telah ditemukan 24 jenis semut yang tergolong pada 16 genera. Walaupun demikian, jika dikaji secara lebih detail, total jenis semut yang sama diantara penelitian ini dan Herwina et al., 2013 hanyalah 6 jenis (Tabel 2), dengan nilai indeks Similaritas Jaccard 0, 24 %. Genera yang dominan dalam jenis juga berbeda karena pada pisang dengan gejala BBTV *Tetramorium* dan *Technomyrmex* lebih mendominasi, masing-masingnya empat jenis. Perbedaan ini diperkirakan karena perbedaan metoda pengoleksian, serta jumlah lokasi sampling dimana pada studi sebelumnya di Pisang dengan gejala BBTV, metoda pengoleksian hanyalah koleksi langsung pada batang dan daun pisang yang memperlihatkan gejala terserang BBTV pada lima lokasi di Sumatra Barat, sedangkan pada penelitian ini telah digunakan beberapa metoda (*bait trap*, *soil core sampling* dan *hand collection*) pada dua lokasi.

Tabel 1. List subfamili, tribe. Genera, jenis dan individu semut yang ditemukan pada perkebunan pisang di Pasar Usang Kota Padang dan Kampung Pisang Kabupaten Agam Sumatera Barat. JIPU = Jumlah Individu Pasar Usang, JIKP =Jumlah Individu Kebun Pisang, T= total.

Kode	Subfamili	Tribe	Genera	Spesies	TIPU	TIKP	T
42	Dolichodeinae	Dolichoderini	<i>Tapinoma</i>	<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793)	128	79	207
81			<i>Dolichoderus</i>	<i>Dolichoderus thoracicus</i> (Smith, 1860)		1	1
46	Formicinae	Camponitini	<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus arrogans</i> (Smith, 1858)	1		1
60			<i>Polyrhachis</i>	<i>Polyrhachis proxima</i> Roger, 1863	3		3
19				<i>Polyrhachis olybria</i> Forel, 1912	1		1
57		Oechophyllini	<i>Oechophylla</i>	<i>Oechophylla smaradigna</i> (Fabricius, 1775)	12		12
43		Lasiini	<i>Nylanderia</i>	<i>Nylanderia</i> sp. 1	899	16	915
44				<i>Nylanderia</i> sp. 3		10	10
8			<i>Euprenolepis</i>	<i>Euprenolepis procera</i> (Emery, 1900)		29	29
26				<i>Parapatrechina</i> sp. 1	90	5	95
38			<i>Parapatrechina</i>	<i>Parapatrechina</i> sp. 2	4	9	13
2		Plagirolepidini	<i>Anoplolepis</i>	<i>Anoplolepis gracilipes</i> (Smith, 1857)	19		19
24	Myrmicinae	Crematogasterini	<i>Crematogaster</i>	<i>Crematogaster modiglianii</i> Emery, 1900	531	7	538
22				<i>Crematogaster borneensis</i> André, 1896	53		53
21		Dacetoniini	<i>Strumigenys</i>	<i>Strumigenys koningsbergeri</i> Forel, 1905		1	1

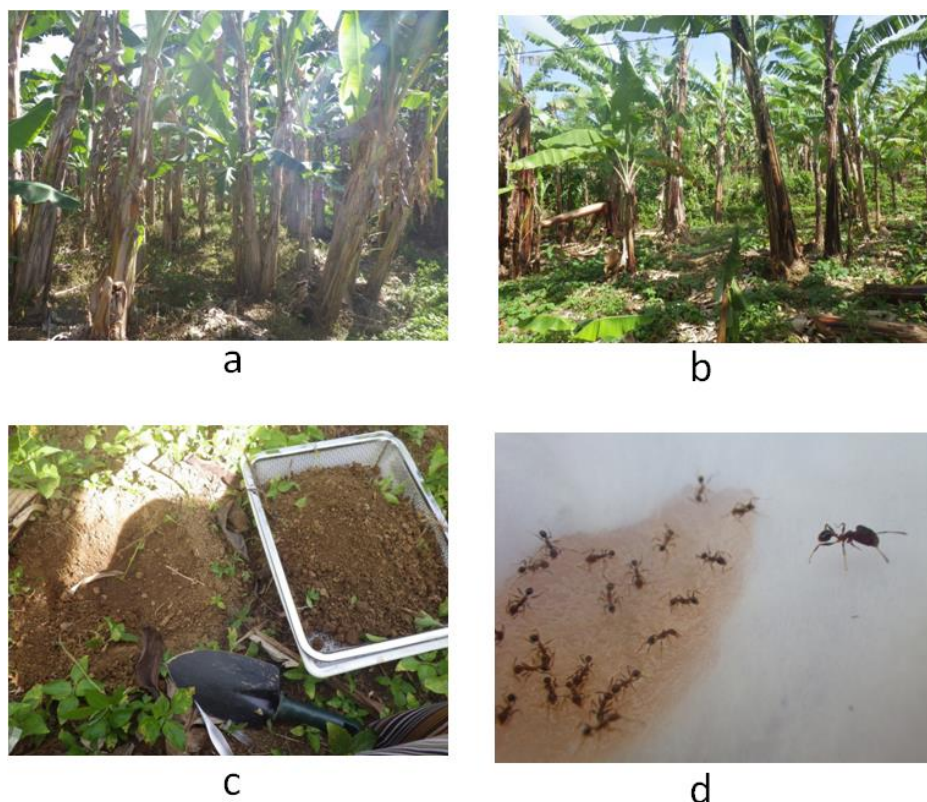
61	Myrmicarii ni	<i>Myrmecaria</i>	<i>Myrmecaria brunnea</i> Saunders 1842	49		49
12		<i>Pheidole</i>	<i>Pheidole longipes</i> (Latreille, 1802)	84	24	108
23			<i>Pheidole cf. affinis</i>	46	23	69
7			<i>Pheidole</i> sp. 1		710	710
14			<i>Pheidole</i> sp. 2		3	3
29			<i>Pheidole</i> sp. 3	4	13	17
5	Pheidolog etonini	<i>Lophomyrme</i> x	<i>Lophomyrmex bedoti</i> Emery, 1893	2	2	4
76	Tetramorii ni	<i>Rhoptomyrme</i> x	<i>Rhoptomyrmex</i> sp.		2	2
27			<i>Tetramorium kheperra</i> (Bolton, 1976)	1	8	9
56			<i>Tetramorium cf. bicarinatum</i>	15		15
37	Solenopsi dini	<i>Monomorium</i>	<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)	153	1	154
195			<i>Monomorium</i> sp cf. chinense	185	4	189
45			<i>Monomorium</i> sp. 1	2	2	4
54		<i>Solenopsis</i>	<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius, 1804)	48		48
96	Ponerinae	Ponerini	<i>Hypoponera</i> sp. 1		6	6
97			<i>Hypoponera</i> sp. 2		1	1
91		<i>Pachycondyla</i>	<i>Pachycondyla amblyops</i> (Emery, 1887)		6	6
1		<i>Odontoponer</i> <i>a</i>	<i>Odontoponera transversa</i> (Smith, 1857)	12	2	14
Total individu				2342	964	3306
Total spesies				23	24	33

Indek diversitas Shannon-Wiener di Pasar Usang dan Kampung Pisang adalah 1,78 dan 1,19, dan 2,24 untuk indeks pada kedua lokasi. Rendahnya nilai ideks diversitas pada masing-masing lokasi ini diperkirakan karena adanya dominansi beberapa jenis semut dalam jumlah individu dibanding jenis lainnya. Pada lokasi Pasar Usang, *Nylanderia* sp. 1 mendominasi di diikuti oleh *Crematogaster modigliani*. Pada lokasi perkebunan Kampung Pisang *Pheidole* sp. 1 mendominasi, diikuti oleh *Tapinoma melanocephalum*. Indeks Similaritas Jaccard antara kedua lokasi tergolong rendah (42 %) (Tabel 2) dimana dari total 33 jenis semut yang ditemukan pada kedua lokasi, hanya 14 jenis yang sama-sama ditemukan pada kedua lokasi, 9 jenis hanya ditemukan di pasar

Usang saja dan 10 jenis hanya ditemukan di Kampung Pisang saja (Tabel 2). Rendahnya indeks similaritas ini diperkirakan karena perbedaan vegetasi dasar dari kedua perkebunan pisang. Pada lokasi Pasar usang lebih banyak rumput dan herba dibandingkan dengan Kampung pisang yang jauh lebih bersih dari tumbuhan kecuali pisang sebagai tumbuhan utama. Menurut Yamane, Itino dan Rahman [10] pada tipe vegetasi yang berbeda jumlah dan keanekaragaman semut yang terdapat di dalamnya kemungkinan juga akan berbeda.

Tabel 2. Indek diversitas Shannon Wiener dan Indeks Similaritas Jaccard semut yang ditemujan pada Perkebunan Pasar Usang (PU) dan Kampung Pisang (KP)

Items	PU	KP	Total
Indek diversitas	1.78	1.18	2.24
Indek similaritas	0.42		



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel, peralatan pengoleksian dan semut yang ditemukan dengan *bait trap* yang pada dua perkebunan pisang di Sumatra Barat. Perkebunan pisang di Pasar Usang Kota Padang (a), perkebunan pisang di Kampung Pisang Kabupaten Agam (b), sekop, ayakan dan baki untuk pengeleksian semut dengan metoda *soil core sampling* (c) dan semut yang datang pada umpan dengan metoda *honey bait* (d).

Tabel 3. Spesies semut yang hanya ditemukan pada salahsatu lokasi saja, pada keduanya, perbandingan dengan data semut pada pisang dengan gejala BBTV dan biologi dari semut yang ditemukan menurut Brown (2000) dan biologi jenis. HPU = Semut yang hanya ditemukan di Pasar Usang, HKP = Semut yang hanya ditemukan di Kebun Pisang, PUKP = Semut yang ditemukan pada kedua lokasi, BBTV = juga ditemukan pada pisang dengan BBTV simptom (Herwina et al, 2013).

No	Spesies	JIHPU	JHKP	JIK	JIBBT V	Biologi
1	<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793)			v	v	<i>Generalized forager</i>
2	<i>Dolichoderus thoracicus</i> (Smith, 1860)		v		v	<i>Generalized forager</i>
3	<i>Camponotus arrogans</i> (Smith, 1858)	v				<i>Generalized forager</i>
4	<i>Polyrhachis proxima</i> Roger, 1863	v				<i>Generalized forager</i>
5	<i>Polyrhachis olybria</i> Forel, 1912	v				<i>Generalized forager</i>
6	<i>Oecophylla smaradigna</i> (Fabricius, 1775)	v			v	<i>Predator, tend homopterans</i>
7	<i>Nylanderia</i> sp. 1			v		<i>Generalized forager</i>
8	<i>Nylanderia</i> sp. 3		v			<i>Generalized forager</i>
9	<i>Euprenolepis procera</i> (Emery, 1900)		v			
10	<i>Parapatrechina</i> sp. 1			v		
11	<i>Parapatrechina</i> sp. 2			v		
12	<i>Anoplolepis gracilipes</i> (Smith, 1857)	v			v	<i>Foragers</i>
13	<i>Crematogaster modiglianii</i> Emery, 1900			v		<i>Generalized forager</i>

14	<i>Crematogaster borneensis</i> André, 1896	v				Generalized forager
15	<i>Strumigenys koningsbergeri</i> Forel, 1905		v			Predators
16	<i>Myrmecaria brunnea</i> Saunders 1842	v				
17	<i>Pheidole longipes</i> (Latreille, 1802)			v		Seed harvester
18	<i>Pheidole cf. affinis</i>			v		Seed harvester
19	<i>Pheidole</i> sp. 1		v			Seed harvester
20	<i>Pheidole</i> sp. 2		v			Seed harvester
21	<i>Pheidole</i> sp. 3			v		Seed harvester
22	<i>Lophomyrmex bedoti</i> Emery, 1893			v		Generalized forager
23	<i>Rhoptromyrmex</i> sp.		v			Generalized forager
24	<i>Tetramorium kheperra</i> (Bolton, 1976)			v		Generalized forager
25	<i>Tetramorium cf. bicarinatum</i>	v				Generalized forager
26	<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)			v	v	Generalized forager, harvester
27	<i>Monomorium</i> sp cf. <i>chinense</i>			v		Generalized forager, harvester
28	<i>Monomorium</i> sp. 1			v		Generalized forager, harvester
29	<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius, 1804)	v			v	Generalized forager, thief ant
30	<i>Hypoponera</i> sp. 1		v			Generalized forager
31	<i>Hypoponera</i> sp. 2		v			Generalized forager
32	<i>Pachycondyla amblyops</i> (Emeny, 1887)		v			Predators
33	<i>Odontoponera transversa</i> (Smith, 1857)			v		Predators
Total		9	10	14	6	

Sebagian besar biologi dari semut yang ditemukan adalah *Generalized Forager* (19 spesies) diikuti oleh *Seed Harvester* (5 spesies) dan empat jenis ditemukan sebagai *predator* yaitu *Oecophylla smaragdina*, *Strumigenys koningsbergeri*, *Pachycondyla amblyops* dan *Odontoponera transversa* (Tabel 3). Pada penelitian di perkebunan Pisang di Uganda telah ditemukan 55 jenis semut yang dikoleksi pada beberapa lokasi dengan metoda umpan dan pitfall trap. Semut predator yang ditemukan diperkirakan dapat mempengaruhi populasi hama kumbang *Cosmopolites sordidus*. Beberapa jenis *Pheidole* ditemukan pada metoda umpan (Germar) [7].

KESIMPULAN

Telah ditemukan total 33 jenis semut yang tergolong ke dalam empat subfamili, 12 tribe, 20 genera dan 3306 individu pada perkebunan pisang Pasar Usang dan Kampung Pisang. Myrmicinae ditemukan dengan jumlah jenis terbanyak (17) diikuti oleh Formicinae (10), Ponerinae (empat) dan Dolichoderinae (dua jenis). *Pheidole* menempati urutan teratas dalam jumlah jenis (lima), diikuti oleh *Monomorium* (tiga jenis). Pada lokasi perkebunan pisang Pasar Usang ditemukan 23 jenis yang tergabung ke dalam empat subfamili, 10 tribe, 17 genera dan 2342 individu, sementara di Kampung Pisang ditemukan 24 jenis semut yang tergolong ke dalam empat subfamili, 9 tribe, 13 genera dan 964 individu. Ditemukan empat jenis semut yang mempunyai biologi sebagai *predator*, lima *seed harvester* dan sisanya *generalized forager*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih pada Prof. Seiki Yamane dan Rijal Satria MSc. untuk proses identifikasi dan pelabelan semut yang telah dilakukan sampai tingkat spesies di Kagoshima University. Pada Diyona Putri SSi dan beberapa mahasiswa Laboratorium Taksonomi Hewan Jurusan Biologi Universitas Andalas yang telah membantu pengoleksian di lapangan. Penelitian ini terselenggara sebagai bagian dari penelitian dengan pendanaan Hibah Kerjasama Luar Negeri dan Publikasi Internasional oleh DIKTI 2013 dan Hibah KP2N 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Narendra A and Kumar K. 2006. *On A Trail With Ants*. Tholasi Prints Pvt. Ltd. Bangalore.
- [2] Agosti D, Majer JD, Alonso LE dan Schultz TR. 2000. *Ants. Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- [3] Hölldobler B and Wilson EO. 1990. *The Ants*. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge. Massachusetts.
- [4] Departemen Pertanian. 2004. Statistik Pertanian. Pusat data dan informasi pertanian. Departemen Pertanian, Jakarta.
- [5] Ploetz RC, Thomas JE, and Slabaugh WR. 2003. Diseases of banana and plantain. Dalam RC Ploetz (eds). *Diseases of tropical fruit crops*. CABI Publ. 527p.
- [6] Herwina H, Nasir N, Jumjunidang and Yaherwandi, 2013. The composition of ant species on banana plants with Banana Bunchy-top Virus (BBTV) symptoms in West Sumatra, Indonesia. *Asian Myrmecology* 5: 151–161.
- [7] Abera AMK, Gold CS, Van Driesche RG and Ragama PE, 2007. Composition, distribution and relative abundance of ants in banana farming system in Uganda. *Biological Control* 40: 168-178
- [8] Hashimoto Y, Yamane S, and Mohamed M. 2001. How To Design An Inventory Methode For Ground Level Ants In Tropical Forest. *Nature and Human Activities* 6: 25-30.
- [9] Bolton, B. 1994. *Identifikasi guide to the Ant Genera of the World*. Harvard University Press London. England.
- [10] Yamane S, Itino T dan Rahman N. 1996. Ground Ant Fauna In The A Bornean Dipterocarp Forest. *The Raffles Buletin Of Zoology* 44 (1): 253-262.

KOMPOSISI DAN STRUKTUR GULMA PADA FASE VEGETATIF DAN GENERATIF PADI SAWAH (*Oryza Sativa* L.) DI KENAGARIAN SINGKARAK - SOLOK

THE COMPOTITION AND STRUCTURE WEED ON THE VEGETATIVE AND GENERATIVE PHASE OF RICE FIELD (*Oryza Sativa* L.) IN SINGKARAK - SOLOK

Solfiyeni^{1*)}, Zuhri Syam¹⁾, dan Dera Satria Fitri¹⁾

¹⁾Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Andalas

^{*)}Koresponden : solfiyenikarimi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Gulma atau tumbuhan pengganggu merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan menurunkan produksi tanaman pangan. Telah dilakukan penelitian tentang komposisi dan struktur gulma tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.) pada fase vegetative dan fase generatif di kenagarian Singkarak Kabupaten Solok. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk melihat bagaimana komposisi dan struktur gulma tanaman padi sawah pada fase vegetatif dan fase generatif. Penelitian ini menggunakan metode kuadrat dengan peletakan plot secara purposive sampling sebanyak 20 plot pada masing-masing fase. Hasil penelitian menunjukkan pada fase vegetatif ditemukan gulma sebanyak 6 famili, 10 spesies dari 5245 individu. Jenis gulma yang paling dominan adalah *Fimbristylis miliacea* dengan nilai SDR (Summed Dominance Ratio) (36,17%) dan jenis yang paling sedikit adalah *Hedyotis diffusa* dengan nilai SDR (1,61%). Indeks keanekaragaman jenis pada fase vegetatif adalah $H' = 1,60$. Sementara pada fase generatif ditemukan gulma sebanyak 5 famili, 6 spesies dari 897 individu. *Fimbristylis miliacea* juga mendominasi fase ini dengan nilai SDR (36,59%). Jenis gulma yang paling sedikit adalah *Cyperus iria* L dengan nilai SDR (8,56%). Indeks keanekaragaman jenis pada fase generatif adalah $H' = 1,52$. Nilai indeks kesamaan jenis pada kedua fase ini tergolong tinggi yaitu 75%.

Kata kunci : gulma, komposisi, struktur, fase vegetatif, fase generatif

ABSTRACT

Weeds or plant pests is one of the important factors that may affect the growth and reduce the production of food crops. The research about composition and structure of weed in rice field (*Oryza sativa* L.) on vegetative and generative phase in Singkarak, district Solok was conducted from Juni to September 2013. Aim of this research was to know composition and structure of weed in rice field (*Oryza sativa* L.) on vegetative and generative phase. The research by using squares method with purposive sampling plots position of 20 total plots for each rice growth phase. The result showed in vegetatif phase was found weeds consist of 6 families, 10 spesies and 5245 individuals. *Fimbristylis miliacea* showed the highest value of SDR (Summed Dominance Ratio) (36.17%) and the lowest is *Hedyotis diffusa* (1.61). The diversity index is $H' = 1.60$ (high). While in generatif phase was found weeds consist of 5 families, 6 spesies and 897 individuals. *Fimbristylis miliacea* (36.59%) showed the highest value and *Cyperus iria* L showed the lowest value of SDR (8.56%), $H' = 1.52$ (high). Index similarity of 75% (high).

Keywords: Weeds, composition, structure, vegetative phase, generative phase

PENDAHULUAN

Gulma atau tumbuhan pengganggu merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan menurunkan produksi tanaman pangan. Pengaruh gulma tersebut dapat secara langsung yaitu mekanisme kompetisi seperti zat hara, air, cahaya, tempat dan secara tidak langsung seperti menjadi tumbuhan inang bagi hama dan penyakit [1]. Gulma juga dianggap sebagai tumbuhan yang belum diketahui kegunaannya serta dapat mengganggu kepentingan manusia dalam mengusahakan pertaniannya [2].

Salah satu tanaman pertanian yang diusahakan adalah tanaman padi / *Oryza sativa* L.. Tanaman padi merupakan tanaman pangan utama di Indonesia, karena lebih dari setengah penduduk Indonesia menjadikan beras sebagai makanan pokok. Beras memenuhi sekitar 45% dari total "food intake" atau sekitar 80 persen sumber karbohidrat utama dalam pola konsumsi masyarakat [3].

Kabupaten Solok sebagai sentral produksi padi di Sumatera Barat perlu terus melakukan inovasi untuk meningkatkan produktifitas lahan. Penghasil beras terbesar di Kabupaten Solok terdapat lima kecamatan yaitu Kecamatan Kubung, Bukit Sundi, Gunung Talang, Lembang Jaya, dan Singkarak [4].

Salah satu permasalahan yang sering ditemukan di lapangan yang sangat berpengaruh terhadap produktivitas padi adalah gulma. Beberapa jenis gulma utama pada persawahan di Indonesia yaitu *Cyperus iria*, *Cyperus difformis*, *Echinochloa crus galli*, *Echinochloa colonum*, *Marsilea crenata*, *Fimbristylis miliacea*, *Paspalum vaginatum*, *Monochoria vaginalis*, *Salvinia molesta*, *Scirpus juncooides*, *Althernanthera sasilis* [5]. Jenis gulma yang tumbuh pada persawahan banyak yang tergolong C4, dimana tumbuhan ini lebih efisien menggunakan air, suhu dan sinar sehingga lebih kuat bersaing berebut cahaya pada cuaca mendung. Oleh karena itu penting untuk mengendalikan gulma dari famili Cyperaceae dan Gramineae yang berjalur C4 disekitar rumpun padi yang berjalur C3 [6].

Dalam pola pertumbuhannya, tanaman padi mengalami dua fase pertumbuhan, yaitu fase vegetatif dan fase generatif. Fase generatif adalah fase berkembangnya bagian-bagian generatif dari suatu tanaman. Bagian generatif pada tanaman ini seperti bunga, buah, dan biji. Fase vegetatif sendiri adalah fase berkembangnya bagian vegetatif dari tanaman padi yaitu adalah akar, batang dan daun. Pada fase vegetatif tanaman padi sawah, kanopi padi belum menutup secara sempurna sehingga intensitas cahaya yang sampai ke permukaan tanah lebih tinggi dibandingkan pada fase generatif. Selain itu pada fase vegetatif ini tanahnya dalam keadaan macak-macam karena lebih sering diairi, sementara pada fase generatif relatif lebih kering [7]. Faktor-faktor cahaya, temperatur, air, kelembaban tanah, pH tanah dan lain-lain merupakan faktor yang menentukan pertumbuhan, reproduksi dan distribusi gulma yang berpengaruh terhadap struktur dan komposisi gulma [6].

Penelitian tentang struktur dan komposisi gulma pada padi sawah dengan sistem tanam Benih Sebar Langsung (TABELA), didapatkan jenis gulma serta kerapatan gulma pada fase vegetatif lebih tinggi dibandingkan fase generatif. Peningkatan jumlah jenis dan jumlah individu mulai terlihat pada minggu keempat sampai minggu kedelapan [6,1].

Berdasarkan latar belakang diatas, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui komposisi dan struktur gulma pada fase vegetatif dan generatif tanaman padi sawah yang ditanam dengan sistem konvensional atau tanam pindah. Mengingat kondisi sawah sistem konvensional ini berbeda cara pengairannya dengan sawah sistem tabel, terutama pada fase vegetatif tanaman padi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Oktober 2013 di Kenagarian Singkarak kabupaten Solok dan dilanjutkan di Laboratorium Ekologi Tumbuhan dan di Herbarium Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas. Metode penelitian yang dilakukan adalah metode survey dengan menggunakan plot kuadrat dan peletakan plot secara purposive sampling sebanyak 10 plot pada masing-masing fase pertumbuhan tanaman padi yaitu fase vegetatif dan generatif. Masing-masing plot berukuran 1 m x 1 m. Pada masing-masing plot dilakukan pengamatan tentang jenis-jenis gulma, jumlah individu masing-masing jenis, pengkoleksian semua jenis gulma.

Data yang sudah didapatkan di lapangan dan di laboratorium, selanjutnya di analisis dengan menggunakan rumus [8] seperti berikut :

Indeks Nilai Penting (INP)

$$\begin{aligned}\text{Kerapatan} &= \frac{\text{Jumlah individu}}{\text{Luas areal contoh}} \\ \text{Kerapatan relatif (KR)} &= \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\% \\ \text{Frekuensi} &= \frac{\text{Jumlah unit contoh terdapatnya suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh unit contoh}} \\ \text{Frekuensi relatif} &= \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\% \\ \text{Dominasi} &= \frac{\text{Luas penutupan tajuk}}{\text{Luas sampel}} \\ \text{Dominasi relatif} &= \frac{\text{Dominasi suatu jenis}}{\text{Dominasi seluruh jenis}} \times 100\%\end{aligned}$$

Nilai Penting (NP) = Kerapatan Relatif + Frekuensi Relatif + Dominasi Relatif

$$\text{Summed Dominance Ratio (SDR)} = \frac{\text{NP}}{3}$$

Indeks Keanekaragaman Jenis (index Shannon).

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i ; p_i = n_i/N$$

Ket H' : Indeks keanekaragaman Jenis
p_i : n_i/N
n_i : Jumlah individu spesies ke-i
N : Jumlah seluruh individu.

Indeks keanekaragaman (H) terdiri dari beberapa kriteria, yaitu :

H' > 3,0 menunjukkan keanekaragaman tinggi
1 > H' ≥ 3 menunjukkan keanekaragaman sedang
H' < 1 menunjukkan keanekaragaman rendah [9]

Indeks Kesamaan Sorensen :

$$\frac{Q}{S} = \frac{2i}{(a+b)} \times 100\%$$

Ket: Q/S : Indeks Kesamaan
 j : Jumlah spesies yang ditemukan pada kedua lokasi
 a : Jumlah spesies pada lokasi a
 b : Jumlah spesies pada lokasi b

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Gulma

Hasil analisis vegetasi gulma pada fase vegetatif dan generatif tanaman padi dapat dilihat pada Tabel 1. Pada fase vegetatif tanaman padi didapatkan gulma yang terdiri dari 6 famili, 10 jenis, dan 5245 individu. Golongan berdaun lebar terdiri dari 4 famili 4 jenis dengan jumlah individu 1060, golongan rumput-rumputan dari famili Graminae terdiri dari 3 jenis dengan jumlah individu 886, dan golongan teki-teki / Cyperaceae terdiri dari 3 jenis dengan jumlah individu 3299.

Pada fase generatif tanaman padi didapatkan gulma yang terdiri dari 5 famili, 6 jenis, dan 897 individu. Golongan berdaun lebar terdiri dari 4 famili dari 4 jenis dengan jumlah individu 613 dan golongan teki-teki 2 jenis dengan jumlah individu 284.

Tabel 1. Komposisi Gulma pada Fase Vegetatif dan Generatif Tanaman Padi Sawah di Nagari Singkarak

No	Golongan	Famili	Jenis	Jumlah Individu	
				Fase Vegetatif	Fase Generatif
1	Berdaun Lebar	Asteraceae	<i>Eclipta prostrata</i> (L.)	280	83
		Onagraceae	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don)	555	139
			Exell		
		Rubiaceae	<i>Hedyotis diffusa</i> Willd	14	73
		Scrophulariaceae	<i>Lindernia ciliata</i> (Colsm.)	211	318
Pennell					
2	Rumput-rumputan	Graminae	<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link	264	-
			<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv	15	-
			<i>Leptochloa chinensis</i> (L.) Nees	607	-
3	Teki-teki	Cyperaceae	<i>Cyperus difformis</i> L.	322	
			<i>Cyperus iria</i> L.	230	18
			<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl	2747	266
			Jumlah	5245	897

Berdasarkan data yang didapat pada fase vegetatif dan fase generatif tanaman padi ini famili yang mendominasi adalah famili Cyperaceae terutama jenis *Fimbristylis miliacea*. Jenis ini merupakan salah satu gulma yang mempunyai kemampuan tinggi untuk bersaing pada semua macam tipe tanah, pada tanah-tanah yang berbeda sifat fisik dan pHnya [6]. Gulma *Fimbristylis miliacea* ini sangat kompetitif pada tanaman padi karena biji yang dihasilkan sangat banyak dan sangat mudah tumbuh [10].

Pada fase generatif ini tidak ditemukan lagi gulma dari famili graminae. Hal ini dapat disebabkan karena pada fase generatif, canopi tanaman padi sudah menutupi permukaan tanah sehingga cahaya yang sampai ke permukaan tanah sedikit sekali. Famili Graminae termasuk dalam kategori rumput-rumputan yang mempunyai laju fotosintetik tinggi. Untuk itu dibutuhkan intensitas cahaya yang tinggi yang dapat membantu dalam proses reaksi karbon. Intensitas cahaya juga merupakan faktor pembatas bagi jenis-jenis dari Graminae, sehingga lebih mampu berkembang baik di tempat yang berintensitas cahaya tinggi [11].

Persentasi famili dominan dan ko-dominan pada kedua fase pertumbuhan tanaman padi dapat ditentukan (Tabel 2), pada fase vegetatif famili dominan yaitu famili Cyperaceae

(62,90 %). Sedangkan famili ko-dominan yaitu famili Graminae (16,89 %) dan famili Onagraceae (10,58%). Hal tersebut sesuai dengan sifat dari famili Cyperaceae yang dapat tumbuh dalam kondisi intensitas cahaya tinggi sampai intensitas cahaya rendah karena termasuk gulma ganas. Akibatnya gulma tersebut dapat menguasai ruang tempat tumbuh dan unggul dalam bersaing dengan tanaman utama [12].

Tabel 2. Famili Dominan dan Co-dominan Gulma pada Fase Vegetatif dan Generatif Tanaman Padi Sawah di Nagari Singkarak

No	Famili	Persentase Famili	
		Fase Vegetatif	Fase Generatif
1	Cyperaceae	62,90 %	31,66 %
2	Graminae	16,89 %	-
3	Onagraceae	10,58 %	15,50 %
4	Asteraceae	5,34 %	9,25 %
5	Scrophulariaceae	4,02 %	35,45 %
6	Rubiaceae	0,27 %	8,14 %
Jumlah Total		100,00 %	100,00 %

Pada fase generatif famili dominan yaitu famili Scrophulariaceae 35,45 % dan Cyperaceae 31,66 %. Sedangkan famili ko-dominan yaitu famili Onagraceae 15,50 %. Beberapa jenis tumbuhan anggota famili Scrophulariaceae seperti *Scoparia dulcis*, *Lindernia ciliata*, dan *Lindernia anagalis* dapat mudah tumbuh pada berbagai jenis tanah [13]. Suatu famili dikatakan dominan pada suatu kawasan yaitu jika memiliki persentase >20% dari total individu dan co-dominan jika persentasenya 10%-20% [14].

Struktur Gulma

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan didapatkan hasil tentang struktur gulma pada Tabel 3. Pada Tabel ini disajikan nilai penting dan nilai SDR / Summed Dominance Ratio dari jenis gulma yang didapatkan, masing-masingnya bervariasi antara jenis yang satu dengan jenis lainnya. Pada fase vegetatif gulma yang memiliki NP dan SDR tertinggi adalah gulma *Fimbristylis miliacea* dan gulma yang memiliki NP dan SDR terendah adalah gulma *Hedyotis diffusa*. Pada fase generatif tanaman padi gulma yang memiliki NP dan SDR tertinggi juga *Fimbristylis miliacea* yaitu 109,78 % dan 36,59 %. Gulma yang memiliki NP dan SDR terendah yaitu *Cyperus iria* yaitu 12,92% dan 4,31%.

Tabel 3. Struktur Gulma pada Fase Vegetatif dan Generatif Tanaman Padi Sawah di Nagari Singkarak

No	Jenis	Fase Vegetatif		Fase Generatif	
		NP (%)	SDR (%)	NP (%)	SDR (%)
1	<i>Fimbristylis miliacea</i>	108,50	36,17	109,78	36,59
2	<i>Ludwigia hyssopifolia</i>	36,48	12,16	41,19	13,73
3	<i>Leptochloa cinensis</i>	36,03	12,01	-	-
4	<i>Echinochloa colonum</i>	30,21	10,07	-	-
5	<i>Cyperus iria</i>	22,62	7,54	12,92	4,31
6	<i>Lindernia ciliate</i>	17,95	5,98	72,36	24,12
7	<i>Eclipta prostrate</i>	17,94	5,98	38,06	12,69
8	<i>Cyperus difformis</i>	16,54	5,51	-	-
9	<i>Echinochloa crus galli</i>	8,91	2,97	-	-
10	<i>Hedyotis diffusa</i>	4,82	1,61	25,68	8,56

Ket: NP : Nilai penting

SDR : Summed dominance ratio / perbandingan nilai penting

Pada tabel di atas dapat dilihat adanya variasi dari komposisi dan struktur gulma pada kedua fase pertumbuhan padi ini. Ada jenis gulma yang selalu mendominasi, ada gulma pada fase vegetatif ditemukan tapi pada fase generatif sudah tidak ditemukan. Kondisi ekosistem pada lahan pertanian, pada lahan pembibitan, tanaman yang belum menghasilkan, dan

tanaman yang sudah menghasilkan sangat jauh berbeda. Perbedaan agroekosistem tersebut disebabkan karena adanya perbedaan agroklimat atau iklim mikro pada lahan tersebut. Kondisi yang berbeda pada setiap agroekosistem akan menentukan corak pertumbuhan gulma pada lahan tersebut, baik dilihat dari jenis gulma yang tumbuh maupun tingkat dominansinya. Namun demikian, banyak juga gulma dimanapun dia berada karena gulma tersebut umum tumbuh secara teratur pada lahan tanaman budidaya [15].

Indeks Keanekaragaman Jenis

Indeks keanekaragaman jenis gulma dapat dilihat pada Tabel 4. Pada tabel 4 dapat dilihat Indeks keanekaragaman jenis pada fase vegetatif dan generatif tanaman padi yaitu 1,60 dan 1,52. Nilai tersebut menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis gulma pada fase vegetatif dan generatif tanaman padi tergolong tinggi. Suatu komunitas akan memiliki diversitas jenis yang tinggi apabila didalam komunitas tersebut didapatkan banyak jenis dan memiliki kelimpahan jenis yang hampir sama dan begitu juga sebaliknya [9].

Tabel 4. Indeks Keanekaragaman Jenis (index Shannon)

No	Fase Tanaman Padi	Indeks Keanekaragaman Jenis
1	Vegetatif	1,60
2	Generatif	1,52

Indeks Kesamaan Sorensen

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan juga dapat ditentukan indeks kesamaan jenis yang dapat dilihat pada Tabel 5 berikut, dimana nilai indeks kesamaan Sorensen yang didapatkan untuk kedua fase ini adalah sebesar 75% ini berarti bahwa indeks kesamaannya tinggi karena lebih dari 50%.

Tabel 5. Indeks Kesamaan Sorensen

No	Famili	Jenis	Q/J
1	Asteraceae	<i>Eclipta prostrata</i>	75 %
2	Cyperaceae	<i>Fimbristylis miliacea</i> <i>Cyperus iria</i>	
4	Onagraceae	<i>Ludwigia hyssopifolia</i>	
5	Rubiaceae	<i>Hedyotis diffusa</i>	
6	Scrophulariaceae	<i>Lindernia ciliata</i>	

Besarnya nilai indeks kesamaan ini menggambarkan bahwa kesamaan jenis dari kedua fase ini tinggi. Tingginya indeks kesamaan ini dapat disebabkan karena pengambilan sampel dilakukan di lahan sawah yang sama dan cadangan biji yang ada di dalam tanah tentu akan sama, sehingga gulma yang akan berkecambahpun akan banyak jenisnya yang sama. Kesamaan jenis pada dua komunitas dikatakan sama apabila nilai indeks similaritas besar dari 50 %, sedangkan bila nilai indeks similaritasnya kecil dari 50 % maka dua lokasi yang dibandingkan berbeda nyata atau tidak sama [16].

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan tentang komposisi dan struktur gulma pada fase vegetatif dan generatif tanaman padi (*Oryza sativa*) di Nagari Singkarak, Kecamatan X Koto Singkarak, Kabupaten Solok didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Komposisi gulma pada fase vegetatif tanaman padi terdiri dari 6 famili, 10 spesies, dan 5245 individu sedangkan pada fase generatif terdiri dari 5 famili, 6 spesies dan 897 individu. Famili dominan pada fase vegetatif dan fase generatif adalah famili Cyperaceae
- Struktur gulma yang dominan pada fase vegetatif dan generatif tanaman padi adalah *Fimbristylis miliacea* dengan nilai SDR 36,17 dan 36,59, indeks keanekaragaman jenis

gulma pada fase vegetatif dan generatif tergolong tinggi yaitu sebesar 1,60 dan 1,52, indeks kesamaan sorensen pada kedua fase tergolong tinggi yaitu sebesar 75%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih peneliti kepada Dinas Pertanian dan Perikanan Kabupaten Solok yang telah bersedia membantu memberikan informasi tentang tanaman padi di Kecamatan X Koto Singkarak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Desvayanti, G. 2002. Struktur dan Komposisi Gulma Pada Padi Sawah dengan Sistem Tanam Benih Sebar Langsung (TABELA) di Desa Pauh Kecamatan Pariaman Tengah Kabupaten Padang pariaman. Skripsi Sarjana Biologi FMIPA Universitas Andalas. Padang.
- [2] Manurung H.D.J. 1986. Masalah Gulma dan Cara Pengendaliannya. Madkar OR et al., editors. Himpunan Ilmu Gulma Indonesia. Bandung.
- [3] Nurmalina, R. 2007. Model Ketersediaan Beras yang Berkelanjutan untuk Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. Disertasi Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [4] Badan Pusat Statistik. 2012. Sumatera Barat Dalam Angka. Padang.
- [5] Sundaru, M. 1976. Pengendalian Tumbuhan Pengganggu Padi Sawah. Kursus Tumbuhan Pengganggu. Bogor.
- [6] Sukman, Y. dan Yakup. 1995. Gulma dan Teknik Pengendaliannya. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- [7] Solfiyeni. 1998. Pola Persaingan Gulma dengan Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Beberapa Sistem Tanam Padi Tabela dan Periode Bebas Gulma. Tesis Magis per Pertanian. Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran. Bandung.
- [8] Brower, J.E. H, Zar dan N.E. Carl. 1990. Field and Laboratory Method for General Ecology. WTB,W.M.C Brown. Publisher Illionis University.
- [9] Magurran, A. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing.
- [10] Holm, L.R.G, Plucknett, R.L, Pancho, J.V dan Herberger, J.P. 1988. The World's Worst Weeds. University Press. Hawaii.
- [11] Mc Naughton.S.J dan W.L. Wolf. 1990. Ekologi Umum. Edisi Kedua. Diterjemahkan oleh Sunaryono P. Srigandono. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- [12] Soeryani, M. 1974. The Evaluation Of Competition Between Annual Crops and Weeds. Workshop On Research Methodology in Weed Science. Bandung.
- [13] Santosa, D., N. Sabila., I.P. Dewi dan L.N. Aini.2013. kultur tunas *scoparia dulcis*, *Lindernia anagalis*, *Lindernia ciliata* dan Upaya Bioremediasi Terhadap Logam Berat pb, cr,cd.Obat Tradisional 18(1) : 29-34.
- [14] Johnston dan Gillman. 1995. Tree Population Study in Ow Diversity Forest. Guyana.i. Floristic Composition and Stand Structure. Biodiversity and Conversation 4: 339-362.
- [15] Sebayang, H. T., 2005. Gulma dan Pengendaliannya Pada Tanaman Padi. Unit Penerbitan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- [16] Ludwig, J.A. dan J.F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology Aprumer on Methods and Computing. John Wiley & Sons. New York.

KOMPUTER SAINS



2014
Semirata
Bidang MIPA

HIERARCHICAL CLUSTERING PADA DATA TIME SERIES HOTSPOT PROVINSI RIAU

HIERARCHICAL CLUSTERING ON HOTSPOT TIME SERIES DATA OF RIAU PROVINCE

Ilham Alpha Dinov^{1*}, Imas Sukaesih Sitanggang²

Departemen Ilmu Komputer, FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor^{1*}; ilhamalphadinov@gmail.com;
Kampus IPB Dramaga, Jl. Meranti Wing 20 Level V, Bogor, Indonesia 16680
Departemen Ilmu Komputer, FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor²

ABSTRACT

Land and forest fires become yearly issues in Indonesia, particularly in Riau province. This work applied the hierarchical clustering method for hotspot time series data using average distance formula to analyze hotspots distribution in Riau province. This work focuses on the hotspots distribution in June, July and August for the period 2001-2012. Time series data decomposition was generated to obtain the hotspot occurrence patterns over the period. Hierarchical clustering on the data results 4 clusters at the height of dendrogram about 300. Most of hotspots in these clusters are located in plantation.

Keywords: time series data, forest fires, hotspot, hierarchical clustering

ABSTRAK

Kebakaran hutan menjadi permasalahan tahunan di Indonesia khususnya di provinsi Riau. Penelitian ini menerapkan metode *hierarchical clustering* untuk data *time series hotspot* menggunakan rumus jarak rata-rata untuk menganalisis distribusi *hotspot* di provinsi Riau. Penelitian ini fokus pada persebaran *hotspot* di bulan Juni, Juli dan Agustus periode tahun 2001 hingga tahun 2012. Dekomposisi data *time series* diolah untuk mendapatkan pola kemunculan *hotspot* selama periode tersebut. *Hierarchical clustering* menghasilkan 4 *cluster* pada ketinggian dendrogram sekitar 300. Sebagian besar *hotspot* pada *cluster-cluster* tersebut berada di daerah perkebunan.

Katakunci: data time series, hotspot, hierarchical clustering, kebakaran hutan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kebakaran hutan dan lahan menjadi permasalahan yang serius di Indonesia. Salah satu upaya pencegahan kebakaran hutan tersebut yakni dengan mengetahui persebaran pengelompokan *hotspot* yang berpotensi tinggi terhadap terjadinya kebakaran hutan. Teknik *data mining* sesuai untuk diterapkan pada data *hotspot* tersebut. *Clustering* digunakan untuk untuk mengelompokkan data berdasarkan pada kedekatan dari suatu karakteristik sampel.

Secara umum, *clustering* merupakan proses pengelompokan sekumpulan objek ke dalam kelas yang objeknya mirip [1]. Ukuran kemiripan dan ketidakmiripan dinilai berdasarkan nilai atribut yang mendeskripsikan objek. Tujuan dari *clustering* adalah untuk mengidentifikasi struktur data yang belum berlabel yang ditentukan secara objektif oleh data yang terorganisir ke dalam grup yang homogen dengan meminimalisir kesamaan antar grup dan memaksimalkan ketidakmiripan antar grup [2].

Data *hotspot* merupakan salah satu indikator kemungkinan terjadinya kebakaran hutan pada wilayah tertentu. Pemantauan *hotspot* dilakukan dengan penginderaan jauh

(*remote sensing*) menggunakan satelit. Data *hotspot* merupakan data *time series* karena diamati secara periodik setiap harinya oleh satelit seperti NOAA dan MODIS. *Time series* adalah serangkaian waktu koleksi pengamatan yang dilakukan secara kronologis [3]. Contoh data *time series* yang sering ditemui adalah data suhu harian (*daily temperature*), total penjualan mingguan (*weekly sales totals*) dan harga reksa dana (*prices of mutual funds*).

Penelitian ini dilakukan untuk melihat pola persebaran *hotspot* di Riau dalam kurun waktu dari tahun 2001 sampai tahun 2012. *Time series clustering* dipilih sebagai metode yang digunakan karena merupakan salah satu metode yang sesuai untuk melihat pola pengelompokan per satuan waktu.

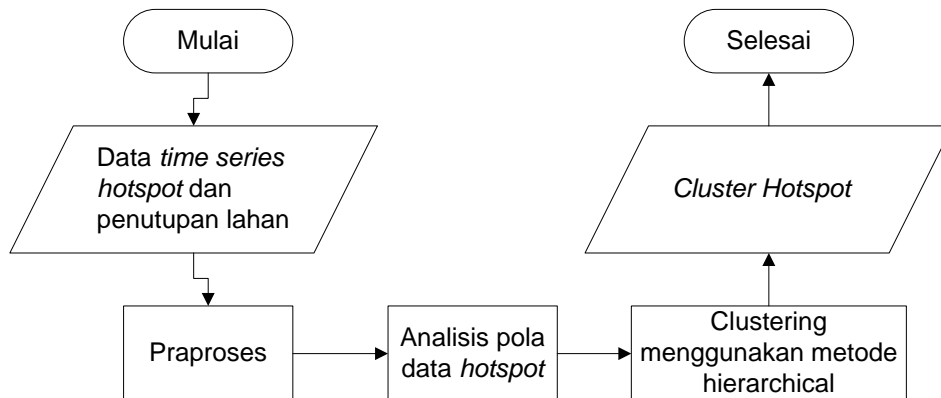
Tujuan, Manfaat dan Ruang Lingkup

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis data *time series hotspot* dengan melihat pola kecenderungan kemunculan hotspot selama 12 tahun dari tahun 2001 hingga tahun 2012, menentukan pengelompokan *hotspot* menggunakan metode *hierarchical clustering*. Penelitian ini diharapkan dapat membantu pihak-pihak yang membutuhkan informasi terkait pengelompokan *hotspot* provinsi Riau periode 2001 – 2012.

Ruang Lingkup dari penelitian ini adalah analisis dan pengelompokan data *time series hotspot* menggunakan modul-modul terkait dalam perangkat lunak komputasi statistika R (www.r-project.org) dan formula jarak yang digunakan adalah rata-rata.

METODE PENELITIAN

Pemodelan dan analisis clustering data hotspot dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak R. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 2 Diagram tahapan penelitian

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hotspot provinsi Riau tahun 2001 hingga tahun 2012 yang diunduh dari situs NASA dan tipe data penutupan lahan provinsi Riau pada tahun 2008 sebagai kelas target. Luas daerah tiap tipe penutupan lahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tipe Penutupan Lahan	Luas Area (km ²)
<i>Plantation</i>	28,417.13
<i>Dryland Forest</i>	17,497.66
<i>Agricultural Field</i>	20,294.21
<i>Shrubs</i>	8,176.02
<i>Natural Forest</i>	8,110.41

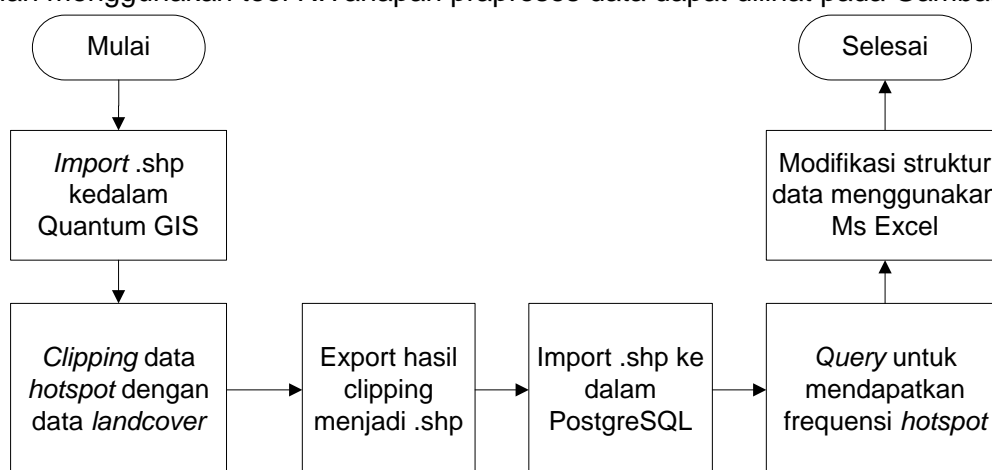
Tipe Penutupan Lahan	Luas Area (km ²)
<i>Bare Land</i>	3,029.42
<i>Swamp & Mangrove</i>	3,746.12

Lingkungan Pengembangan

Penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat keras berupa komputer personal dengan spesifikasi *Processor* Intel® Core™ i5, *Memory* 4 GB dan *Hardisk* 320 GB. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan adalah Sistem Operasi Microsoft Windows 8, *Tool* untuk komputasi statistika R 3.0.1 64 Bit, *Tool* R Studio untuk memudahkan modifikasi sintaks R, DBMS PostgreSQL 9.1, Quantum GIS 1.8.0 untuk analisis, visualisasi data spasial dan pemisah data *hotspot* per tipe kelas penutupan lahan, PostGIS 2.0 sebagai ekstensi spasial dalam PostgreSQL 9.1 untuk menghubungkan dengan Quantum GIS 1.8.0. dan Microsoft Excel untuk mengolah data *time series* hasil kueri DBMS menjadi masukan R.

Praproses Data

Praproses dilakukan untuk menyiapkan dataset dan mengatur struktur data *time series hotspots* serta data penutupan lahan agar bisa dilakukan kueri pada DBMS PostgreSQL dan diolah menggunakan tool R. Tahapan praproses data dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3 Diagram alur praproses data

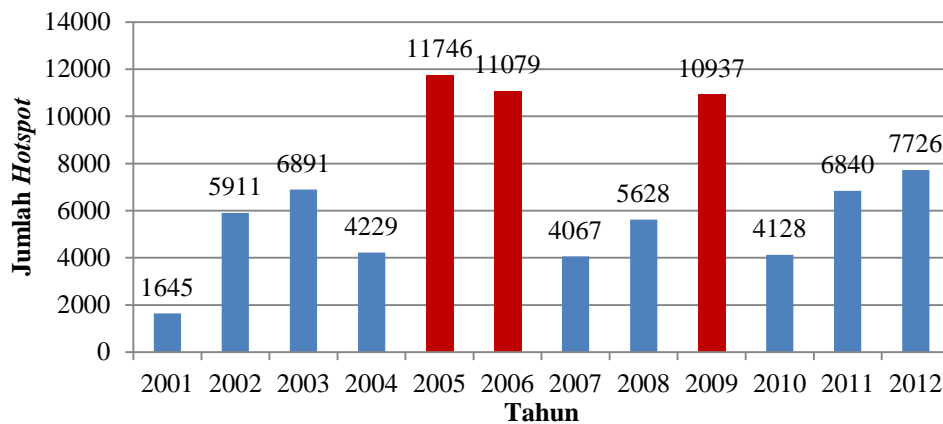
HASIL PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Data persebaran *hotspot*

Data persebaran *hotspot* yang digunakan adalah data *hotspot* dari tahun 2001 hingga tahun 2012 yang diunduh dari situs resmi NASA. Data ini memiliki atribut latitude, longitude dan *acq_date*. Atribut latitude dan longitude menggambarkan letak *hotspot* dalam peta geografis provinsi Riau sedangkan atribut *acq_date* adalah keterangan tanggal suatu *hotspot* muncul pada titik tertentu. Gambar 3 menyajikan jumlah *hotspot* di wilayah provinsi Riau dari tahun 2001 hingga tahun 2012.

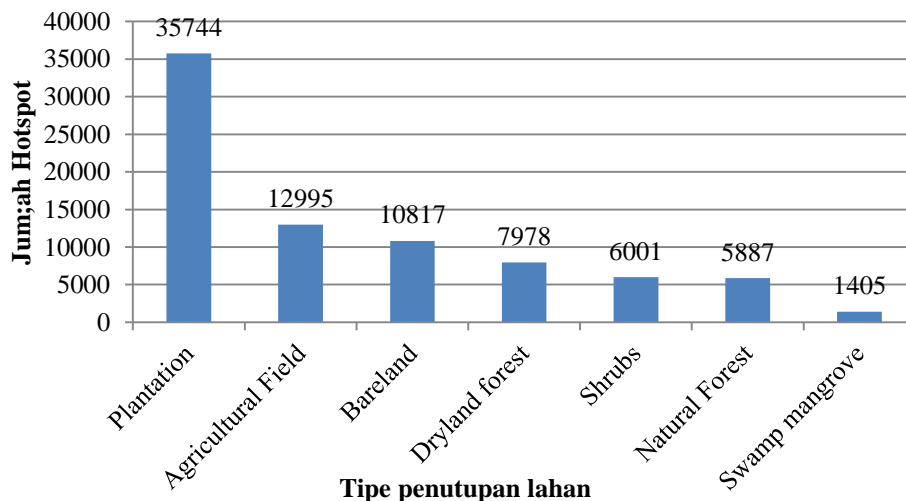
Dari Gambar 3 terlihat bahwa tahun 2005, 2006 dan 2009 merupakan tahun-tahun yang memiliki catatan jumlah *hotspot* tinggi.



Gambar 4 Jumlah *hotspot* provinsi Riau dari tahun 2001 hingga tahun 2012

Data Penutupan Lahan

Data penutupan lahan di wilayah Riau terbagi atas tujuh tipe yaitu lahan perkebunan (*plantation*), hutan kering (*dryland forest*), lahan pertanian (*agricultural field*), semak (*shrubs*), hutan alami (*natural forest*), lahan kosong (*bare land*), serta rawa dan bakau (*swamp & mangrove*). Gambar 4 menunjukkan grafik kemunculan *hotspot* per kelas penutupan lahan dari tahun 2001 hingga tahun 2012.



Gambar 5 Frekuensi *hotspot* berdasarkan tipe penutupan lahan di wilayah Riau tahun 2001 hingga tahun 2012

Praproses Data *Time Series Hotspot*

Import shapefile ke dalam Quantum GIS

Untuk memudahkan memanipulasi data awal yang berbentuk shape file, maka data tersebut di-*import* ke dalam *tool* Quantum GIS.

Kueridan *clipping* data *hotspot* dengan data penutupan lahan

Proses *clipping* menggunakan Quantum GIS guna mendapatkan *hotspot* yang berada di wilayah Riau saja. Kemudian dilakukan proses kueri menggunakan PostgreSQL untuk membagi data *hotspot* tiap tahun dari 2001 hingga 2012. Lalu data per tahun tersebut akan dibagi berdasarkan kelas penutupan lahan menggunakan Quantum GIS.

Export layer hasil *clipping* menjadi shape file

Hasil kueri dan *clipping* di-export menjadi *shape file*. Sehingga dapat diolah selanjutnya menggunakan DBMS PostgreSQL.

Import shape file ke dalam PostgreSQL

Terlebih dahulu dipasang *tool* pendukung PostGIS agar PostgreSQL dapat membaca *shape file*. Pada tahap ini akan dihasilkan tabel-abel *hotspot* provinsi Riau dari tahun 2001 hingga 2012 dan tabel penutupan lahan provinsi Riau.

Kueri untuk mendapatkan frekuensi *hotspot* per hari

Pada proses ini akan dilakukan kueri untuk mendapatkan frekuensi hotspot per hari dan per kelas penutupan lahan dalam periode 12 (dua belas) tahun.

Modifikasi struktur data menggunakan Microsoft Excel

Perlu dilakukan modifikasi struktur data *time series hotspot* sehingga dapat menjadi data inputan bagi tool R. Proses ini menggunakan bantuan Microsoft Excel.

Analisis Data

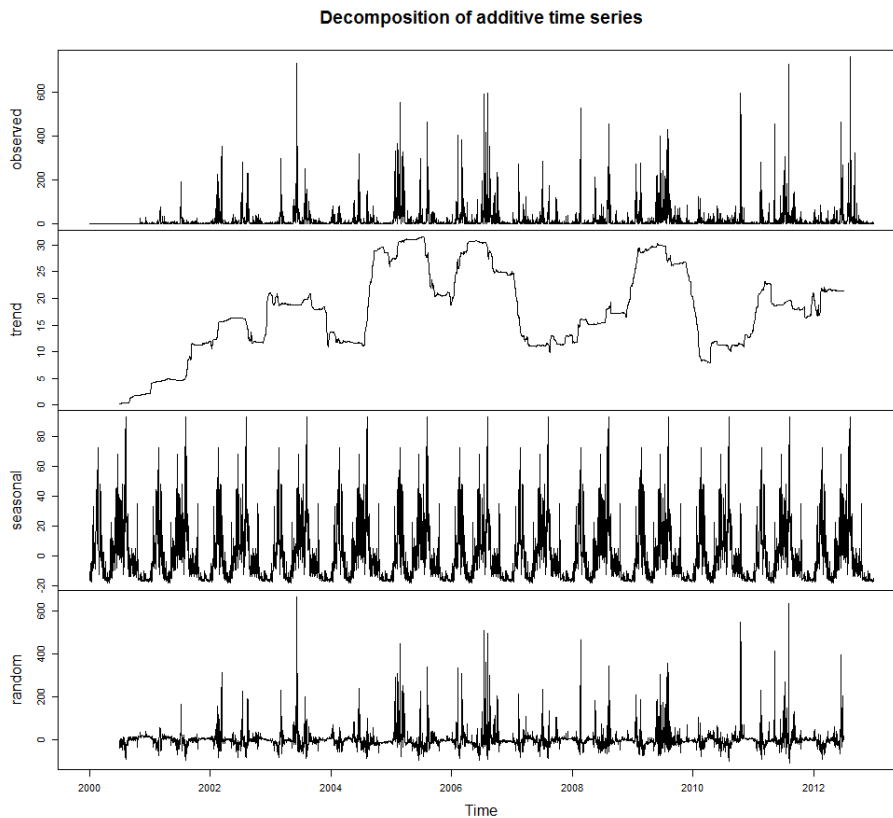
Gambar 5 menyajikan dekomposisi data *time series hotspot* di wilayah Riau pada kurun waktu 2001 hingga 2012. Label *observed* merupakan gambaran banyaknya hotspot per hari selama setahun pada data *time series* tahun 2001 hingga tahun 2012. Proses dekomposisi menghasilkan *trend* yang tidak linear maupun kuadratik, terlihat pada Gambar 5 baris kedua label Trend. Apabila dilihat trend masing-masing tahun, jumlah hotspot akan terlihat signifikan naik dan signifikan turun disekitar pergantian tahun. Hal ini dapat dilihat pada awal pergantian tahun 2002, 2003, 2006, 2008, 2009, dan 2011 yang naik secara signifikan. Sedangkan pada awal pergantian tahun 2004, 2005, 2007 dan 2010 yang turun secara signifikan. *Season* atau musiman dari data *time series* didefinisikan sebagai pola yang berulang selama interval waktu yang tetap.

Clustering Data Time Series

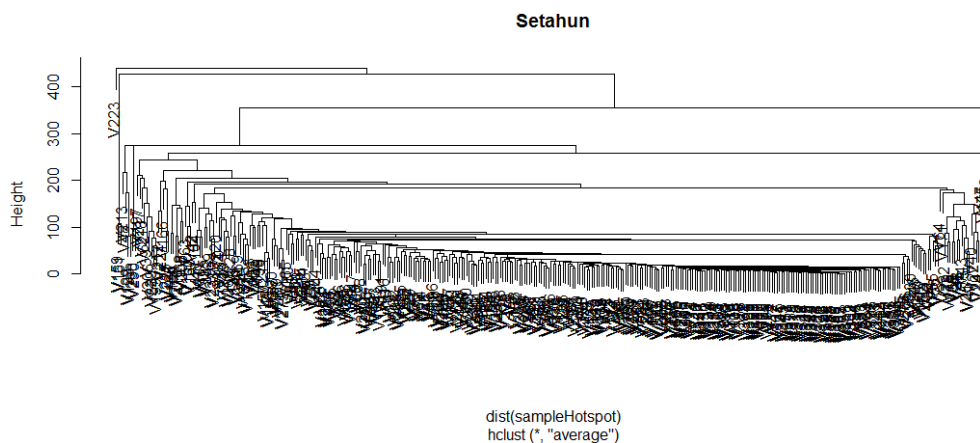
Dalam *clustering*, data akan dikelompokkan menjadi *cluster-cluster* berdasarkan kemiripan satu data dengan yang lain. Prinsip dari *clustering* adalah memaksimalkan kesamaan antar anggota dalam satu *cluster* dan meminimumkan kesamaan antar anggota pada *cluster* yang berbeda.

Dengan menggunakan algoritme *hierarchical clustering* kita bisa membagi *cluster* berdasarkan ketinggian ketidakmiripan atau *dissimilarity* antar *cluster* dendrogram. Hasil keseluruhan dari algoritme *hierarchical clustering* secara grafik dapat digambarkan sebagai *tree*, yang disebut dengan dendrogram. *Tree* ini secara grafik menggambarkan proses penggabungan dari *cluster-cluster* yang ada, sehingga menghasilkan *cluster* dengan level yang lebih tinggi [4]. Tampilan dendrogram hasil *hierarchical clustering* data *hotspot* dalam setahun kurun waktu 2001 hingga tahun 2012 dapat dilihat pada Gambar 6.

Sebanyak 80,852 *hotspot* yang diamati dalam 365 hari yang berada dalam rentang waktu tahun 2001 hingga tahun 2012. Data tersebut dibagi per kelas penutupan lahan tiap tahunnya. Tabel 2 menyajikan rata-rata dan persentase jumlah *hotspot* tiap kelas penutupan lahan dalam 12 (dua belas) bulan setiap tahun selama kurun waktu dari tahun 2001 hingga tahun 2012.



Gambar 6 Dekomposisi data time series hotspot Riau tahun 2001 hingga tahun 2012



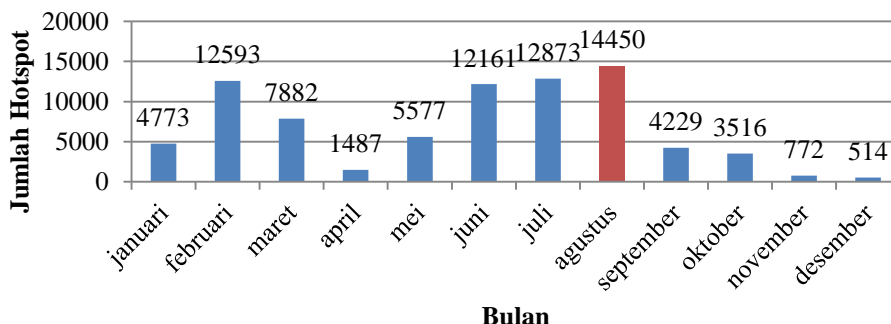
Gambar 7 Dendrogram data hotspot selama setahun dari tahun 2001 hingga tahun 2012

Tabel 3 Rataan dan Persentase tiap kelas penutupan lahan kurun waktu 2001-2012.

No	Kelas	Rataan hotspot	Persentase (%)
1	Plantation	8.16	44.22
2	Dryland_forest	1.82	9.87
3	Agricultural_field	2.77	16.22
4	Shrubs	1.47	7.28
5	Natural_forest	1.35	7.28
6	Bare_land	2.47	13.38
7	Swamp_Mangrove	0.32	1.74

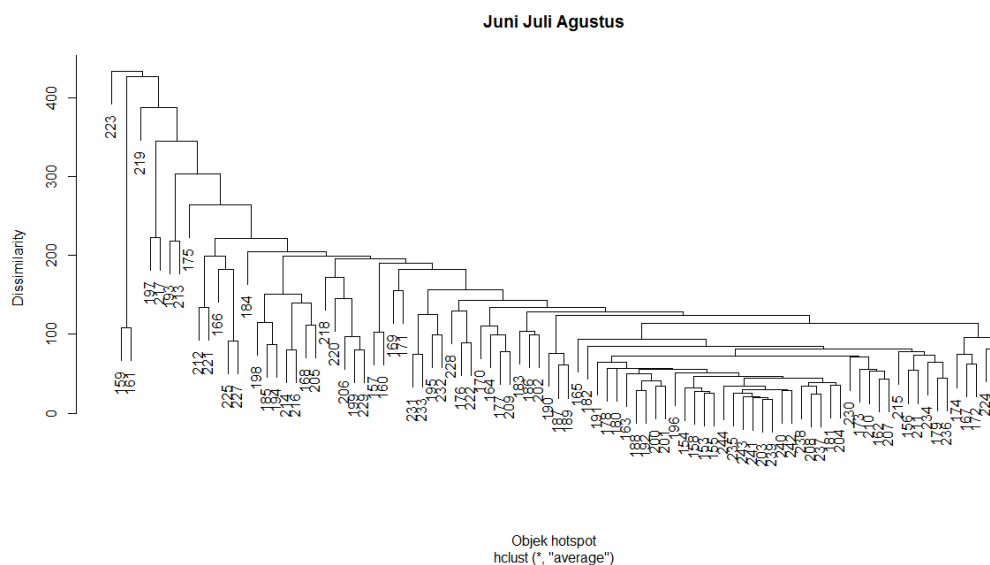
Gambar 7 menyajikan grafik jumlah hotspot tiap bulan selama kurun waktu 12 (dua belas) tahun dari tahun 2001 hingga 2012. Dapat dilihat bahwa bulan Agustus memiliki

frekuensi *hotspot* paling banyak dibandingkan dengan frekuensi *hotspot* di bulan yang lainnya yaitu sebanyak 14.450 *hotspot*.



Gambar 8 Grafik jumlah *hotspot* tiap bulan selama 12 tahun (2001-2012)

Data bulan Agustus dan dua bulan sebelumnya menjadi titik fokus pengamatan karena bulan-bulan tersebut merupakan urutan bulan yang memiliki jumlah frekuensi *hotspot* paling banyak dibandingkan dengan total frekuensi pada urutan bulan-bulan lainnya. Sebanyak 39,484 *hotspot* ditemukan pada bulan-bulan tersebut. Gambar 8 menyajikan tampilan plot pada bulan Juni, Juli dan Agustus selama kurun waktu 12 (dua belas) tahun dari tahun 2001 hingga tahun 2012.



Gambar 9 Dendrogram *hotspot* bulan Juni, Juli dan Agustus dari tahun 2001 hingga 2012

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa proses *clustering* menghasilkan dendrogram yang memiliki ketinggian yang menyatakan ketidaksamaan atau *dissimilarity* antar dua *cluster*. Pada Tabel 3 dapat terlihat pembagian *cluster* berdasarkan ketinggian dendrogram dan susunan objek anggota tiap-tiap *cluster* tersebut.

Tabel 4 Cluster berdasarkan ketinggian dendrogram

Ketinggian Dendrogram	Banyak Cluster	Anggota	
300	4	Cluster 1	159, 161
		Cluster 2	197, 217
		Cluster 3	193, 213
		Cluster 4	175, 212, 221, 166, 225, 227, 184, 198, 185, 194, 214, 216, 168, 205, 218, 220, 206, 199, 229, 157, 160, 169, 171, 231, 233, 195, 232, 228, 176, 222, 170, 164, 177, 209, 183, 186, 202, 190, 187, 189, 165, 182, 191, 178, 180, 163, 188, 192, 200, 201, 196, 154, 158, 153, 155, 244, 235, 243, 241, 203, 239, 240, 242, 238, 208, 237, 181, 204, 230, 173, 210, 162, 207, 215, 156, 211, 234, 179, 236, 174, 167, 172, 224, 226
		Cluster 1	159, 161
Cluster 2	212, 221, 166, 225, 227		
200	4	Cluster 3	198, 185, 194, 214, 216, 168, 205
		Cluster 4	218, 220, 206, 199, 229, 157, 160, 169, 171, 231, 233, 195, 232, 228, 176, 222, 170, 164, 177, 209, 183, 186, 202, 190, 187, 189, 165, 182, 191, 178, 180, 163, 188, 192, 200, 201, 196, 154, 158, 153, 155, 244, 235, 243, 241, 203, 239, 240, 242, 238, 208, 237, 181, 204, 230, 173, 210, 162, 207, 215, 156, 211, 234, 179, 236, 174, 167, 172, 224, 226

Pada Tabel 3 dapat dilihat pemotongan dendrogram pada titik ketinggian 300 menghasilkan sebanyak 4 cluster dan pemotongan dendrogram pada titik ketinggian 200 juga menghasilkan 4 cluster.

Tabel 4 menyajikan persebaran jumlah hotspot per cluster pada pemotongan titik 300 dendrogram pada data bulan Juni, Juli dan Agustus periode tahun 2001 hingga 2012 untuk setiap tipe penutupan lahan. Tipe penutupan lahan *plantation* (perkebunan) memiliki frekuensi tertinggi pada tiap cluster yang telah dihasilkan.

Tabel 5 Jumlah hotspot tiap cluster dengan pemotongan dendrogram pada ketinggian 300 per tipe penutupan lahan

Tipe Penutupan Lahan	Jumlah Hotspot			
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
<i>Plantation</i>	279	604	557	16,476
<i>Dryland Forest</i>	80	146	160	3,757
<i>Agricultural Field</i>	95	254	212	6,011
<i>Shrubs</i>	61	157	82	3,233
<i>Natural Forest</i>	34	130	179	3,368
<i>Bareland</i>	42	134	55	2,748
<i>Swamp mangrove</i>	11	33	17	569

Tabel 5 menyajikan persebaran jumlah hotspot pada masing-masing cluster per tipe penutupan lahan pada pemotongan titik ketinggian 300 pada dendrogram data bulan Juni, Juli, dan Agustus periode tahun 2001 hingga 2012. Tipe penutupan lahan *plantation* (perkebunan) memiliki frekuensi tertinggi pada tiap cluster yang telah dihasilkan.

Tabel 6 Jumlah hotspot tiap cluster dengan pemotongan dendrogram pada ketinggian 200 per tipe penutupan lahan

Tipe penutupan lahan	Jumlah Hotspot			
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
<i>Plantation</i>	279	1,266	1,629	14,742
<i>Dryland forest</i>	80	383	269	3,411
<i>Agricultural Field</i>	95	527	715	5,235
<i>Shrubs</i>	61	214	408	2,850
<i>Natural Forest</i>	34	224	318	3,135
<i>Bareland</i>	42	172	295	2,470
<i>Swamp mangrove</i>	11	55	51	513

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap data *time series hotspot*, diambil beberapa kesimpulan. Pertama, jumlah *hotspot* signifikan naik dan signifikan turun di sekitar pergantian tahun. Kedua, pada pemotongan titik ketinggian dendrogram 300 dari data bulan Juni, Juli dan Agustus hasilkan 4 buah *cluster* dan 4 buah *cluster* pada pemotongan di titik ketinggian dendrogram 200. Ketiga, pada pemotongan ketinggian dendrogram 300 dari data bulan Juni, Juli dan Agustus tipe penutupan lahan perkebunan (*plantation*) memiliki jumlah *hotspot* paling banyak di setiap *cluster*. Keempat, pada pemotongan ketinggian dendrogram 200 untuk data bulan Juni, Juli dan Agustus tipe penutupan lahan perkebunan (*plantation*) memiliki jumlah *hotspot* paling banyak di setiap *cluster*. Kelima, dalam kurun waktu 12 tahun persentase kemunculan *hotspot* terbanyak pada penutupan lahan perkebunan (*plantation*).

Beberapa hal yang perlu dikembangkan lebih lanjut dari penelitian ini yaitu penggunaan metode *clustering* lain guna mendapatkan hasil *cluster* yang lebih baik dan dilakukan validasi *cluster* untuk mendapatkan *cluster* terbaik dari data *time series hotspot*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Han J, Kamber M. 2006. *Data Mining Concepts and Techniques Second Edition*. San Fransisco (US): Morgan Kaufmann Publisher.
- [2] Liao TW. 2005. Clustering of time series data—a survey. *Pattern Recognition*. 38(11): 1857-1874.
- [3] Tak-Chung Fu. 2011. A review on time series data mining. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 24 (1): 164–181.
- [4] Steinbach M, Karypis G, Kumar V. 2000. *A comparisont of document clustering techniques*. Minnesota (US) [Internet]. [diunduh 2014 Jan 01]. Tersedia pada: <http://glaros.dtc.umn.edu/gkhome/fetch/papers/doccluster.pdf>

KLASIFIKASI DATA SPASIAL UNTUK KEMUNCULAN HOTSPOT DI PROVINSI RIAU MENGGUNAKAN ALGORITME ID3

SPATIAL CLASSIFICATION FOR HOTSPOT OCCURRENCES IN RIAU PROVINCE USING ID3 ALGORITHM

Vikhy Fernando ^{1*}, Imas Sukaesih Sitanggang ²

Program Studi S1 Ilmu Komputer, Departemen Ilmu Komputer, FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor
¹; vikhyfernando10@gmail.com

Kampus IPB Dramaga, Jl. Meranti Wing 20 Level V, Bogor, Indonesia 16680
Departemen Ilmu Komputer, FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor ²

ABSTRACT

Forest fires is one of environmental issues that occurs almost every year in Indonesia, including in Riau Province. It causes negative impacts for human life. Large spread hotspot data can be analyzed using spatial data mining techniques namely spatial decision tree algorithms. The algorithm results a spatial decision tree from which we can obtain classification rules. This work developed spatial decision trees using the ID3 algorithm. The highest accuracy of the tree is 70.80%. The classification model which consists 125 classification rules can be used to predict hotspots occurrence.

Keywords: Classification, Hotspot, ID3 Algorithm, Spatial decision tree

ABSTRAK

Kebakaran hutan merupakan salah satu persoalan lingkungan yang muncul hampir setiap tahun di Indonesia termasuk di Provinsi Riau. Dampak yang ditimbulkan dari kebakaran hutan sangat merugikan. Data persebaran hotspot berukuran besar sebagai indikator terjadinya kebakaran hutan dapat dianalisis menggunakan teknik *spatial data mining* salah satunya adalah pohon keputusan spasial. Dari pohon keputusan yang dibangun dari data spasial dapat dibentuk aturan-aturan klasifikasi. Dalam penelitian ini, pembentukan pohon keputusan spasial dilakukan dengan menggunakan algoritme ID3. Hasilnya adalah pohon keputusan dengan akurasi tertinggi 70.80%. Model klasifikasi ini yang terdiri dari 125 aturan klasifikasi dapat digunakan untuk prediksi kemunculan titik api.

Katakunci: algoritme ID3, hotspot, klasifikasi, pohon keputusan spasial

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan merupakan salah satu persoalan lingkungan yang muncul hampir setiap tahun di Indonesia termasuk di Provinsi Riau. Padahal, dampak yang ditimbulkan dari kebakaran hutan sangat merugikan. Dampak tersebut tidak hanya dialami oleh masyarakat di Provinsi Riau saja, tetapi juga oleh masyarakat di Provinsi sekitar Riau yakni, Provinsi Sumatera Barat dan Provinsi Sumatera Utara. Selain dekat dengan Provinsi lain di Indonesia, Provinsi Riau juga dekat dengan wilayah negara tetangga, yaitu Singapura dan Malaysia.

Data persebaran *hotspot* yang berukuran besar dapat dianalisis menggunakan teknik *spatial data mining*. Salah satu teknik dalam *spatial data mining* adalah *spatial decision tree*. Hasil dari *spatial decision tree* akan membangun sebuah *decision tree* dari data spasial yang dapat digunakan untuk membentuk aturan-aturan klasifikasi. Klasifikasi spasial bertujuan memberikan sebuah label atau menentukan kelas dari sebuah objek berdasarkan nilai atribut yang ada dalam spasial dataset dengan memperhatikan objek tetangganya.

Tujuan dari penelitian ini untuk membuat model klasifikasi untuk data kebakaran hutan di wilayah Provinsi Riau pada tahun 2005 dan mengevaluasi model klasifikasi untuk prediksi kemunculan titik api. Penelitian ini diharapkan dapat membentuk model klasifikasi dari persebaran *hotspot* di Provinsi Riau pada tahun 2005 dan dapat memprediksi kemunculan titik api di wilayah baru sehingga dapat mengantisipasi kebakaran hutan di wilayah tersebut.

Penelitian ini menggunakan data *hotspot* di wilayah Indonesia yang bersumber dari Direktorat Pengendalian Kebakaran Hutan (DPKH) Departemen Kehutanan Republik Indonesia. Penelitian ini mengklasifikasikan data spasial persebaran *hotspot* di wilayah Riau pada tahun 2005 menggunakan algoritme ID3.

METODE PENELITIAN

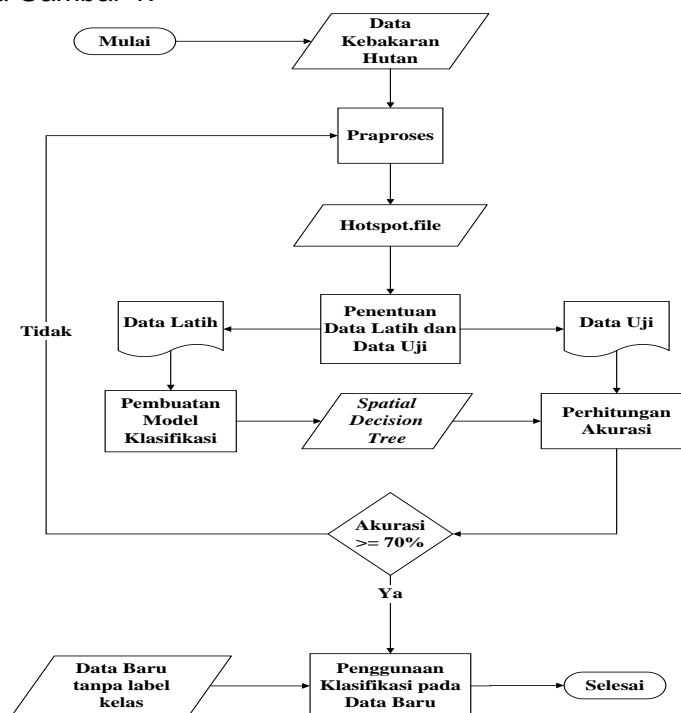
Data Penelitian dan Area Studi

Luas wilayah Provinsi Riau adalah 107932.71 km² yang membentang dari lereng Bukit Barisan hingga Selat Malaka, hal ini membuat Provinsi Riau berada pada jalur yang sangat strategis karena terletak pada jalur perdagangan Regional dan Internasional di kawasan ASEAN. Provinsi Riau memiliki luas daratan 89150.15 km² dan luas lautan 18782.56 km², di daratan terdapat 15 (lima belas) sungai di antaranya ada 4 (empat) sungai dapat digunakan sebagai prasarana perhubungan (Pemerintah Provinsi Riau 2013).

Data spasial yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sebaran hotspot tahun 2005 yang berjumlah 7169 titik hotspot, 7200 titik non hotspot, 457 segmen aliran sungai, 37656 segmen jalan dan 6 titik pusat kota di wilayah Riau.

Tahapan Penelitian

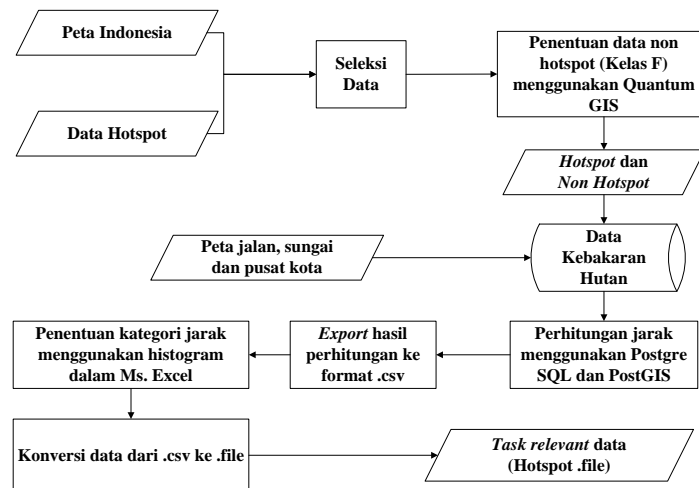
Penelitian ini akan dilakukan dalam beberapa tahap. Tahapan dari metode penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 10 Tahapan penelitian

Praproses

Data spasial diolah menggunakan perangkat lunak Quantum GIS 1.8.0 Lisboa untuk mendapatkan data hotspot, non hotspot, pusat kota, sungai dan jalan di Provinsi Riau pada tahun 2005. Selanjutnya, data tersebut di-import ke basis data menggunakan PostgreSQL 9.1 yang didalamnya telah terintegrasi dengan PostGIS 2.0. Kemudian dilakukan kueri pada data yang diperlukan hingga didapatkan data yang dibutuhkan untuk diklasifikasikan. Agar kueri sesuai dengan kode yang telah dibuat di perangkat lunak Python, maka digunakan Microsoft Excel 2010 sebagai perangkat lunak pembantu. Alur dari praproses yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 11 Tahapan praproses

Beberapa tahapan yang dilakukan pada tahap praproses adalah:

1. Seleksi data, pada proses ini dilakukan pemilihan data hotspot dan data non hotspot yang terjadi di Provinsi Riau pada tahun 2005. Selanjutnya, data tersebut juga akan dipilih menjadi data pusat kota, sungai dan jalan di Provinsi Riau.
2. Pemberian label kelas, pemberian label kelas ini digunakan untuk mendapatkan hasil data. Label T digunakan pada data hotspot dan label F digunakan pada data non hotspot.
3. Perhitungan jarak, pada tahap ini dilakukan perhitungan jarak terdekat dari kelas T dan kelas F ke pusat kota, kelas T dan kelas F ke sungai dan kelas T dan kelas F ke jalan di Provinsi Riau.
4. Transformasi jarak terdekat dari hotspot, pada tahap ini dilakukan transformasi hasil data menjadi kategorik agar lebih memudahkan untuk diproses bahasa perograman Python.
5. Transformasi tipe fail, pada penelitian ini digunakan data dengan format .file sebagai fail masukan data latih dan data uji.

Klasifikasi Menggunakan Algoritme ID3

Pada tahap ini dibangun model klasifikasi untuk membentuk pohon keputusan spasial. Kemudian dilakukan perhitungan akurasi dari pohon keputusan spasial yang terbentuk. Pembentukan pohon keputusan spasial ini menggunakan algoritme ID3. Algoritme ini menggunakan ukuran entropi informasi dalam membuat pohon keputusan.

Pohon Keputusan Spasial

Proses pembentukan pohon keputusan spasial dari data sebaran hotspot di Provinsi Riau menggunakan tabel gabungan yang terdiri dari beberapa hubungan spasial yang terbentuk dari kelas targetnya.

Perhitungan Akurasi

Pada tahap ini menghitung akurasi dari model klasifikasi yang diperoleh dari proses klasifikasi. Akurasi menunjukkan tingkat kebenaran pengklasifikasian data terhadap kelas yang sebenarnya. Semakin rendah nilai akurasi maka semakin tinggi kesalahan klasifikasi pada data baru. Tingkat akurasi yang baik adalah tingkat akurasi yang mendekati 100%. Dalam penelitian, metode yang digunakan dalam proses perhitungan akurasi ini adalah metode *K-fold cross validation*. *K-fold cross validation* (Stone 1974 diacu dalam Fu 1994) adalah sebuah metode yang membagi himpunan contoh secara acak menjadi *k* himpunan bagian (*subset*). Pada metode ini dilakukan pengulangan sebanyak *k* kali untuk data pelatihan dan pengujian. Pada setiap pengulangan, satu *subset* digunakan untuk pengujian sedangkan *subset* sisanya digunakan untuk pelatihan.

Akurasi diperoleh berdasarkan data pengujian terhadap model klasifikasi. Untuk menghitung akurasi digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{akurasi} = \frac{\sum \text{data uji benar diklasifikasi}}{\sum \text{total data uji}}$$

Lingkungan Pengembangan

Pembentukan pohon keputusan spasial ini dibangun dengan menggunakan perangkat keras berupa komputer personal dengan spesifikasi antara lain *Processor Intel® Core™ I3 CPU*, memori 2048MB RAM, *mouse*, *keyboard* dan perangkat lunak yaitu Sistem Operasi Windows 8, Quantum GIS (1.8.0) untuk analisis dan visualisasi data spasial, Sistem Manajemen Basis Data PostgreSQL, PostGIS 2.0 sebagai ekstensi PostgreSQL untuk analisis data spasial dan bahasa Pemrograman Python 2.7.5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pra proses

Seleksi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data persebaran *hotspot* pada tahun 2005, data *non hotspot*, data pusat kota, data sungai dan data jalan untuk Provinsi Riau. Secara terperinci dapat dilihat sebagai berikut

a. Data persebaran *Hotspot* dan *Non Hotspot*

Data persebaran *hotspot* yang digunakan adalah data *hotspot* tahun 2005. Data ini memiliki atribut *wkt_geom*, *longitude*, *latitude*, bulan, minggu dan tanggal. Pada awalnya, data persebaran *hotspot* Indonesia berbentuk *shapefile*. Data tersebut di-*clip* menjadi daerah Provinsi Riau saja menggunakan perangkat lunak Quantum GIS. Pada wilayah Provinsi Riau terdapat 7169 titik *hotspot*. Sedangkan, data persebaran *non hotspot* diperoleh dari titik-titik di luar *hotspot*. Data ini didapat dengan cara membangkitkan titik acak di sekitar *hotspot*. Titik non hotspot tersebut dibangkitkan di luar *buffer* dengan radius 1 km dari sebuah *hotspot*. *Buffer* dibuat menggunakan operasi *Geo processing Tools* pada Quantum GIS. Data *non hotspot* yang dibangkitkan sebanyak 7200 titik.

b. Data Pusat kota Riau, merupakan data yang berisi mengenai ibu kota tiap kota/kabupaten wilayah Riau. Data ini berbentuk *shapefile* yang diolah menggunakan Quantum GIS. Data pusat kota Riau ini memiliki 6 pusat kota yaitu Tembilahan, Selatpanjang, Balai pungut, Duri, Bengkalis dan Dumai.

- c. Data Sungai Riau, merupakan data yang berisi mengenai wilayah Riau yang dilalui oleh aliran sungai. Data ini berbentuk shapefile yang diolah menggunakan Quantum GIS. Terdapat 457 segmen aliran sungai di data sungai Riau.
- d. Data Jalan Riau, data yang berisi seluruh jalan di wilayah Riau. Data ini berbentuk shapefile yang diolah menggunakan Quantum GIS. Data jalan Riau memiliki sebanyak 37657 segmen jalan.

Pemberian Label Kelas

Pemberian label kelas ini digunakan untuk mendapatkan hasil data. Setelah semua *shape* di-*import* ke Sistem Manajemen Basis Data postgresQL menjadi beberapa tabel dilakukan pemberian label kelas dengan kueri. Label T (*True*) digunakan pada data hotspot yang berjumlah 7169 titik hotspot dan label F (*False*) digunakan pada data non hotspot yang berjumlah 7200 titik non hotspot. Tabel tersebut diberi nama tabel hotspot.

Perhitungan Jarak

Pada tahap ini dilakukan perhitungan jarak dari kelas T dan kelas F ke pusat kota, kelas T dan kelas F ke sungai serta kelas T dan kelas F ke jalan di Provinsi Riau. Setelah setiap tabel diberikan label kelas *True* (T) dan *False* (F) dilakukan perhitungan jarak menggunakan kueri di PostgreSQL. Data sebaran hotspot, non hotspot, pusat kota, sungai dan jalan awalnya diolah di Quantum GIS berbentuk *shapefile*. Agar PostgreSQL dapat membaca *shapefile* yang berbentuk data spasial harus menggunakan PostGIS yang terintegrasi dengan PostgreSQL. Data tersebut di *import* dari Quantum GIS untuk menjadi tabel-tabel di PostgreSQL.

Perhitungan jarak hotspot dan non hotspot ke pusat kota terdekat, ke jalan terdekat dan ke sungai terdekat dilakukan dengan mengeksekusi pernyataan kueri spasial dalam PostgreSQL. *Dataset* jarak harus dikonversi dari *decimal degree* menjadi km untuk menyiapkan dataset akhir (1 degree = 111319.5 m = 111.3195 km). Jarak terdekat beberapa hotspot ke pusat kota, ke sungai dan ke jalan diberikan dalam Tabel 1.

Tabel 7 Jarak terdekat hotspot ke pusat kota, ke sungai dan ke jalan

Id_Hotspot	Jarakterdekat_Pusatkota (km)	Jarakterdekat_Sungai (km)	Jarakterdekat_Jalan (km)	Kelas
1	39.0253843	15.00513534	1.260659936	T
2	39.58416374	18.50195349	1.308696992	T
3	10.50838916	25.17563015	0.019610453	T
.
.
9999	77.74134721	5.021882999	0.681320262	F
10000	107.922778	8.049548723	8.614583682	F

Transformasi Jarak Terdekat dari Hotspot

Pada tahap ini dilakukan transformasi data numerik menjadi data kategorik menggunakan histogram dari variabel jarak. Tahapan transformasi ini menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2010 dengan menggunakan *tools data analyst histogram*. Kategori untuk jarak terdekat ke pusat kota, ke sungai dan ke jalan diberikan berturut-turut dalam Tabel 2, 3 dan 4.

Transformasi Tipe Fail

Dalam tahap ini dilakukan perubahan format data latih dan data uji dari format CSV menjadi format .file sehingga dapat diolah ke dalam perangkat lunak Python 2.7.5.

Tabel 2 Kategori untuk jarak terdekat ke pusat kota

<i>Bin</i>	<i>Frequency</i>	Kategori	<i>Range (km)</i>
31	2868	M1	(0, 31]
48	2832	M2	(31, 48]
74	2947	M3	(48, 74]
105	2868	M4	(74, 105]
<i>More</i>	2854	M5	> 105

Tabel 3 Kategori untuk jarak terdekat ke sungai

<i>Bin</i>	<i>Frequency</i>	Kategori	<i>Range (km)</i>
2	2913	RI1	(0, 2]
4.5	2823	RI2	(2, 4.5]
8.5	2939	RI3	(4.5, 8.5]
16	2873	RI4	(8.5, 16]
<i>More</i>	2821	RI5	> 16

Tabel 4 Kategori untuk jarak terdekat ke jalan

<i>Bin</i>	<i>Frequency</i>	Kategori	<i>Range(km)</i>
0.22	2910	RO1	(0, 0.22]
0.68	2872	RO2	(0.22, 0.68]
1.5	2877	RO3	(0.68, 1.5]
3.5	2898	RO4	(1.5, 3.5]
<i>More</i>	2812	RO5	> 3.5

Penentuan Data Latih dan Data Uji

Pemisahan data ke dalam data latih dan data uji untuk membentuk pohon keputusan spasial ini menggunakan *10-folds cross validation*. Data akan dibagi ke dalam 10 bagian (*folds*). Setiap bagian akan digunakan sebagai data uji, 9 bagian (*folds*) akan dijadikan sebagai data latih, dan 1 bagian (*fold*) lainnya akan dijadikan sebagai data uji. Data latih akan digunakan untuk membentuk model klasifikasi. Sedangkan, data uji akan digunakan untuk menghitung akurasi yang diperoleh dari model klasifikasi.

Setelah tahap transformasi tipe fail dilakukan, tahap selanjutnya adalah membagi data menjadi 10 *fold*. *Fold* inilah yang akan digunakan pada tahap klasifikasi sebagai data latih dan data uji. Subset yang terbentuk memiliki jumlah *instance* sebanyak 1000 per *fold* dengan mengabaikan proporsi perbandingan antarkelas.

Klasifikasi Menggunakan Algoritme ID3

Proses klasifikasi dilakukan dua tahap, yaitu pembentukan pohon keputusan spasial dan perhitungan akurasi dari pohon keputusan spasial yang terbentuk. Pembentukan pohon keputusan spasial dilakukan dengan menggunakan algoritme ID3 yang telah diimplementasikan dalam bahasa pemrograman Python 2.7.5. Modul ID3 dalam Python diperoleh dari Onlamp (2013). Dalam pembuatan pohon keputusan spasial di pemrograman Python ini terdapat 3 modul penting antara lain *decision tree*, ID3 dan modul test. Pada modul *decision tree* adalah proses untuk mendapatkan atribut terbaik dari himpunan atribut yang ada dengan menggunakan fungsi *fitness* yaitu *information gain* sebagai parameter. *Dataset* yang telah terbentuk diolah dan menghasilkan sebuah pohon keputusan. Atribut yang dipilih sebagai atribut uji adalah atribut yang memiliki *information gain* tertinggi sesuai dengan algoritme ID3.

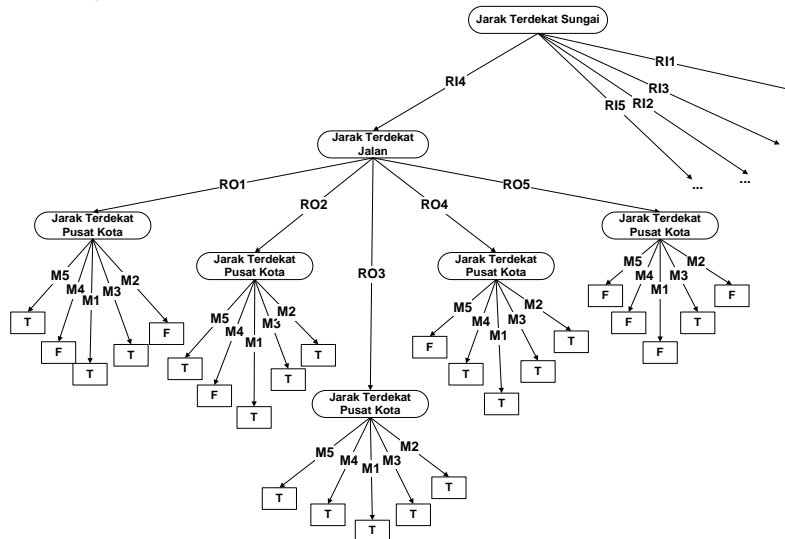
Pada pohon keputusan spasial yang dihasilkan diketahui bahwa semua atribut yang diberikan muncul sebagai *node* pada pohon keputusan spasial. Atribut yang dijadikan label pada akar pohon keputusan adalah jarak terdekat ke sungai. Pembagian *fold* dan akurasi pohon keputusan spasial untuk *data training* dan *data testing* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Pembagian *fold* dan akurasi pohon keputusan

Percobaan	<i>Data Training</i>	<i>Data Testing</i>	Pohon Keputusan	Akurasi <i>Data Training (%)</i>	Akurasi <i>Data Testing (%)</i>
1	Fold1 sd fold 9	Fold 10	Tree 1	72.30	66.80
2	fold1 sd fold 8, dan Fold 10	Fold 9	Tree 2	73.80	70.20
3	fold1 sd fold 7, dan Fold 9 sd fold10	Fold 8	Tree 3	72.60	67.90
4	Fold1 sd fold 6, dan fold 8	Fold 7	Tree 4	75.00	70.80

sd fold10						
5	Fold1 sd fold 5, dan fold 7 sd fold10	Fold 6	Tree 5	73.90	69.80	
6	Fold1 sd fold 4, dan fold 6 sd fold10	Fold 5	Tree 6	74.10	70.70	
7	Fold1 sd fold 3, dan fold 5 sd fold10	Fold 4	Tree 7	71.10	67.10	
8	Fold1 sd fold 2, dan fold 4 sd fold10	Fold 3	Tree 8	73.80	69.90	
9	Fold1, dan fold 3 sd fold10	Fold 2	Tree 9	71.60	66.20	
10	Fold2 sd fold 10	Fold 1	Tree 10	72.50	69.10	
Akurasi Rata-Rata				73.07	68.85	

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa akurasi terbesar terdapat pada percobaan keempat dan akurasi terkecil terdapat pada percobaan pertama dan kesembilan. Hal itu menunjukkan bahwa tingkat kesalahan klasifikasi *subset* 1 dan 9 lebih tinggi dari *subset* yang lainnya. Hal itu dapat disebabkan oleh *instance-instance* yang ada pada data latih dan data uji belum dapat mewakili setiap fitur untuk dapat diklasifikasikan pada kelas tertentu. Akurasi rata-rata untuk *data training* adalah 73.07% dan 68.85% untuk *data testing*. Berikut sub pohon keputusan spasial yang terbentuk untuk jarak terdekat ke sungai dengan interval (8.5 km, 16 km] yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Sub pohon keputusan spasial untuk jarak terdekat ke sungai dengan interval (8.5 km, 16 km]

Berdasarkan pohon keputusan spasial yang terbentuk dapat dibuat 125 aturan klasifikasi. Sebagai contoh, aturan yang terbentuk dari pohon keputusan spasial pada Gambar 3 adalah sebagai berikut:

- Aturan 1: JIKA jarak lokasi ke sungai terdekat pada interval (2 km, 4.5 km] DAN jarak lokasi ke pusat kota terdekat pada interval (48 km, 74 km] DAN jarak lokasi ke jalan terdekat pada interval (0.22 km, 0.68 km] MAKA kemunculan titik api adalah T.
- Aturan 2: JIKA jarak lokasi ke sungai terdekat pada interval (0 km, 2 km] DAN jarak lokasi ke jalan terdekat pada interval (0.22 km, 0.68 km] DAN jarak lokasi ke pusat kota terdekat pada interval (48 km, 74 km] MAKA kemunculan titik api adalah F.
- Aturan 3: JIKA jarak lokasi ke sungai terdekat pada interval (8.5 km, 16 km] DAN jarak lokasi ke pusat kota terdekat pada interval (0 km, 31 km] DAN jarak lokasi ke jalan terdekat pada interval (1.5 km, 3.5 km] MAKA kemunculan titik api adalah T.

- Aturan 4: JIKA jarak lokasi ke sungai terdekat pada interval (2 km, 4.5 km] DAN jarak lokasi ke pusat kota terdekat pada interval (74 km, 105 km] DAN jarak lokasi ke jalan terdekat pada interval (0 km, 0.22 km] MAKA kemunculan titik api adalah F.
- Aturan 5: JIKA jarak lokasi ke sungai terdekat pada interval > 16 km DAN jarak lokasi ke pusat kota terdekat pada interval (31 km, 48 km] DAN jarak lokasi ke jalan terdekat pada interval > 3.5 km MAKA kemunculan titik api adalah T.

Akurasi Model

Confusion matrix dari model yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 *Confusion matrix* dari model pohon keputusan

Kelas Hasil Aktual	Kelas Hasil Prediksi		Total
	T	F	
T	324	126	450
F	166	384	550
Total	490	510	1000

Dari Tabel 6 diketahui dari 450 data di kelas hasil aktual T, sebanyak 324 atau 72% data diprediksi secara benar sebagai label kelas T (*True Positif*) dan 126 data diprediksi salah sebagai label kelas F (*False Negative*). Dari 550 data di kelas hasil aktual F, sebanyak 384 data diprediksi benar sebagai label kelas F (*True Negative*) atau 66.12% dan 166 data diprediksi salah sebagai label kelas F (*False Negative*). Akurasi rata-ratanya sebesar 70.91%.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dalam membentuk model klasifikasi hotspot di wilayah Riau pada tahun 2005, dapat diambil kesimpulan antara lain pohon keputusan spasial yang telah dibentuk memiliki label akar yaitu jarak terdekat sungai. Pohon keputusan spasial ini terdiri dari 31 *node*, dari pohon keputusan spasial yang dihasilkan dapat diturunkan 125 aturan klasifikasi untuk menentukan kemunculan hotspot, pohon keputusan spasial telah diuji pada *data training* dan *data testing* dengan menggunakan metode *10-fold cross validation*. Akurasi tertinggi dari pohon keputusan spasial pada *data training* adalah 75% , sedangkan pada *data testing* adalah 70.80% dan akurasi rata-rata pada data training adalah 73.07% dan pada data testing adalah 68.85%.

Saran

Saran-saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut adalah penambahan data spasial lainnya terkait kebakaran hutan yang menentukan kemunculan titik api, sehingga pohon keputusan yang dihasilkan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fu L. 1994. *Neural Network in Computers Intelligence*. Singapura: McGraw-Hill.
- [2] Han J, Kamber M. 2006. *Data Mining: Concepts and Techniques*. San Francisco: Morgan Kaufman Publisher.
- [3] Onlamp. 2013. Onlamp [Internet]. [diunduh 2013 Dec 1]. Tersedia pada http://www.onlamp.com/pub/a/python/2006/02/09/ai_decision_trees.html?page=2
- [4] Pemerintah Provinsi Riau. 2013. Pemerintah Provinsi Riau [Internet]. [diunduh 2013 Dec 1]. Tersedia pada: <http://www.riau.go.id/index.php?/detail/61>.

GEOFISIKA DAN METEOROLOGI INTEGRASI



2014

Semirata

 Bidang MIPA

PEMODELAN CURAH HUJAN WILAYAH KOTA KETAPANG PROVINSI KALIMANTAN BARAT MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

RAINFALL ON KETAPANG CITY, WEST KALIMANTAN PROVINCE MODELLING USING GENETIC ALGORITHM

Yudha Arman

Universitas Tanjungpura, Pontianak
email : yudhaarman@gmail.com
telp : +628125641624

ABSTRACT

Rainfall data on Ketapang city West Kalimantan Province is predicted using Genetic Algorithm. To obtain best fit to data, Rainfall data is estimated using 8th order Fourier series with several constraints as a model. Model's parameter that is used namely Fourier series coefficient, angular frequency and several constraint parameters. Randomly population member which chromosomes are parameter model is generated to form a population. Through selection, matting and mutation processes, the best population member is created in every generation which contains information on minimum objective function. As a result, this modeling shows correlation value about 0.76 compared to rainfall data of research area from 1999 to 2009.

Keywords : genetic algorithm, rainfall,

ABSTRAK

Prediksi curah hujan untuk wilayah Kota Ketapang Provinsi Kalimantan Barat dilakukan menggunakan Algoritma Genetika. Untuk mendapatkan kesesuaian terbaik terhadap data, model yang digunakan untuk menghampiri data curah hujan tersebut adalah deret Fourier orde 8 yang telah ditambahkan beberapa constraint. Parameter model berupa koefisien deret Fourier, frekuensi sudut serta variabel constraint yang digunakan pada model. Dibangkitkan sejumlah individu secara acak yang mengandung kromosom parameter model tersebut untuk membentuk sebuah populasi. Melalui proses pemilihan, *crossover* serta mutasi diperoleh sebuah individu unggul untuk setiap turunan populasi yang membawa informasi fungsi obyektif minimum. Hasil pemodelan menunjukkan nilai korelasi sebesar 0,76 terhadap data curah hujan wilayah penelitian untuk periode 1999 hingga 2009.

Kata kunci : algoritma genetika, curah hujan

PENDAHULUAN

Paramater meteorologi sangat berpengaruh terhadap perilaku makhluk hidup di alam. Namun, sebagai sebuah parameter dengan dinamika terhadap waktu yang cukup kompleks, sebuah tantangan besar dihadapi untuk dapat melakukan estimasi terhadap pola perubahannya. Hal ini dianggap sebagai hal yang pokok untuk dipecahkan mengingat solusi yang dihasilkan diharapkan akan mengantarkan peneliti untuk dapat lebih lanjut mendalami perilaku makhluk hidup di alam. Sebagai contoh Lalat tze tze, sebuah species serangga parasit memiliki distribusi populasi yang dapat diperkirakan dengan bantuan analisa data Meteorologi. Menggunakan analisis Fourier temporal, distribusi lalat tse tse di Afrika Barat diestimasi berdasarkan data yang diperoleh dari satelit [1].

Kendala utama melakukan estimasi pola data meteorologi adalah kompleksitas data deret waktu yang diperoleh. Diperlukan model yang memiliki parameter model yang cukup

banyak untuk mendapatkan kesesuaian luaran yang optimal dengan data pengukuran. Selain itu, kondisi geografis juga memegang peranan penting terhadap perilaku data deret waktu tersebut. Hal ini menyebabkan belum terdapatnya sebuah model umum yang dapat merepresentasikan kondisi data meteorologi di seluruh bagian dunia. Dari sekian model tersebut terdapat sebuah model yang dapat digunakan sebagai alternatif yang terbukti sesuai untuk beberapa wilayah di dunia. Sebagai contoh, sebuah deret Fourier digunakan sebagai model untuk memperkirakan temperatur harian. Temperatur yang dianalisis adalah temperatur harian wilayah pegunungan di wilayah Barat Amerika Serikat dengan tingkat akurasi hingga $0.35\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan tambahan perlakuan berupa penurunan ulang koefisien regresi [2]. Penggunaan metode deret Fourier dan perbandingannya dengan metode lain untuk menganalisis *low-level cold fronts* juga digunakan untuk melihat nilai kesebandingan antara metode-metode tersebut [3]. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa diperlukan kombinasi metode-metode matematika untuk suatu wilayah tertentu untuk melakukan analisa dan prediksi data-data meteorologi. Selain itu, model deret Fourier diaplikasikan pada analisis data radar cuaca [4] serta pemisahan daerah kering dan basah melalui pencocokan pada standar deviasi dan nilai rata-rata data meteorologi observasi [5]. Untuk parameter cuaca lebih spesifik, yaitu curah hujan, variasi deret Fourier kembali dipilih untuk memperoleh kesesuaian optimal antara model dan data observasi [6] [7].

Karena pengaruh efek rumah kaca, model klasik boleh jadi kurang memadai untuk dapat digunakan pada proses analisis. Diperlukan sebuah model berbasis pendekatan *heuristik* sebagai alternatif yang dapat digunakan. Salah satu dari metode *heuristik* tersebut adalah metode algoritma genetika. Algoritma ini didasarkan pada ide evolusi kehidupan dengan mempertahankan sekelompok individu kandidat untuk dapat dijadikan solusi dan melakukan proses evolusi pada mereka terhadap waktu [8] [9]. Proses evolusi melibatkan seleksi natural dan operator genetika berupa mutasi dan kawin silang. Pemodelan dengan bantuan algoritma genetika ini terbukti dapat digunakan untuk mengatasi kendala tambahan yang dihadapi pada saat melakukan analisis data meteorologi [10]. Kombinasi metode jaringan syaraf tiruan dengan algoritma genetika juga menunjukkan kesesuaian optimum terhadap data [11]. Pada estimasi model curah hujan-limpasan, algoritma genetika diterapkan untuk mendapatkan nilai kalibrasi serta fungsi optimum [12].

Pada penelitian ini akan dikombinasikan penggunaan deret Fourier sebagai model serta Algoritma Genetika sebagai proses yang digunakan untuk mendapatkan parameter model optimum. Istilah optimum digunakan untuk menyatakan sebuah fungsi objektif minimum yang dimiliki oleh parameter model tersebut apabila disubstitusikan ke pemodelan kedepan.

METODE PENELITIAN

Deret Fourier

Deret Fourier merupakan representasi sederhana dari sebuah fungsi umum yang periodik. Deret ini berbentuk deret tak berhingga yang terdiri dari penjumlahan sinus dan kosinus. Fungsi ini umumnya merupakan solusi bagi permasalahan yang melibatkan persamaan diferensial biasa maupun persamaan diferensial parsial. Bentuk umum dari deret Fourier adalah :

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx) \quad (1)$$

dengan

$$a_0 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx \quad (2)$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos nx \, dx \quad (3)$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx \, dx \quad (4)$$

Sebuah fungsi $f(x)$ dapat dijabarkan dalam deret Fourier akan menghasilkan deret yang konvergen apabila periodisitas fungsi tersebut adalah 2π dan memiliki kontinuitas sebagian pada interval $-\pi \leq x \leq \pi$. Sebagai tambahan, $f(x)$ memiliki turunan kanan dan turunan kiri untuk setiap titik dalam interval tersebut [13].

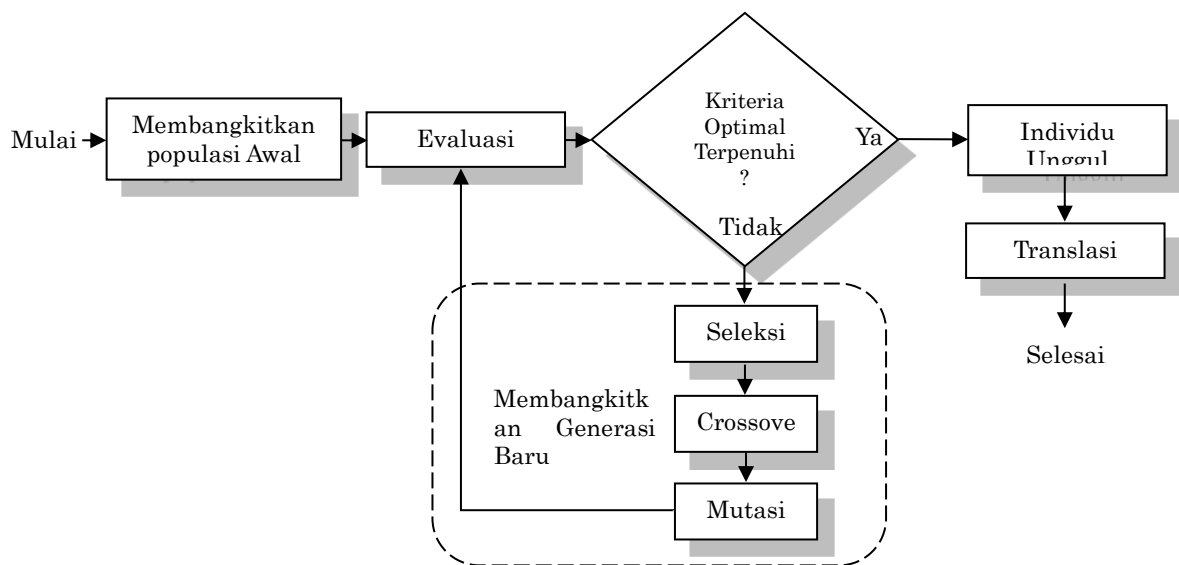
Pada penelitian ini, deret Fourier yang telah dimodifikasi yang memiliki kesesuaian yang baik terhadap data curah hujan di wilayah penelitian dapat dituliskan sebagai [14]:

$$f(x) = t\{a_0 + \sum_{n=1}^8 (a_n \cos nx + b_n \sin nx)\} - z \quad (5)$$

dengan t dan z adalah variabel konstrain yang ditambahkan pada deret Fourier. Deret Fourier yang digunakan sebagai model dibatasi hingga orde 8 karena kesesuaian awal terhadap data cukup baik.

Algoritma Genetika

Prosedur/ langkah yang dilakukan pada penelitian ini diilustrasikan pada gambar berikut :



Gambar 1. Diagram alir penghitungan menggunakan Algoritma Genetika [15].

Penggunaan algoritma genetika pada penelitian ini dimulai dengan menginisialisasi individu-individu untuk membentuk sebuah populasi. Dibangkitkan sejumlah 50 individu secara acak untuk membentuk sebuah populasi awal. Individu-individu tersebut membawa kromosom yang dianalogikan dengan parameter model, yaitu koefisien deret Fourier, frekuensi sudut, dan konstanta bobot. Bilangan yang digunakan pada setiap kromosom tersebut adalah bilangan real. Penggunaan bilangan biner juga dimungkinkan untuk kasus ini, namun kendala yang akan dihadapi adalah besarnya jumlah bilangan yang akan digunakan. Hal ini disebabkan karena jumlah kromosom yang digunakan sebagai model cukup besar, yaitu berjumlah 20.

Untuk membentuk generasi selanjutnya, dipilih sejumlah individu yang memiliki fitness yang baik untuk menjadi induk. Induk-induk ini nantinya akan mengalami pertukaran kromosom yang dibawanya untuk menghasilkan keturunan yang diharapkan lebih unggul.

Nilai unggul disini diartikan sebagai individu yang memiliki nilai kromosom yang apabila disubstitusikan kedalam pemodelan kedepan akan memiliki fungsi obyektif minimum. Fungsi obyektif minimum ditandai dengan nilai Root Mean Square Error (RMSE) yang minimum.

Adapun fungsi fitness yang digunakan adalah :

$$fitness(individu) = e^{-RMS(individu)} \quad (5)$$

dengan nilai RMS tiap individu dituliskan sebagai :

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - d_i)^2} \quad (6)$$

dan hasil pemodelan kedepan dituliskan dalam variabel y sebagai berikut :

$$y_i = f(a_0, a_1, \dots, b_1, \dots, \omega, \alpha) \quad (7)$$

dengan f(m) sesuai dengan persamaan (5) dan d_i = data observasi.

Proses penentuan individu induk dilakukan menggunakan skema roda Roulette. Proses tersebut dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung fitness dari setiap individu. Nilai fitness tersebut kemudian dijumlahkan untuk membentuk probabilitas kumulatif. Sebuah Individu terpilih sebagai induk apabila nilai probabilitas kumulatifnya lebih besar dari sebuah bilangan acak berdistribusi normal yang dibangkitkan. Populasi awal akan tergantikan dengan kumpulan individu induk yang lebih unggul untuk membentuk sebuah generasi unggul berikutnya.

Individu-individu yang terpilih pada proses roda Roulette kemudian mengalami cross-over (pindah silang/kawin silang). Pada penelitian ini crossover dilakukan dengan terlebih dahulu membangkitkan bilangan acak berjumlah sama dengan jumlah populasi. Jika bilangan acak yang dimiliki setiap individu tersebut lebih kecil dari laju *crossover* maka individu tersebut terpilih sebagai induk. Sebuah individu dapat terpilih lebih dari satu kali untuk menjadi induk.

Pada penelitian ini dilakukan pertukaran sejumlah kromosom induk untuk dirakit menjadi sebuah individu pada proses crossover. Pertukaran dilakukan dengan mekanisme pembangkitan bilangan acak C dari 1 hingga jumlah kromosom yang digunakan. Setiap individu baru akan memiliki kromosom induk 1 sejumlah C serta kromosom induk 2 sejumlah jumlah total kromosom dikurangi C.

Proses selanjutnya adalah melakukan mutasi pada individu terpilih. Dibangkitkan sebuah bilangan acak untuk menentukan kromosom mana dari sebuah populasi yang akan mengalami mutasi. Jika dimungkinkan terjadi mutasi maka sebuah parameter model akan diganti dengan nilai baru, yaitu nilai lama ditambah dengan sebuah bilangan acak.

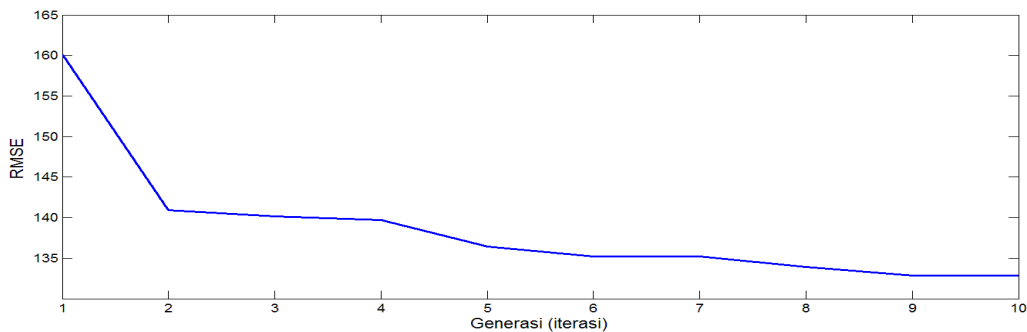
HASIL DAN PEMBAHASAN

Wilayah penelitian adalah Kota Ketapang Provinsi Kalimantan Barat. Kota ini adalah ibukota Kabupaten Ketapang dengan lokasi geografis 0°19' 58" LS hingga 3°02'5" LS dan 109°48'19" BT hingga 111°20'34" BT.

Data yang digunakan adalah data curah hujan dari tahun 1999 hingga 2009. Data curah hujan tersebut berfluktuasi namun dengan pola perulangan yang relatif stabil. Hal ini diduga karena lokasinya cukup jauh dari wilayah yang dilewati oleh garis Khatulistiwa sehingga gangguan yang disebabkan oleh rotasi bumi cukup kecil. Nilai curah hujan tertinggi diperoleh pada bulan Desember 2008 sebesar 686 mm/jam. Dari hasil analisis spektrum menggunakan Fast Fourier Transform (FFT) menunjukkan bahwa wilayah penelitian memiliki tipe pola curah hujan musonal dengan puncak musim hujan hanya terjadi satu kali dalam setahun [14].

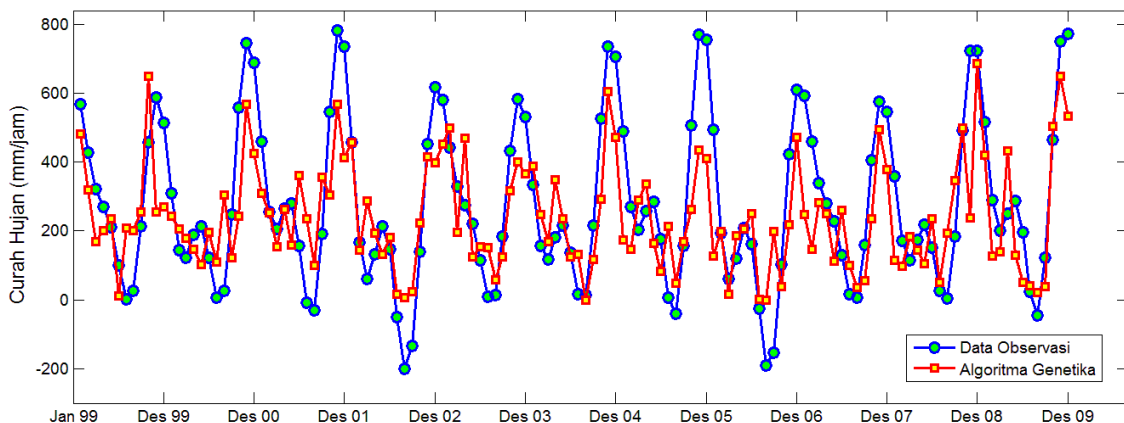
Pada penerapan Algoritma Genetika dalam penelitian ini, proses *crossover* dilakukan dengan peluang sebesar 0,35. Jika nilai ini tidak terpenuhi maka individu baru langsung diturunkan dari induknya tanpa proses perkawinan. Hal yang sama juga berlaku pada proses mutasi. Umumnya proses mutasi ini dibuat dengan probabilitas yang cukup kecil. Pada penelitian ini probabilitas mutasi dipilih sebesar 0,1. Probabilitas lebih kecil dipilih untuk mutasi karena umumnya peranan penting lebih besar pada proses perkawinan.

Fenotipe (data kalkulasi) hasil pemodelan kedepan menunjukkan kesesuaian yang semakin baik dengan data seiring bertambahnya jumlah iterasi (generasi). Hal ini dapat dilihat pada grafik RMSE pada Gambar 2. RMSE individu unggul pada populasi awal sebesar 160 menurun menjadi 133 pada generasi 10.



Gambar 2. Grafik Nilai RMS error untuk setiap individu unggul yang muncul pada setiap generasi

Trend penurunan terbesar terjadi pada proses evolusi awal generasi dengan penurunan hingga lebih kurang 20. Trend penurunan nilai RMSE diikuti dengan penurunan gradien RMSE untuk setiap generasinya. Pada iterasi 10 terlihat individu unggul yang muncul tidak mengalami evolusi yang cukup berarti karena memiliki RMSE yang sama dengan iterasi/generasi sebelumnya. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pada ranah iterasi ini proses evolusi sudah menuju kriteria konvergen. Argumentasi ini semakin diperkuat dengan grafik pada gambar 3 yang menunjukkan perbandingan antara data hasil perhitungan dengan data hasil observasi. Kesesuaian hasil perhitungan dan data terlihat baik dengan nilai korelasi sebesar 0,76.



Gambar 3. Grafik Perbandingan nilai curah hujan antara data observasi dengan hasil Algoritma Genetika

KESIMPULAN

Algoritma Genetika yang digunakan untuk mendapatkan parameter model optimum dari sebuah deret Fourier termodifikasi dapat dimanfaatkan untuk melakukan prediksi pola curah hujan di Kota Ketapang. Nilai Korelasi antara data observasi dari tahun 1999 hingga 2009 terhadap data perhitungan yang diperoleh dari pemodelan ini adalah 0,76. Model yang diperoleh belum dapat menangkap nilai minimum dan maksimum data dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rogers .D. J., Kiy. S. I., dan Packer .M. J., 1996, Predicting the distribution of Tsetse flies in West Africa using temporal Fourier processed meteorological satellite data, *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, Vol. 90, No.3, 225-241.(8)
- [2] Larry S. Bradshaw, Lucy A. Salazar, 1985, On using a fourier Series Model for Estimating Diurnal Temperatures at Mountainous Locations in The Western United States, *Journal of Climate and Applied Meteorology*, Vol 24.(1)
- [3] Gamage. N., Blumen. W., 1993, Comparative analysis of low-level cold fronts : Wavelet, Fourier, and Empirical Orthogonal Function Decompositions, *Monthly Weather Review*, American Meteorological Society(2)
- [4] Cheong .B, .L, Palmer .R .D., 2007, A Time Series Weather Radar Simulator Based on High-Resolution Atmospheric Models, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* (3)
- [5] Semenov MA, Brooks RJ,. Barrow EM, Richardson CW, Comparison of the WGEN and LARS-WG Stochastic Weather generators for Diverse climates, *Climate Research*, Vol. 10:95-107, 1998.
- [6] An evaluation of the Software System Dependency of a Global Atmospheric Model, Hong, S.Y, Koo, M.S., Jang J, Kim JEE Park H, Joh MS, Kang JH dan Oh TJ, *Monthly Weather Review*, American Meteorological Society, 2013
- [7] Boyd JP, Deng PD, Chen QS, Gao S, 2013, Application of Bivariate Fourier Series for solving the Poisson Equation in Limited-Area Modeling of the Atmosphere: Higher Accuracy with a Boundary Buffer Strip discarded and an Improved Order -Raising Procedure, *Mon. Wea Rev*, 141, 4154-4164
- [8] Holland JH, 1992, *Adaption in Natural and Artificial Systems*, MIT Press, Cambridge, MA.
- [9] D.E. Goldberg, 1989, *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*, Addison-Wesley.
- [10] Bautu .A., Elena B, 2006, Meteorological Data Analysis and Prediction by Means of Genetic Programming *Proceedings of the Fifth Workshop on Mathematical Modelling of Environmental and Life Sciences Problems Constant*, pp. 35–42 (4)
- [11] Singh.S, Bhambri .P., dan Gill. J., 2011, Time Series based Temperature Prediction using Back Propagation with Genetic Algorithm Technique, *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 8, Issue 5, No 3.
- [12] Ndiritu, J.G.,2001,An Improved genetic algorithm for rainfall-runoff model calibration and function optimization, *Mathematical and Computer Modelling*, Elsevier
- [13] Kreyszig, E., 2006, *Advanced Engineering Mathematics 9th edition*, John Wiley & Sons: 484
- [14] Arman Y, 2012, Pemodelan Curah Hujan Kota Ketapang Menggunakan Metode Simulated Annealing, *Jurnal Aplikasi Fisika*, Vol.2:pp. 55-59
- [15] Y. J. CAO and Q. H. WU, 1999, TEACHING GENETIC ALGORITHM USING MATLAB, *Int. J. Elect. Enging. Educ.*, Vol. 36, pp. 139–153.

ANALISIS GANGGUAN LAPISAN F IONOSFER ($h'F$) UNTUK GEMPA NIAS 28 MARET 2005

ANALYSIS OF IONOSPHERE'S F LAYER ($h'F$) DISTURBANCES FOR NIAS EARTHQUAKE OF MARCH 28, 2005

Dwi Pujiastuti^{1*}, Rika Desrina Saragih¹, Ednofri², Badrul Mustafa³

Laboratorium Fisika Bumi Jurusan Fisika Universitas Andalas Padang Institu^{1*}

Dwi_Pujiastuti@Yahoo.com

SPD LAPAN Kototabang²

Jurusan Teknik Sipil Universitas Andalas Padang³

ABSTRACT

Corellation between seismic activity prior to Nias earthquake and ionosphere's F -layer height ($h'F$) was analyzed qualitatively using Nias earthquake (March 28, 2005). Ionospheric data used were ionograms from ionosonde FMCW retrieved from SPD LAPAN Kototabang, West Sumatera, Indonesia. Ionogram scaling was performed during the seven days before the Nias earthquake (21 – 28 March 2005) to get $h'F$ daily values, then the values were compared with its median to find anomaly. Positive deviation happened at the evening was interpreted as seismically-induced effect, and therefore can be recommended as precursor. For Nias earthquake, precursors were identified 3 times in 7 days prior to the earthquakes. This indicate that the appereance anomaly is an earthquake precursor because occurred when geomagnet and solar activity in normal conditions.

Keywords: geomagnet, ionosphere, $h'F$, precursor, solar acticity

ABSTRAK

Telah dilakukan analisis kualitatif antara aktivitas seismik yang terjadi pada gempa Nias 28 Maret 2005 dengan gangguan yang terjadi pada lapisan F ($h'F$) ionosfer dari data ionosonda FMCW di SPD LAPAN Kototabang Sumatera Barat. Proses *Scalling* ionogram dilakukan selama 7 hari sebelum gempa Nias yaitu dari tanggal 21 – 28 Maret 2005 untuk mendapatkan nilai variasi harian $h'F$. Nilai variasi harian $h'F$ kemudian dibandingkan dengan nilai mediannya untuk melihat anomali yang muncul. Deviasi positif yang terjadi pada malam hari dianggap sebagai gangguan yang diakibatkan oleh aktivitas seismik, dan dengan demikian bisa direkomendasikan sebagai prekursor. Dari hasil analisis ditemukan adanya anomali ketinggian lapisan $h'F$ sebanyak 3 kali yang dimulai 7 hari sebelum terjadinya gempa Nias. Anomali ini diprediksi berkaitan dengan aktivitas gempa Nias karena tidak adanya badai geomagnetik dan badai matahari pada periode ini.

Katakunci: badai geomagnetik, badai matahari, ionosfer, $h'F$, prekursor

PENDAHULUAN

Ionosfer merupakan lapisan dalam sistem atmosfer bumi yang terionisasi oleh radiasi matahari. Ionosfer terletak pada ketinggian sekitar 50 km hingga sekitar 1000 km dari permukaan bumi dan mengandung partikel-partikel bermuatan [1]. Keberadaan lapisan ini penting dalam komunikasi dan aplikasi teknologi yang menggunakan gelombang elektromagnetik, karena ionosfer mampu memantulkan gelombang pendek pada rentang frekuensi tertentu.

Lapisan ionosfer terbentuk akibat sinar ultraviolet ekstrim (*extreme ultraviolet*, EUV) dari matahari mengenai atom-atom netral di lapisan atas atmosfer bumi. Energi dari

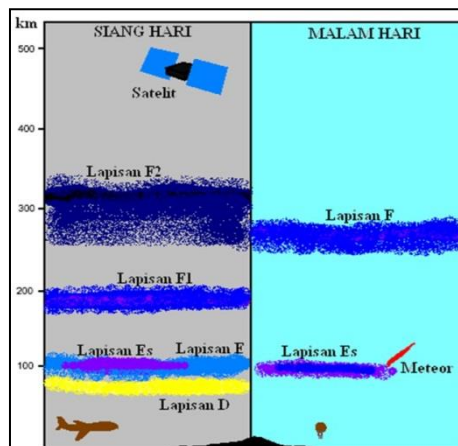
ultraviolet ekstrim ini cukup untuk mengionisasi atom-atom netral tersebut, sehingga terbentuk ion-ion. Berdasarkan unsur dominan yang membentuknya, lapisan ionosfer dibagi menjadi beberapa bagian, seperti lapisan D , E , F_1 dan F_2 [2].

Lapisan D merupakan bagian lapisan ionosfer yang paling bawah dan merupakan peralihan antara atmosfer netral dan lapisan ionosfer. Kerapatan elektron rata-rata di lapisan ini relatif kecil dibandingkan kerapatan elektron bagian lainnya [2].

Lapisan di atas lapisan D disebut lapisan E yang menempati ruang angkasa dari ketinggian 90 km sampai dengan 150 km. Dalam kondisi normal, lapisan E muncul hanya pada siang hari di saat intensitas energi matahari yang sampai di ketinggian lapisan ini cukup kuat. Energi matahari yang mencapai lapisan tersebut digunakan untuk pembentukan lapisan melalui proses ionisasi. Sedangkan pada malam hari, energi matahari yang mencapai lapisan E tidak cukup untuk proses ionisasi sehingga lapisan ini tidak muncul [2].

Selanjutnya, lapisan yang menempati ruang dari ketinggian 150 km sampai dengan 1000 km disebut lapisan F . Pada siang hari saat intensitas energi matahari cukup kuat, maka pada ketinggian ini juga terjadi dua lapisan dan bahkan sering kali menjadi tiga lapisan. Lapisan yang paling bawah disebut lapisan F_1 yang biasanya menempati ketinggian 150 km sampai dengan 200 km, yang muncul hanya pada siang hari dan saat matahari aktif.

Lapisan di atas lapisan F_1 disebut lapisan F_2 yang muncul hampir setiap saat kecuali ada gangguan badai ionosfer sebagai akibat dari aktivitas matahari yang tidak normal. Pada saat tertentu, ketika intensitas energi yang dipancarkan matahari sangat kuat, sering muncul lapisan tambahan yang biasanya letaknya paling atas. Jika muncul lapisan seperti ini, maka disebut lapisan F_3 [2]. Keadaan lapisan ionosfer pada siang hari dan malam hari dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Lapisan ionosfer pada siang hari dan malam hari (Sumber : [3])

Gangguan utama di lapisan ionosfer terjadi akibat adanya aktivitas matahari dan peningkatan medan magnetik bumi. Selain itu gangguan yang bersifat alami dapat pula terjadi akibat adanya gempa bumi dan letusan gunung api. Dalam wilayah lokal gangguan dapat pula terjadi akibat adanya ledakan nuklir. Oleh karena itu untuk melihat kaitan anomali ionosfer dengan aktivitas seismik, perlu dilakukan pemisahan antara anomali ionosfer yang diakibatkan badai geomagnetik dan aktivitas matahari

Pengamatan terhadap gangguan di ionosfer sebelum terjadinya gempa bumi merupakan salah satu metode yang sedang berkembang saat ini. Deformasi pada zona persiapan gempa akan menyebabkan radon yang tersimpan dalam batuan terlepas ke udara

dan meluruh. Energi hasil peluruhan radon mengionisasi atom di atmosfer dan menyebabkan perubahan komposisi ion di ionosfer [1], [4].

Sebelum terjadi gempa tercatat kemunculan emisi elektromagnetik yang menyebabkan anomali pada medan listrik di ionosfer [5]. Berbagai penelitian menunjukkan adanya penetrasi medan listrik ke ionosfer akan mengakibatkan ketidakstabilan skala besar pada lapisan F_2 . Bentuk dan ukuran area yang menghasilkan medan listrik serta arah medannya akan berpengaruh terhadap ketidakstabilan yang terjadi, dengan demikian gempa dengan magnitudo yang besar akan menyebabkan gangguan yang signifikan [5].

Prediksi gempa adalah salah satu kajian yang saat ini cukup intensif dibahas oleh para seismologis. Pendekatan klasik untuk prediksi gempa didasarkan pada siklus seismik, dimana energi disimpan dan dilepas secara periodik di lapisan kerak bumi [4]. Pemahaman bahwa energi disimpan dan dilepas secara periodik di lapisan kerak bumi membawa pada suatu kesimpulan adanya perubahan fisis dan kimiawi zona persiapan gempa (*earthquake preparation zone*). Besarnya zona persiapan gempa dinyatakan dengan persamaan Dobrovolsky [4] yang terdapat pada Persamaan 1 sebagai berikut :

$$\rho = 10^{0,43M} \quad (1)$$

keterangan: ρ : radius zona persiapan gempa (km)

M : magnitudo gempa (SR)

Luas zona persiapan gempa akan berpengaruh pada perubahan fisis dan kimiawi yang terjadi [5,6,7]. Sebelum terjadinya gempa dimungkinkan ada gangguan terhadap kondisi ionosfer, sehingga efek gangguan tersebut apabila dapat teridentifikasi maka dapat dijadikan sebagai prekursor gempa bumi. Untuk mempelajari ionosfer, alat yang paling banyak digunakan adalah menggunakan ionosonda [1].

Ionosonda adalah radar frekuensi tinggi yang memancarkan pulsa sangat pendek secara tegak ke ionosfer. Gelombang yang dipancarkan secara berurutan dari frekuensi rendah ke frekuensi yang lebih tinggi akan dikembalikan ke bumi secara berurutan. Waktu perjalanan gelombang ini menunjukkan jarak yang telah ditempuh gelombang tersebut.

Gempa yang dijadikan sampel penelitian ini adalah gempa Nias yang terjadi pada tanggal 28 Maret 2005 dengan magnitude 8,7 SR. Ionosonda yang digunakan dalam penelitian ini berada di LAPAN Kototabang, Kabupaten Agam, Sumatera Barat.

METODE PENELITIAN

Data

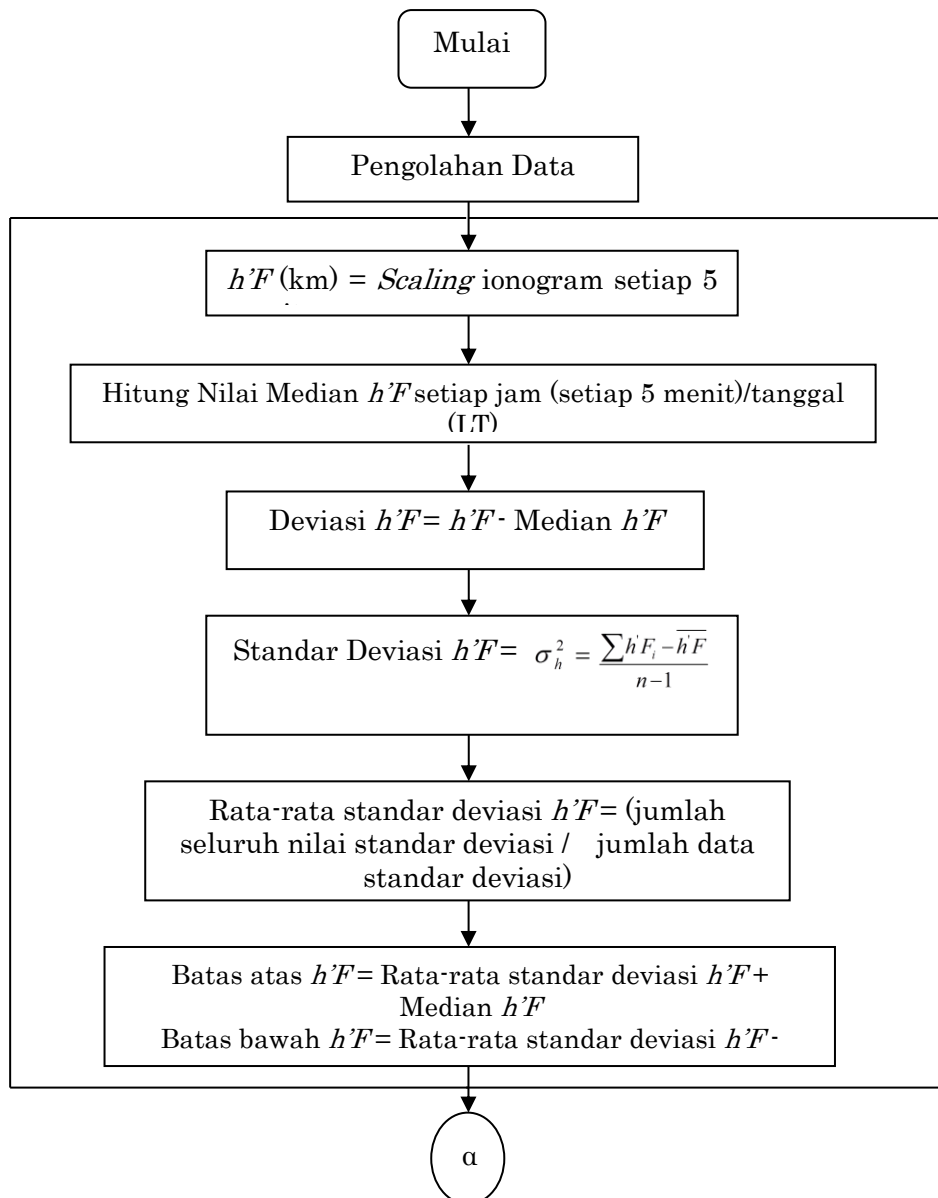
Penelitian dilakukan dengan menganalisis ionogram dari ionosonda FMCW (*Frequency Modulation Continuous Wave*) yang berada di LAPAN LPA Kototabang, Kabupaten Agam dengan data tanggal ionogram untuk gempa Nias selama periode waktu 21 – 28 Maret 2005. Sebagai data pendamping digunakan data badai geomagnetik yang diunduh dari *World Data Center C-2 Kyoto University* Jepang dan data aktivitas matahari yang diunduh dari *Space Weather Prediction Center* (SWPC) untuk waktu periode pengamatan yang sama dengan pengamatan data ionosonda.

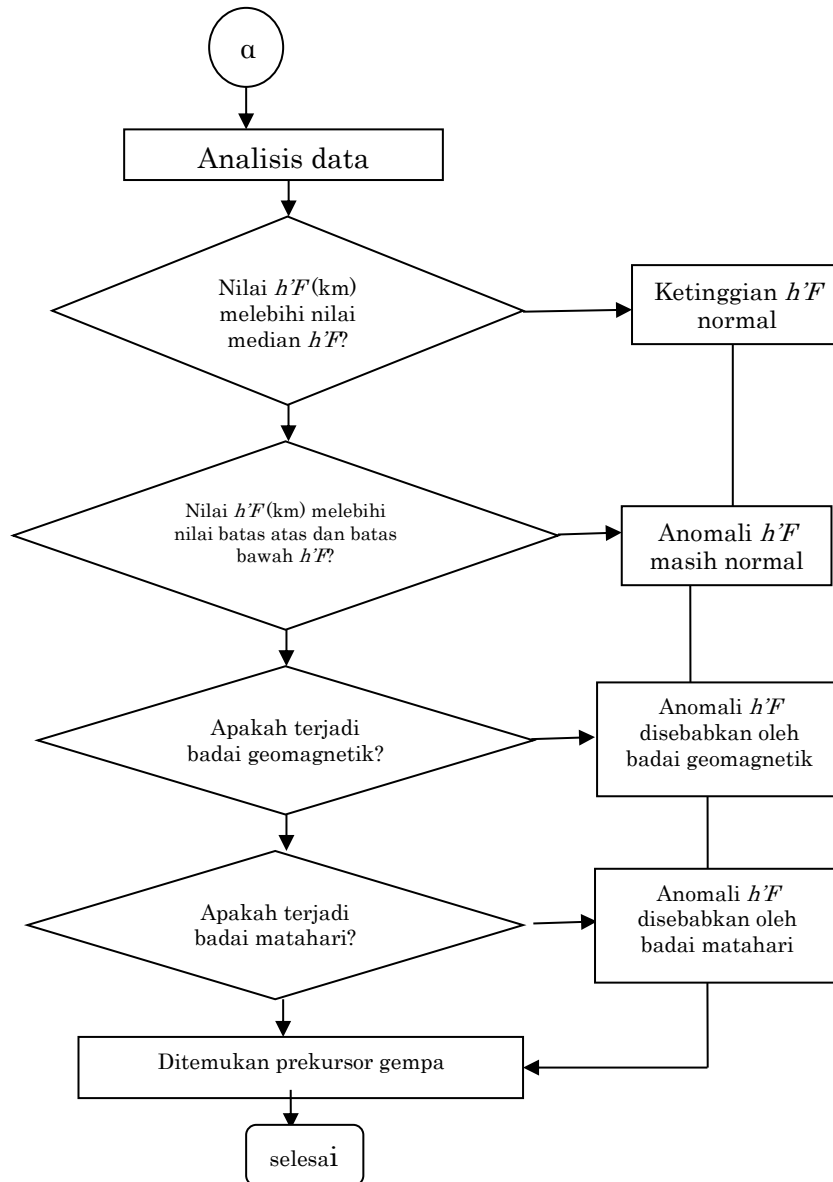
Metodologi

Ionosonda menghasilkan sebuah gambar keadaan lapisan ionosfer yang disebut dengan ionogram. Pengolahan ionogram dilakukan dengan menggunakan seperangkat komputer (laptop) yang dilengkapi dengan perangkat lunak penampil gambar yaitu *Microsoft paint* dan *Microsoft Excel 2007*. Tahap pengolahan data dilakukan seperti Gambar 2.

HASIL DAN DISKUSI

Ionosonda FMCW Kototabang berada pada lokasi koordinat 0,30 LS – 100,35 BT [8]. Jarak episenter gempa Nias yang berada pada koordinat 2° 04' 35" U 97° 00' 58" T ke ionosonda Kototabang yang dihitung menggunakan *Latitude/Longitude Distance Calculator* adalah 420 km. Zona. Persiapan gempa dihitung dengan Persamaan 1 adalah sebesar 5.508,1 km. Secara teoritis radius ini masih berada dalam radius zona persiapan gempa maka secara teori lapisan ionosfer yang berada pada lokasi ionosonda di Kototabang juga mengalami perubahan fisis dan kimiawi yang diakibatkan oleh gempa Nias.





Gambar 2 Diagram Alir Pengolahan dan Analisis Data

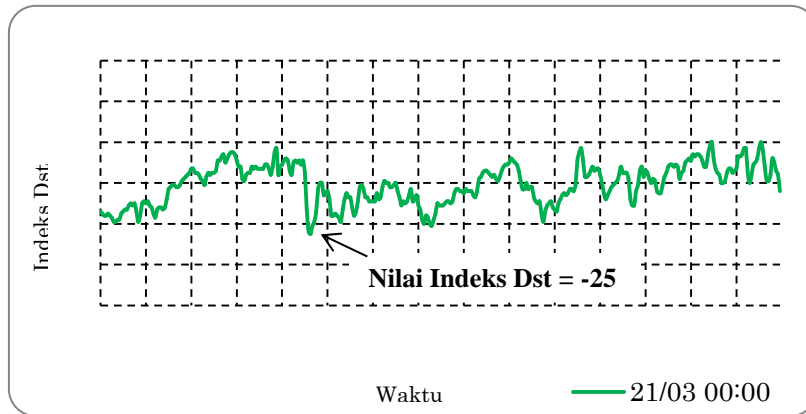
Indeks Dst pada Waktu Gempa Nias

Plot Indeks Dst pada untuk Gempa Nias yaitu mulai tanggal 21 Maret – 04 April 2005 dapat dilihat pada Gambar 3.

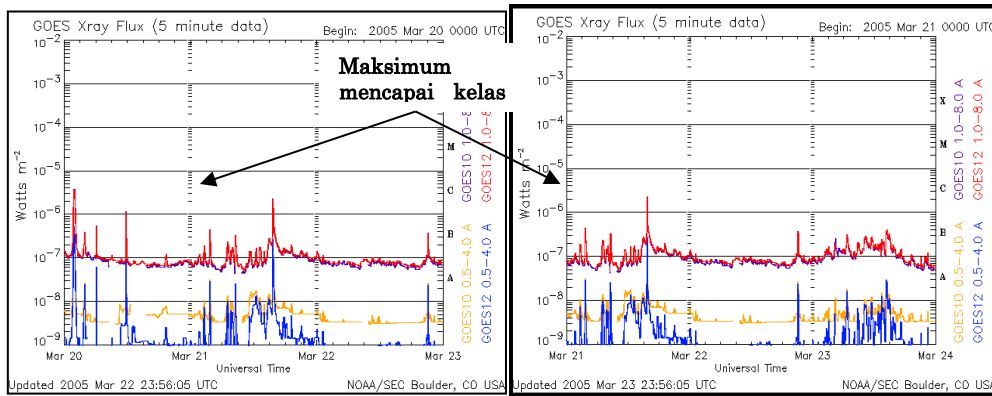
Harga indeks Dst berfluktuatif dengan nilai minimum adalah -25 nT. Badai geomagnetik ditunjukkan dengan nilai indeks Dst yang lebih kecil dari -50 nT [4]. Sehingga dapat disimpulkan bahwa selama 15 hari pengamatan tidak terjadi badai geomagnetik.

Grafik Badai Matahari pada Waktu Gempa Nias

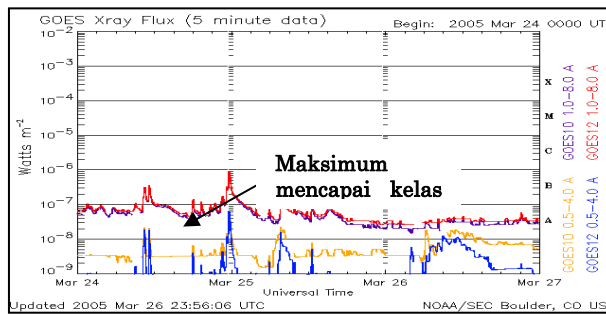
Grafik badai matahari untuk waktu pengamatan terhadap gempa Nias tanggal 28 Maret 2005 dimulai tanggal 21 Maret – 29 Maret 2005. Grafik untuk 9 hari pengamatan ini terbagi menjadi 3 grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4 – Gambar 6.



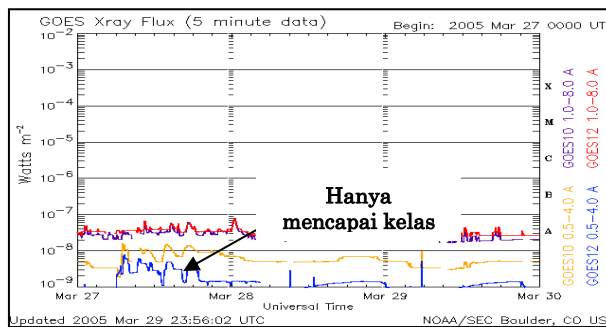
Gambar 3 Plot Indeks Dst Tanggal 21 Maret 2005 – 04 April 2005 untuk Gempa Nias tanggal 28 Maret 2005.



Gambar 4 Plot badai matahari tanggal 21 – 23 Maret 2005.



Gambar 5 Plot badai matahari tanggal 24 – 26 Maret 2005.

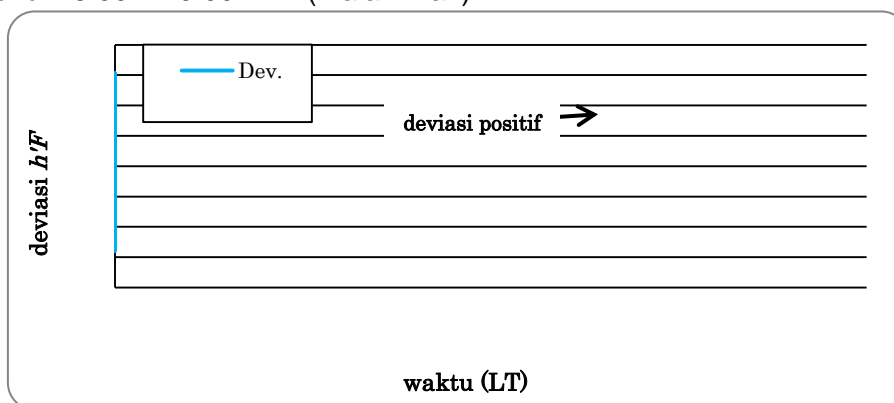


Gambar 6 Plot badai matahari tanggal 27 – 29 Maret 2005.

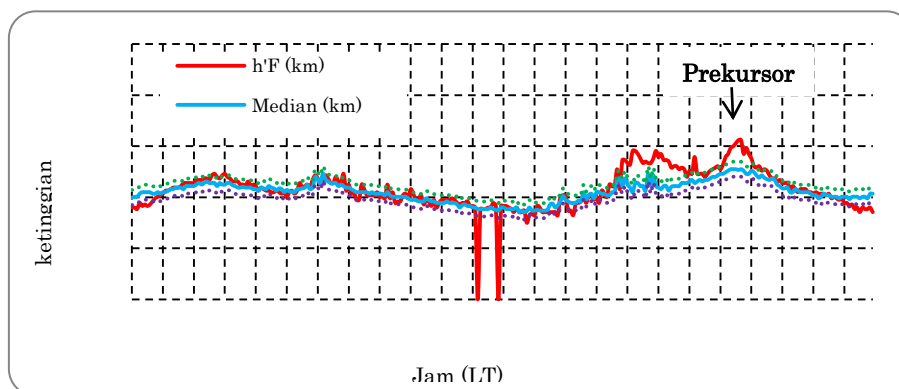
Berdasarkan Gambar 4 – Gambar 6 diperlihatkan bahwa selama tanggal 21 Maret – 29 Maret 2005 aktivitas matahari tergolong fluktuatif dengan pergerakan maksimum mencapai kelas B. Maka dapat disimpulkan bahwa selama 9 hari waktu pengamatan untuk Gempa Nias, 28 Maret 2005 tidak terjadi badai matahari yang memberikan dampak yang signifikan untuk memberikan gangguan pada lapisan ionosfer.

Variasi harian $h'F$ untuk Gempa Nias Tanggal 28 Maret 2005

Dari hasil pengamatan diperoleh adanya deviasi yang melebihi standar deviasi yang signifikan pada tanggal 21, 22 dan 28 Maret 2005. Deviasi $h'F$ tanggal 21 Maret 2005 dapat dilihat pada Gambar 7 dan variasi harian $h'F$ dapat dilihat pada Gambar 8. Berdasarkan Gambar 7 dapat terlihat bahwa terjadi deviasi positif pada pukul 15.25 – 20.00 WIB. Deviasi positif yang terjadi ini dibagi menjadi 2 kategori waktu, yaitu pukul 15.25 – 18.00 WIB (siang hari) dan pukul 18.00 – 20.00 WIB (malam hari).



Gambar 7 Plot deviasi $h'F$ tanggal 21 Maret 2005 (7 hari sebelum gempa).



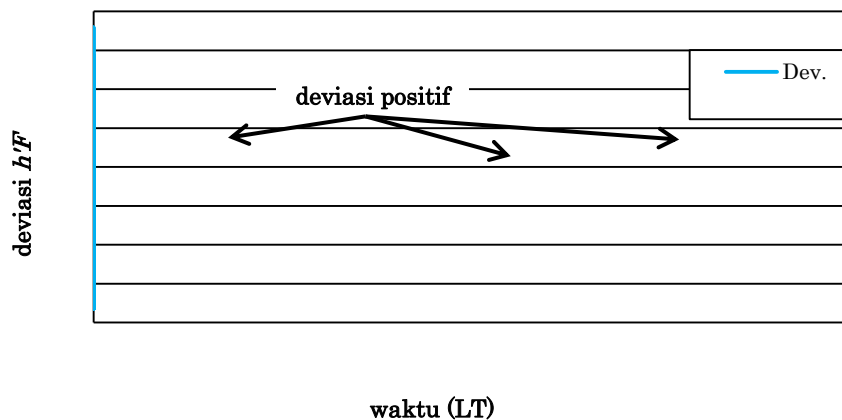
Gambar 8 Plot variasi harian $h'F$ tanggal 21 Maret 2005.

Pukul 15.25 – 18.00 WIB terjadi deviasi positif maksimum sebesar 81. $h'F$ mengalami kenaikan hingga mencapai 291 km dari nilai median $h'F$ biasanya yaitu 210 km (Gambar 8) pada pukul 16.10 WIB. Deviasi positif yang terjadi pada waktu ini masih dapat diterima dengan asumsi bahwa $h'F$ dipengaruhi oleh intensitas penyinaran matahari.

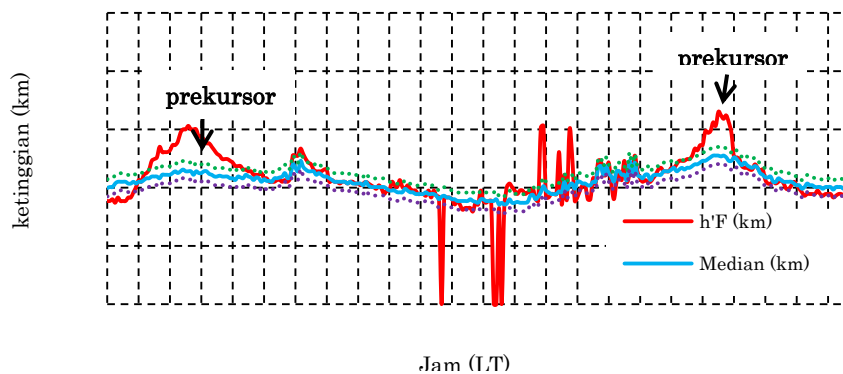
Sedangkan deviasi positif yang terjadi pukul 18.00 – 20.00 WIB dengan nilai $h'F$ maksimum berada pada ketinggian 312 km pada pukul 19.35 – 19.40 WIB merupakan sebuah anomali. Deviasi positif pada waktu ini dianggap merupakan anomali, karena seharusnya nilai $h'F$ mengalami penurunan ketika intensitas matahari mengalami penurunan. Aktivitas geomagnetik dalam keadaan tenang dan tidak terjadi *X-ray solar flare* (Gambar 3 dan Gambar 4) sehingga anomali $h'F$ yang terjadi tanggal 21 Maret 2008 (7 hari sebelum

gempa) pukul 18.00 – 20.00 WIB direkomendasikan sebagai waktu awal munculnya prekursor gempa Nias tanggal 28 Maret 2005 untuk rentang waktu pengamatan 7 hari sebelum gempa.

Deviasi positif kembali terjadi keesokan harinya, tanggal 22 Maret 2008. Deviasi $h'F$ tanggal 22 Maret 2008 dapat dilihat pada Gambar 9 dan variasi harian $h'F$ dapat dilihat pada Gambar 10. Deviasi positif tanggal 22 Maret 2008 terjadi pukul 01.20 – 04.20 WIB dengan nilai deviasi positif maksimum adalah 78. Pada pukul 02.35, $h'F$ mencapai ketinggian maksimum yaitu 306 km dengan nilai median $h'F$ biasanya yaitu 228 km (Gambar 10). Anomali $h'F$ yang terjadi pada nilai deviasi positif ini direkomendasikan menjadi salah satu prekursor gempa karena pada waktu ini aktivitas geomagnetik dalam keadaan tenang dan tidak terjadi *x-ray solar flare*.



Gambar 9 Plot deviasi $h'F$ tanggal 22 Maret 2005 (6 hari sebelum gempa).

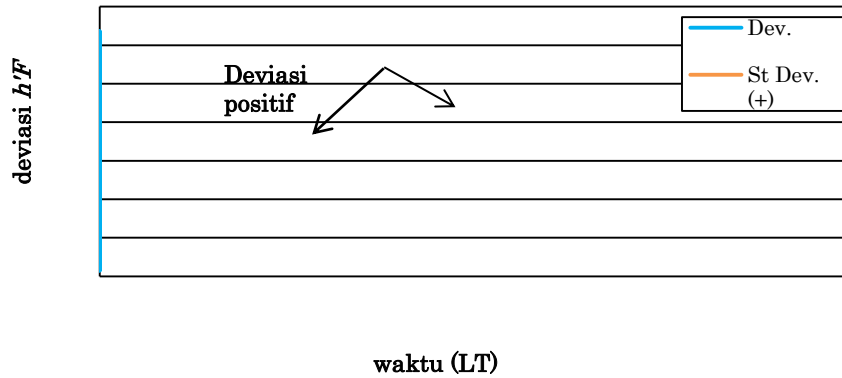


Gambar 10 Plot variasi harian $h'F$ tanggal 22 Maret 2005.

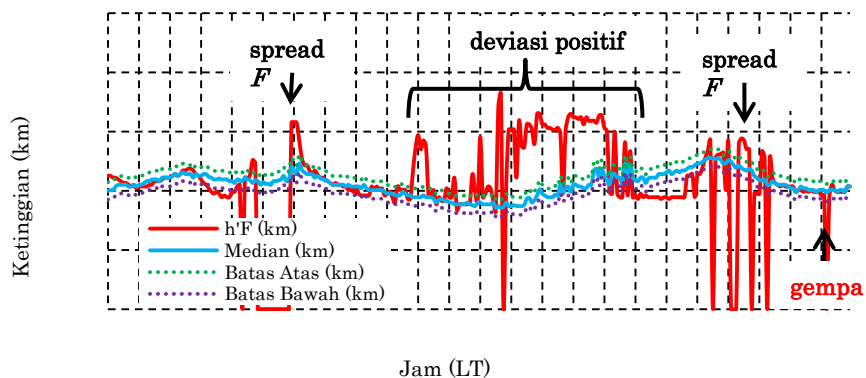
Selanjutnya, deviasi positif juga terlihat pada pukul 12.45 – 13.55 WIB dengan nilai deviasi positif maksimum adalah 103,5 yang terjadi pukul 13.55 WIB. Nilai $h'F$ mencapai ketinggian maksimum mencapai 306 km pada pukul 13.55 WIB. Deviasi positif yang terjadi pukul 12.45 – 13.55 WIB masih kuat dipengaruhi oleh intensitas penyinaran matahari.

Nilai deviasi positif kembali terlihat pada pukul 18.25 - 19.55 WIB. Asumsi bahwa intensitas matahari mulai mengalami penurunan saat matahari terbenam, maka mulai pukul 18.25 WIB seharusnya nilai $h'F$ mengalami penurunan. Tetapi nilai $h'F$ tetap mengalami kenaikan (deviasi positif) hingga pukul 19.55 WIB dengan ketinggian maksimum mencapai 324 km pada pukul 19.45 WIB.

Aktivitas geomagnetik dalam keadaan tenang dan tidak terjadi *X-Ray Solar flare* sehingga anomali $h'F$ yang terjadi pada pukul 18.25 - 19.55 WIB direkomendasikan sebagai prekursor gempa. Variasi harian nilai deviasi dan anomali $h'F$ tanggal 28 Maret 2005 dapat dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 12 sebagai berikut.



Gambar 11 Plot deviasi $h'F$ tanggal 28 Maret 2005 (tanggal terjadinya gempa).



Gambar 12 Plot variasi harian $h'F$ tanggal 28 Maret 2005.

Variasi harian nilai deviasi tanggal 28 Maret 2005 (tanggal terjadinya gempa) menunjukkan terjadinya deviasi positif pada pukul 09.50 – 16.50 WIB dengan nilai deviasi positif terbesar adalah 192 (pukul 12.40 WIB). Deviasi positif yang terjadi pukul 04.40 – 06.10 WIB merupakan deviasi yang terjadi akibat kemunculan *spread F*, ditandai dengan grafik $h'F$ yang terputus. Sedangkan untuk deviasi positif pukul 09.50 – 16.50 WIB merupakan deviasi positif yang terjadi akibat intensitas penyinaran matahari yang kuat.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis kualitatif yang telah dilakukan terhadap hasil *scalling* data ionogram sebelum terjadinya gempa Nias 28 Maret 2005 diperoleh kesimpulan sbb

Terjadi anomali ketinggian lapisan $h'F$ sebanyak 3 kali yang dimulai 7 hari sebelum terjadinya gempa Nias yaitu tanggal 21, 22 dan 28 Maret 2005.

Anomali ini diprediksi berkaitan dengan aktivitas gempa Nias karena tidak adanya badai geomagnetik dan badai matahari pada periode ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada pihak Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) yang telah memberikan ijin penggunaan data ionosonda FMCW dari LAPAN SPD Kototabang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kaloka, S., Jiyo, Suhartini, S., Perwitasari, S., Mardiani, A. S., Dear, V. et al, 2010, Lapisan Ionosfer, Prediksi Frekuensi dan Teknis Komunikasi Radio (Jiyo, Ed), Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa LAPAN, Bandung.
- [2] Ednofri, 2009, Implementasi Metoda Case Based Reasoning untuk Mendukung Proses Scaling Data Ionogram Ionosonda (Studi Kasus : Ionosonda FMCW Stasiun Pengamat Dirgantara LAPAN Kototabang, Kec. Palupuh, Ka. Agam, Sumatera Barat), *Tesis*, PPS FMIPA Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [3] Radio Komlek, 2013, Sistem Komunikasi Radio HF, <http://radio.komlek.net/sistem-komunikasi-radio-high-frequency/> diakses Juni 2013.
- [4] Pulinets S. A., dan Boyarchuk K., 2004, Ionospheric Precursors of Earthquakes, Springer-Verlag, Berlin.
- [5] Pulinets S. A., 2004, Ionospheric Precursors of Earthquake: Recent Advances Theory and Practical Applications, Vol. 15, No. 3, TAO.
- [6] Pulinets S. A., Legen'ka A. D., Gaivoronskaya T.V. dan Depeuv V. K., 2003, Main Phenomenological Features of Ionospheric Precursors of Strong Earthquake, *Jurnal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, Vol. 65.
- [7] Tsolis G. S., dan Xenos T. D., 2009, Seismo-ionospheric Coupling Correlation Analysis of Earthquakes in Greece Using Empirical Mode Decomposition, Vol. 16, Hal. 123-130, *Proseses Geophys.*, No-nlin.
- [8] Jiyo, 2008, Metode Pembacaan Data Ionosfer Hasil Pengamatan Menggunakan Ionosonda FMCW, *Berita Dirgantara*, Vol. 2, No. 9, LAPAN, Bandung.

GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
SAINS



2014
Semirata
Bidang MIPA

FENOMENA KULMINASI MATAHARI TERHADAP POLA CURAH HUJAN DI KOTA PONTIANAK

THE EFFECTS OF SOLAR CULMINATION TO RAINFALL PATTERN IN PONTIANAK CITY

Andi Ihwan

Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Tanjungpura, Pontianak,
e-mail: iwankonjo@yahoo.com

ABSTRACT

In generally monthly rainfall in Indonesia including Pontianak City can form pattern causing the happening of season. One of cause factor forming of rainfall pattern in Pontianak City is annual movement of sun where sun will ever reside in to the equator (Pontianak) twice in one year namely at 21 March and 23 September. Result of periodic analysis from Pontianak City monthly rainfall series time data use Fast Fourier Transport method (FFT) and Wavelet show monthly rainfall period for Pontianak of most dominant is six monthly. Pursuant to periodic pattern of hence rainfall in Pontianak more trend to have Zenithal/equatorial pattern. Besides period six the monthly, there are also other pattern among period one with is other.

Keyword: climatic, monsoon, equator, fast fourier transform, wavelet

ABSTRAK

Secara garis besar curah hujan bulanan di Indonesia termasuk di Kota Pontianak dapat membentuk suatu pola yang menyebabkan terjadinya musim. Salah satu faktor penyebab terbentuknya pola curah hujan di Kota Pontianak adalah pergerakan semu tahunan matahari dimana matahari akan senantiasa berada di atas equator (Kota Pontianak) dua kali dalam setahun yakni pada 21 Maret dan 23 September. Hasil analisis periodik dari data time series curah hujan bulanan Kota Pontianak menggunakan metode *Fast Fourier Transport* (FFT) dan Wavelet menunjukkan periode curah hujan bulanan untuk Kota Pontianak yang paling dominan adalah enam bulanan. Berdasarkan pola periodiknya maka curah hujan di kota Pontianak lebih cenderung berpola Zenithal/equatorial. Selain periode enam bulanan tersebut, terdapat juga pola-pola lainnya yang bervariasi antara periode satu dengan yang lainnya.

Kata kunci: iklim, monsun, equator, transformasi fourier cepat, wavelet

PENDAHULUAN

Pola Musim Di Wilayah Indonesia.

Fenomena iklim/cuaca di Indonesia sangat kompleks dimana banyak parameter yang dapat mempengaruhi iklim tersebut diantaranya adalah fenomena gerak semu tahunan matahari, topografi serta letak Indonesia yang berada di antara dua benua (Asia dan Australia) serta dua samudera (Hindia dan Pasifik). Pergerakan semu tahunan matahari itulah yang menyebabkan adanya sirkulasi udara dari lintang utara ke lintang selatan atau sebaliknya melalui wilayah Indonesia. Sirkulasi ini yang membentuk pola musim (curah hujan) di Indonesia [1]. Pola curah hujan di Indonesia pada dasarnya ada tiga tipe yakni pola musonal (Annual Oscillation (AO)) yang disebabkan oleh angin monsun, pola equatorial disebabkan oleh titik kulminasi matahari (Semi Annual Oscillation (SAO)) dan pola Lokal [2]. (Gambar 1).



Gambar 1. Pola curah hujan bulanan: warna putih pola curah hujan jenis monsun, warna hijau pola curah hujan equatorial dan warna merah pola curah hujan lokal. [2]

Disamping sirkulasi antar benua (Asia/utara dan Australia/selatan) terdapat juga sirkulasi barat-timur. Sirkulasi tersebut terkadang dapat mempengaruhi pola musim di Indonesia. Fenomena tersebut diantaranya Osilasi Madden-Julian (MJO), kejadian Enso di samudera Pasifik Equator dan kejadian Dipole Mode di Samudera Hindia Equator [3].

Berdasarkan Gambar 1, di atas terlihat bahwa wilayah yang berada di garis khatulistiwa, potensi pola curah hujan bulannya berpola equatorial yakni mempunyai dua puncak curah hujan dalam satu tahunnya yakni pada akhir bulan April dan akhir bulan September namun tidak semua ada beberapa faktor pula curah hujan bulanan terbentuk diantaranya adalah pergerakan semu tahunan matahari serta faktor cadangan air yang ada di wilayah tersebut. Dalam makalah ini dikaji periode-periode yang dominan pada data time series curah hujan bulanan Kota Pontianak serta menginterpretasi gejala alam yang diduga mempengaruhi terjadinya pola berdasarkan pada periode dominan pada data tersebut.

Metode Fast Fourier Transform (FFT) dan Transformasi Wavelet.

Untuk menganalisis perioditas dari sebuah data time series maka perlu dilakukan transformasi data dari domain waktu ke domain frekuensi. Beberapa metode transformasi dapat digunakan diantaranya adalah metode FFT. Transformasi Fourier dari suatu fungsi waktu $f(t)$ didefinisikan sebagai [4]:

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cdot e^{-j\omega t} dt \quad (1)$$

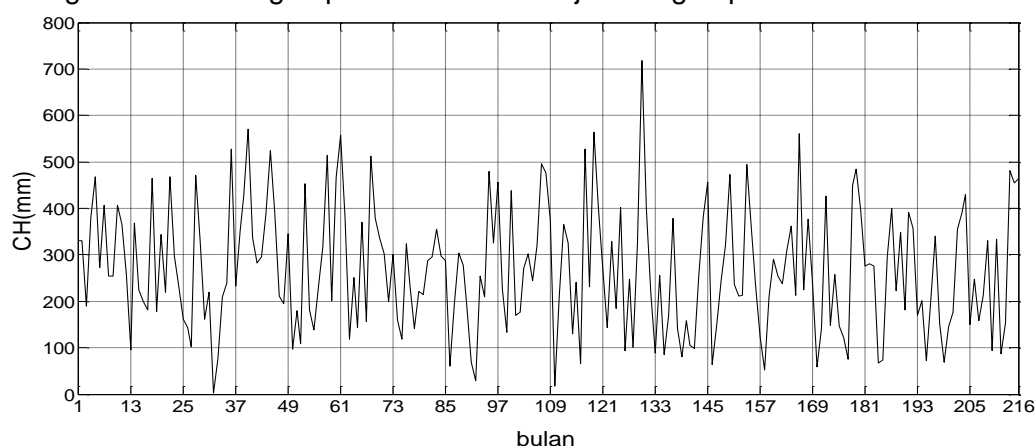
$F(\omega)$ adalah fungsi domain frekuensi ($\omega = 2\pi f$)

Pola curah hujan dapat dianggap sebagai fungsi yang bersifat non-stasioner. Oleh karena itu untuk mengetahui perioditas (frekuensi konten) dan kapan terjadinya diperlukan suatu transformasi wavelet yakni dapat menampilkan Waktu-Frekuensi/Periodik dari fungsi tersebut [5]. Transformasi wavelet kontinyu didefinisikan sebagai [6]:

$$W(\omega, \tau; x(t)) = \omega^{1/2} \int x(t) f^*(\omega(t - \tau)) dt \quad (2)$$

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder curah hujan bulanan selama 18 tahun dari 1995 s/d 2012 (Gambar 1). Data tersebut diperoleh dari Dinas PU Propinsi Kalimantan Barat. Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah: Pertama, data time series (data curah hujan) ditransformasikan ke dalam bentuk domain frekuensi menggunakan algoritma FFT. Data dalam domain frekuensi tersebut diubah ke bentuk periodik, tujuannya adalah untuk mengamati fenomena alam yang dominan mempengaruhi periode curah hujan di Kota Pontianak. Langkah berikutnya adalah mengkompositkan data curah hujan bulanan dan menfiltranya berdasarkan periode SAO. Kemudian data time series tersebut diolah menggunakan metode wavelet, tujuannya adalah mengamati tahun-tahun pengaruh kulminasi matahari kuat terhadap pola curah hujan di Kota Pontianak. Langkah terakhir adalah menganalisis hubungan perioditas curah hujan dengan perioditas kulminasi matahari.

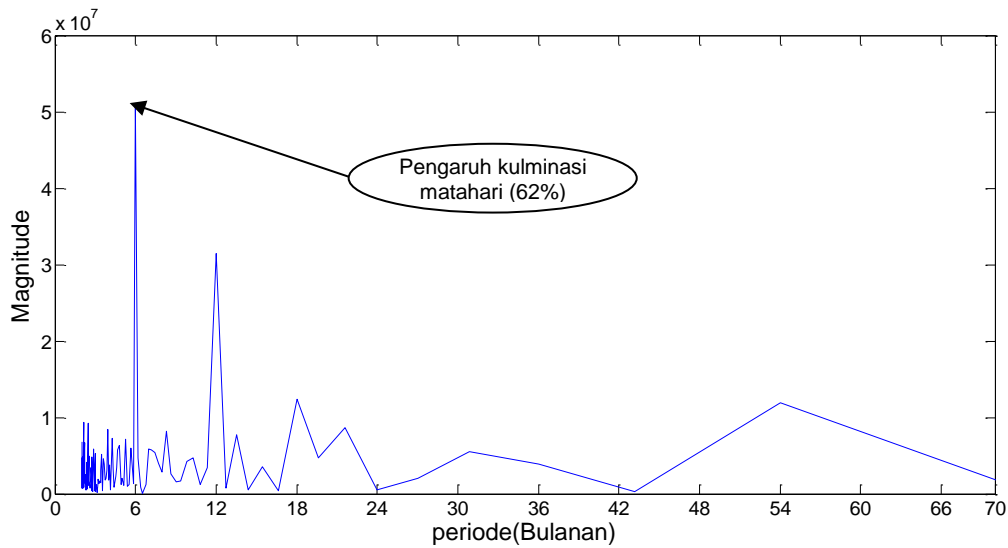


Gambar 1. Data curah hujan dalam domain waktu (Sumber: Dinas PU Propinsi Kalbar)

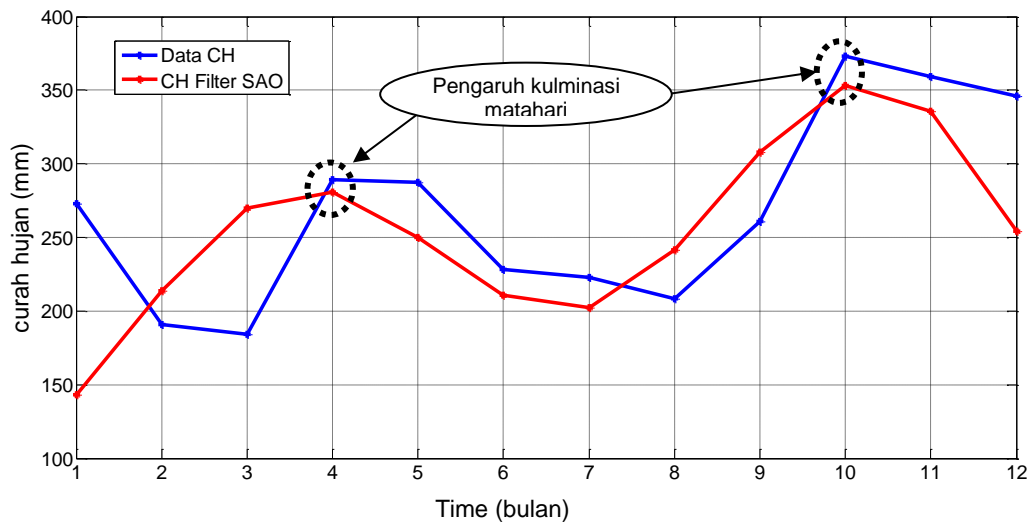
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola curah hujan bulanan dalam satu tahunnya di Kota Pontianak dapat dilihat dari nilai periode bulanannya. Data time series yang telah ditransformasikan ke domain frekuensi/periode (Gambar 2) memperlihatkan bahwa periode yang paling dominan adalah periode enam bulanan (62%), ditunjukkan dengan nilai magnitude maksimum pada periode enam bulanan tersebut. Pola enam bulanan ini jika dikaitkan dengan fenomena alam maka pola ini lebih dekat dengan fenomena kulminasi matahari. Dimana fenomena ini terjadi dua kali dalam satu tahunnya (21 Maret dan 23 September). Pernyataan tersebut di atas dikuatkan dengan grafik curah hujan rata-rata bulanan dengan filter Semi Annual Oscillation (SAO) (Gambar 3), pada gambar tersebut menunjukkan bahwa curah hujan maksimum Kota Pontianak terjadi pada bulan April dan bulan Oktober, begitupun nilai SAO menunjukkan nilai maksimum dikedua bulan tersebut. Diduga pada bulan-bulan tersebut Kota Pontianak mendapatkan paparan radiasi matahari maksimum.

Kedekatan pola curah hujan Kota Pontianak dengan fenomena kulminasi matahari, disebabkan karena kota tersebut terletak di garis khatulistiwa, disamping itu juga dalam kota terdapat cadangan air berupa sungai yang sangat besar (sungai Kapuas) dan tutupan tanahnya merupakan tanah gambut yang banyak menyimpan air. Sumber air tersebut berpotensi untuk menjadi uap air pada saat radiasi matahari sangat kuat (yakni pada saat titik kulminasi). Jika dihubungkan dengan pola curah hujan yang ada di Indonesia maka pola curah hujan di Kota Pontianak berpola zenithal/equatorial.



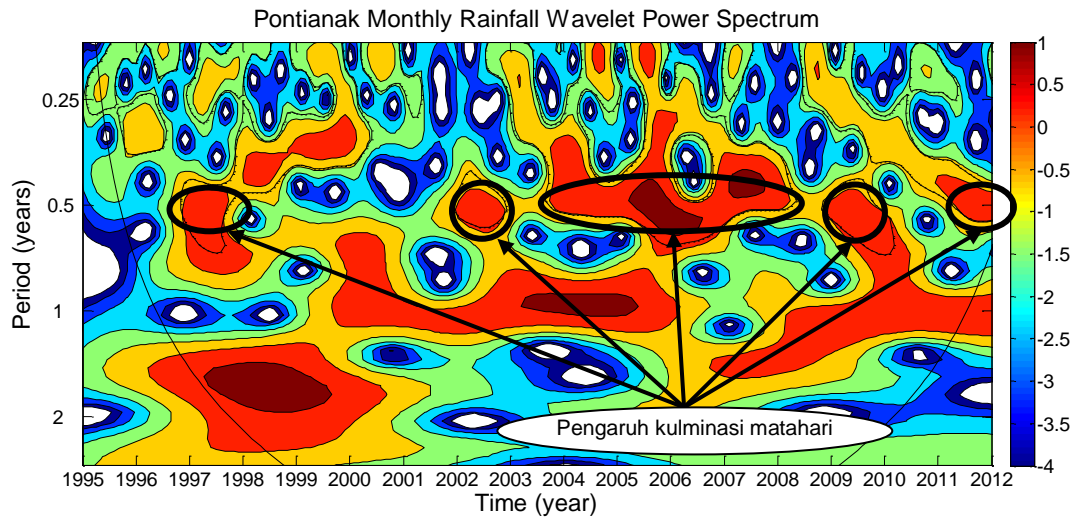
Gambar 2. Grafik periode curah hujan bulanan Kota Pontianak



Gambar 3. Komposit data curah hujan bulanan Kota Pontianak.

Periode curah hujan Kota Pontianak yang dominan selain enam bulanan adalah periode duabelas bulanan (satu tahunan). Periode ini lebih dipengaruhi oleh angin monsun. Pengaruh angin monsun ini terhadap curah hujan Kota Pontianak hanya sekitar 38%. Selain kedua periode tersebut terdapat pula periode - periode curah hujan bulanan di Kota Pontianak yang mempunyai magnitude yang kuat, periode-periode ini diindikasikan akibat kondisi lokal dan kejadian-kejadian alam lainnya yang dapat mempengaruhi curah hujan di kota tersebut, diantaranya akibat kejadian *El-Nino South Oscilation (ENSO)* dan *Dipole Mode (DM)*.

Walaupun fenomena kulminasi matahari terjadi setiap tahun namun pengaruhnya terhadap curah hujan di Kota Pontianak tidak tiap tahun. Gambar 4 menunjukkan pengaruh fenomena kulminasi matahari pada periode 0,5 tahunan sangat kuat pengaruhnya pada tahun-tahun 1997, 2002, 2004-2008 dan 2011, yang ditunjukkan pada warnah merah gelap.



Gambar 4. Curah hujan rata-rata bulanan Kota Pontianak.

KESIMPULAN

Gerak semu tahunan matahari menyebabkan curah hujan bulanan di Kota Pontianak maksimum pada saat matahari berada di equator yakni setiap akhir Maret dan akhir September sehingga pola curah hujan bulannya adalah pola enam bulanan, dengan dua puncak curah hujan dalam satu tahunnya yang dikenal dengan pola Equatorial/Zenithal.

Selain pola enam bulanan, terdapat pula pola-pola lainnya yang mempengaruhi pola curah hujan di Kota Pontianak. Pola-pola ini bergantung pada kejadian alam seperti angin monsun, ENSO dan DM yang perlu pengkajian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ramage C.S., 1971, Monsoon Meteorology, Academic Press Inc., International Geophysics Series, Vol. 15.
- [2] Tjasjono B., 2004, Klimatologi, Edisi kedua, Penerbit ITB, Bandung.
- [3] Hendon H. H., 2003, Indonesian Rainfall Variability; impacts of enso and local air-sea interaction, J. Climate, 16: 1775–1790
- [4] Susilawati I., 2009, Sistem Pengolahan Sinyal: Transformasi Fourier Cepat, Universitas Mercubuana.
- [5] A. Grinsted, J. C. Moore, and S. Jevrejeva, 2004, Application of the cross wavelet transform and wavelet coherence to geophysical time series, Nonlinear Processes in Geophysics, 11: 561–566
- [6] Foster G., 1996, Wavelet for Period Analysis of Unevenly Sampled Time Series, The Astronomical Journal, 112: 1709–1729

VARIASI SIKLUS HARIAN CURAH HUJAN PADA SAAT MADDEN JULIAN OSCILLATION DI SUMATERA

DIURNAL CYCLE OF RAINFALL VARIATION DURING MADDEN-JULIAN OSCILLATION OVER SUMATERA

Rahmi Ariani^{1*}, Akhmad Faqih¹, Rahmat Hidayat¹, Tania June¹

Institut Pertanian Bogor, Bogor^{1*}
rahmi.ariani@gmail.com, Departemen Geofisika dan Meteorologi IPB, Dramaga, Bogor

ABSTRACT

The Madden Julian Oscillation (MJO) play important role on rainfall variability in Indonesia. The TRMM V6 3B42 was employed to analyze diurnal cycle of rainfall over Sumatera during MJO events. The diurnal cycle of rainfall over land and sea show a distinct contrast. The rainfall over land is maximum in the afternoon (15 LT) while over sea in the evening (21 LT). During MJO events, the variation of diurnal cycle of rainfall is clearly shown. During phase 2 and 3 the diurnal cycle is dominant, indicating that the active convective activity over Indian Ocean enhances the diurnal cycle and increase rainfall over the westcoast of Sumatera. the diurnal variation remains during phase 1 and 4, although it is weaker than phase 2 and 3. On the other hand, when the convective activity is suppressed over Indian Ocean and the atmosphere is drier during phase 5 to 8, diurnal cycle of rainfall is weak and the rainfall over Sumatera decreases.

Keywords: diurnal cycle, Madden-Julian oscillation, sumatera, TRMM.

ABSTRAK

Fenomena Osilasi Madden-Julian (MJO) mempunyai pengaruh yang besar terhadap keragaman curah hujan di Indonesia, oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan analisa terhadap siklus harian curah hujan di Sumatera selama terjadinya MJO. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data satelit TRMM V6 3B42. Dari penelitian ini bisa disimpulkan bahwa siklus harian curah hujan sangat dominan di Sumatera. Curah hujan di daratan mencapai puncaknya pada sore hari jam 15 waktu setempat, sedangkan di lautan mencapai puncaknya pada malam hari setelah jam 21 waktu setempat. Pada saat terjadi MJO, variasi siklus diurnal terlihat dengan sangat jelas. Pada fase 2 dan 3 siklus harian sangat dominan, mengindikasikan bahwa aktifitas konvektif yang dominan yang terjadi pada fase ini di daerah Samudera Hindia memperkuat terjadinya siklus harian dan meningkatkan jumlah curah hujan yang diterima di pantai barat Sumatera. Pada fase 1 dan 4 masih terlihat variasi harian walaupun tidak sekuat pada fase 2-3. Sedangkan pada fase 5-8, dimana aktifitas konveksi di Sumatera sedang mengalami penurunan dan atmosfer lebih kering dari biasanya, siklus diurnal sangat lemah dan curah hujan di Sumatera mengalami penurunan.

Katakunci: Madden-Julian Oscillation, siklus diurnal, Sumatera, TRMM.

PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia yang dikenal dengan benua maritim (maritime continent) berada di daerah tropis dan dikelilingi oleh lautan yang hangat sehingga aktivitas konvektif, yang mempunyai peranan penting dalam pertukaran energi dan uap air di bumi, terjadi sangat efektif di wilayah Indonesia. Aktifitas konvektif ini menyediakan uap air yang besar di atmosfer sehingga Indonesia menerima banyak curah hujan. Siklus diurnal yang diakibatkan oleh aktivitas konvektif dinyatakan sangat dominan di daerah daratan tropis dan menyumbang

curah hujan paling besar di Indonesia, terutama wilayah dengan kondisi topografi yang kompleks.

Penelitian terdahulu menggunakan satelit Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) menunjukkan bahwa hujan disebabkan oleh sistem konvektif berskala meso di pantai barat pulau Sumatera lebih besar diakibatkan oleh siklus diurnal [1,2,3,4] menunjukkan bahwa di Sumatera terbentuk super cloud cluster (SCC) yang bergerak dari samudera Hindia ke arah timur dan tertahan di daerah barat Indonesia disebabkan karena topografi yang kompleks dari pulau Sumatera. Pustaka [5], mengungkapkan fenomena ini telah ditemukan oleh Prof. Braak dan dikenal dengan sebutan garis badai (squall lines), dimana awan cumulus dan cumulonimbus terbentuk sepanjang sekitar 200 km di Pulau Sumatera pada waktu terjadinya monsoon barat daya (Mei – September).

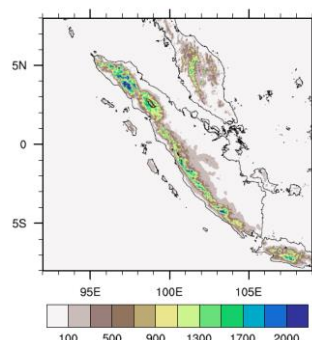
Madden-Julian Oscillation (MJO) yang merupakan osilasi dengan periode 20-90 hari menyebabkan peningkatan aktifitas konvektif dan mempengaruhi keragaman curah hujan di Indonesia [6,7,8]. Osilasi ini bergerak dari Afrika (barat Samudera Hindia) menuju Samudera Pasifik dan diikuti dengan aktifitas konvektif yang kuat sehingga membuat daerah yang dilaluinya memiliki curah hujan yang tinggi. Pustaka [8] menemukan bahwa MJO pada fase aktifnya menyebabkan peningkatan awan konvektif pada siklus diurnal baik di darat maupun di laut pada wilayah Samudera Hindia, Indonesia dan Samudera Pasifik. Penelitian yang dilakukan [6] menunjukkan bahwa pada fase 2 dan 3 MJO Samudera Hindia bagian timur mengandung uap air yang berlimpah di atmosfernya dan mempunyai peranan penting dalam terbentuknya dua puncak hujan harian di pantai barat Sumatera.

Penelitian ini mempelajari karakteristik diurnal curah hujan di Sumatera pada saat terjadinya fenomena MJO di Sumatera. Parameter yang digunakan dalam menganalisa karakteristik siklus harian ini yaitu intensitas curah hujan dari satelit TRMM. Penelitian ini penting dilakukan agar kajian mengenai resiko iklim kedepeannya bisa dilakukan. Siklus diurnal penting di bidang iklim karena terjadi secara teratur dan secara berulang. Mempelajari proses dalam skala kecil ini juga akan bermanfaat untuk meningkatkan kemampuan prediksi iklim regional, dimana merupakan aspek yang penting dalam meningkatkan kemampuan modeling dalam aplikasi iklim lokal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data intensitas curah hujan dari satelit Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) V6 3B42 untuk periode 11 tahun yaitu dari tahun 2000-2010. Data TRMM ini mempunyai resolusi temporal 3 jam dan spasial $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$. Produk TRMM 3B42 adalah hasil integrasi ekstraksi citra ketiga sensor TRMM (VIRS, TMI, dan PR) dengan Infra-Red Data dan Global Precipitation Index (GPI) [9]. Resolusi waktu dan spasial yang tinggi menjadikan data TRMM layak digunakan untuk mengkaji siklus harian dan distribusi spasial curah hujan di Sumatera dan asosiasinya dengan kejadian MJO. Pada penelitian ini, klimatologi dari curah hujan musiman (rata-rata dari intensitas curah hujan pada musim hujan dan kemarau) dihitung untuk mengkaji karakteristik umum dari siklus diurnal curah hujan. Untuk mengkaji pengaruh MJO terhadap siklus diurnal, dilakukan bandpass filter (20-90 hari), hal ini dilakukan agar didapatkan anomali curah hujan yang hanya disebabkan oleh MJO karena curah hujan di Sumatera juga dipengaruhi oleh fenomena iklim lain seperti IOD dan ENSO. Dengan menggunakan band-pass filter, osilasi pada data curah hujan yang disebabkan oleh fenomena iklim lain selain MJO akan dihilangkan dari data. Setelah didapatkan data anomali hasil dari bandpass filter, data TRMM dianalisis komposit per fase

kejadian MJO sehingga didapatkan anomali curah hujan pada masing-masing fase MJO. Sedangkan untuk mengkaji variasi harian serta arah dan kecepatan perambatan curah hujan, dilakukan cross section analysis dengan merata-ratakan CH pada wilayah 2,5°LS-2,5°LU.



Gambar 1 Domain penelitian

Penentuan fase dan kekuatan dari MJO ditentukan berdasarkan kriteria yang ditemukan oleh [10], yaitu dari komponen utama (RMM1 dan RMM2) dari angin zonal pada ketinggian 850 dan 200 hPa dekat ekuator (15°LS-15°LU) dan OLR. Pustaka [10] menentukan 8 fase dari MJO berdasarkan daerah yang dilaluinya. Fase 1 ditentukan ketika pusat dari aktifitas konvektif (konvergensi permukaan) berlokasi di dekat Afrika. Fase 2 dan 3 di Samudera Hindia, fase 4 dan 5 di kepulauan Indonesia, fase 6 dan 7 di Pasifik barat dan fase 8 di Pasifik timur. Di penelitian ini kejadian MJO yang digunakan untuk analisis komposit diidentifikasi menggunakan dua kriteria, yaitu amplitude dari indeks MJO harus lebih besar dari satu dan fase MJO harus terjadi berurutan dari fase 1 sampai dengan fase 8. Analisis komposit MJO ini hanya dilakukan pada musim hujan dimana MJO menunjukkan signal yang paling kuat dari variasi seasonalnya. Berdasarkan kriteria ini didapatkan 21 kejadian MJO dari 2000-2010. Analisis komposit dilakukan untuk masing-masing fase MJO dengan menggunakan data intensitas curah hujan TRMM.

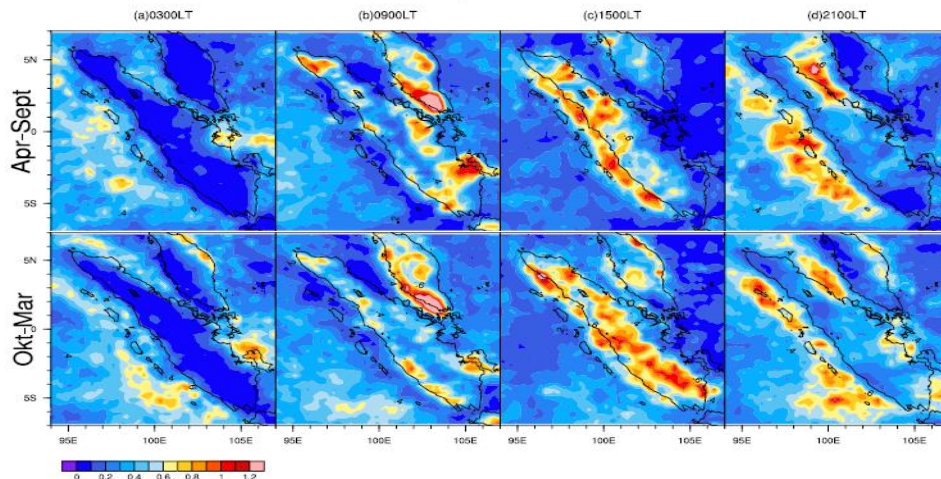
HASIL DAN PEMBAHASAN

Siklus Harian Curah Hujan di Sumatera

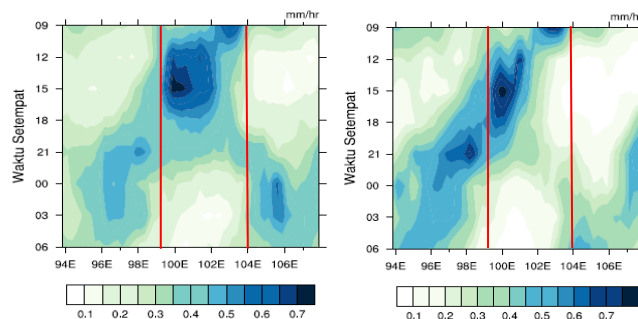
Gambar 2 yang menunjukkan sebaran horizontal curah hujan di wilayah Sumatera dengan jelas memperlihatkan adanya variasi diurnal curah hujan di pulau ini baik pada musim hujan maupun musim kemarau. Pada pagi hari jam 3 waktu setempat, hujan dengan intensitas sedang terukur di lautan sedangkan di daratan intensitas hujan sangat kecil, bahkan mendekati nol. Pada jam 9 hujan mulai terjadi di sebagian daerah dekat pantai barat maupun timur Sumatera. Sedangkan pada jam 3 curah hujan dengan intensitas yang besar terukur di darat. Pada malam hari jam 21 hujan dengan intensitas cukup besar terjadi lagi di laut. Bisa disimpulkan bahwa di darat curah hujan maksimum terjadi pada sore hari sedangkan di laut hujan maksimum terjadi pada malam sampai dengan pagi hari. Hujan pada siang hari di daratan ini disebabkan oleh angin laut dan angin lembah yang didorong oleh radiasi pada siang hari. Hal ini sejalan dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [1] yang menyatakan bahwa hujan awalnya terbentuk di sekitar pegunungan di bagian pantai barat Sumatera lalu berpindah ke darat maupun laut di malam hari. Jika dilihat dari kedua musim (musim kemarau dan musim hujan), bisa dikatakan curah hujan mempunyai pola diurnal yang sama. Hanya dibedakan oleh amplitude atau besarnya nilai curah hujan. Hal ini menunjukkan bahwa pola harian atau sirkulasi lokal sangat kuat di

Sumatera sehingga walalupun ada perbedaan karakteristik arah angin akibat perubahan musim, pola harian curah hujan tidak mengalami perubahan yang signifikan.

Curah hujan pada sore hari yang terjadi di dataran lebih besar terukur di bagian barat Pegunungan yang melintang di Sumatera (daerah datangnya angin/windward) dibandingkan dengan curah hujan dibalik pegunungan (daerah bayangan hujan/leeward). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi topografi Sumatera yang berupa pegunungan mempengaruhi penerimaan curah hujan di pulau ini dan menyebabkan terjadinya inhomogenitas antara bagian barat dan timur pegunungan. Hasil ini sejalan dengan penelitian [11] yang menemukan bahwa curah hujan maksimum di daerah tropis Asia terjadi di daerah windward.



Gambar 2 Distribusi spasial rata-rata intensitas curah hujan TRMM (mm/jam) untuk periode 2010-2010.



Gambar 3 Plot waktu-longitude dari rata-rata variasi harian curah hujan TRMM (mm/jam) untuk periode 2000-2010 (rata-rata 2,5LS-2,5LU). Garis vertikal merah menunjukkan garis pantai barat Sumatera.

Curah hujan yang teramati berdasarkan plot waktu-longitude pada Gambar 3 menunjukkan bahwa konveksi sangat aktif terjadi di Pulau Sumatera pada siang-sore hari. Pada musim hujan curah hujan di daratan Sumatera dengan intensitas 0.4 mm/jam mulai terjadi pada pagi hari jam 9, lalu mengalami puncaknya pada sore hari jam 15 dan terus berlanjut sampai dengan malam jam 21. Setelah jam 21 hujan mulai bermigrasi dari darat menuju laut baik ke arah pantai barat maupun timur dari pulau Sumatera. Curah hujan di laut ini terjadi dari malam setelah jam 21 sampai dengan pagi hari sekitar jam 3 di bagian barat dan sekitar jam 6 di bagian timur pulau Sumatera. Sedangkan pada musim kemarau curah hujan dengan intensitas 0.4 mm/jam baru mulai terukur pada sekitar jam 12. Curah hujan pada musim ini sama-sama mencapai puncaknya pada jam 15, namun migrasi ke laut mulai terjadi dari jam 18 sore. Migrasi hujan pada musim ini hanya terjadi ke arah laut barat Sumatera. Pustaka [2] yang melakukan penelitian di Sumatera tentang migrasi awan dari Mei

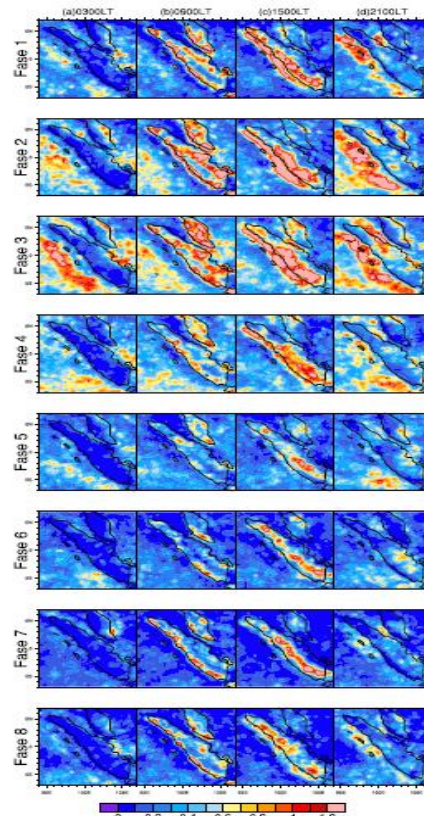
2001- April 2002 menemukan bahwa migrasi awan kearah barat terjadi sepanjang tahun namun migrasi kearah timur sebagian besar tidak terjadi pada bulan Mei-September. Menurut [2] migrasi ke arah timur hanya terjadi apabila angin baratan sedang terjadi atau super cloud cluster (SCC) sedang bergerak kearah timur akibat keberadaan Intertropical Convergence Zone (ITCZ). Pada musim ini besarnya curah hujan mengalami penurunan seiring dengan jauhnya jarak dengan garis pantai Sumatera. Kecepatan migrasi dari sirkulasi harian ini yaitu 9 m/s baik pada musim hujan maupun pada musim kemarau. Penelitian yang dilakukan [1] tentang migrasi curah hujan dari tahun 1998-2000 mendapatkan kecepatan rata-rata dari migrasi curah hujan di Sumatera yaitu sebesar 10 m/s.

Jika dilihat dari besarnya intensitas curah hujannya, curah hujan di daratan lebih besar daripada curah hujan di lautan. Hal ini diakibatkan karena hujan yang terjadi pada siang hari disebabkan oleh aktivitas konveksi yang kuat sehingga membawa banyak uap air ke atmosfer. Sedangkan curah hujan pada malam hari merupakan hujan awan statiform dan sisa dari hujan konvektif yang terjadi di daratan sehingga curah hujan yang terukur kecil [1]. Siklus diurnal dengan jelas terlihat dari proses ini dan menunjukkan bahwa Sumatera yang berbatasan dengan lautan mengalami sirkulasi angin darat dan angin laut serta angin gunung dan lembah yang berskala lokal.

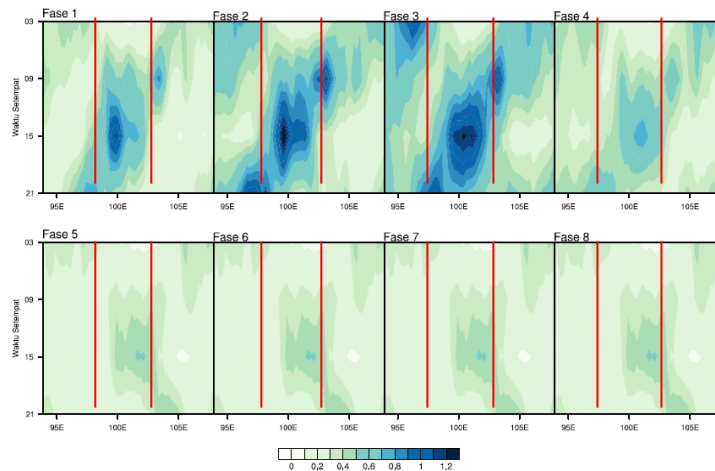
Siklus harian curah hujan pada saat MJO

Gambar 4 menunjukkan bahwa curah hujan pada saat terjadinya MJO baik di lautan maupun di pulau Sumatera sangat bervariasi. Variasi ini disebabkan karena dari fase 1 sampai fase 8 MJO mengalami propagasi dari Afrika ke Samudera Pasifik barat sehingga peningkatan dan penurunan aktivitas konvektif pada suatu wilayah akibat MJO berbeda pada masing-masing fasenya. Dari gambar diatas, curah hujan terus mengalami peningkatan dari fase 1 ke fase 2 dan mencapai puncak (curah hujan paling besar selama ke-8 fase) pada fase 3. Pada fase MJO 2 ke 3 ini, terjadi peningkatan aktivitas konvektif di wilayah Samudera Hindia sehingga membawa banyak uap air ke daerah daratan Sumatera, berdasarkan penelitian [6], pada fase ini angin baratan sedang menguat dan dominan di timur Samudera Hindia. Curah hujan mulai mengalami penurunan lagi pada fase 4, walaupun masih dilihat curah hujan yang cukup besar. Pada fase ini MJO sedang berada di wilayah kepulauan Indonesia dan angin baratan masih dominan di wilayah Samudera hindia dan Indonesia sehingga masih ada uap air yang dibawa ke daratan Sumatera. pada fase 5-8 curah hujan sangat sedikit di wilayah Sumatera. Pada fase ini MJO telah menuju wilayah Samudera Pasifik.

Jika dilihat dari variasi harian, Pada fase 1-3, amplitude siklus diurnal dari Curah hujan sangat besar, terlihat jelas perbedaan waktu puncak hujan di darat dan lautan. Pada sore hari terlihat curah hujan sangat besar di daerah pantai barat dan pegunungan Sumatera dan pada pagi hari curah hujan terjadi pada daerah lautan. Besarnya variasi diurnal pada fase 1-3 ini menunjukkan bahwa MJO mendorong terjadinya peningkatan siklus harian di Sumatera yang disebabkan peningkatan aktivitas konveksi di wilayah Samudera Hindia dan Sumatera. Pada fase 4 walaupun besarnya curah hujan mengalami penurunan namun masih bisa dilihat adanya variasi diurnal curah hujan. Mulai dari fase 5-6 curah hujan sangat kecil dan variasi diurnal tidak terlihat dengan jelas. Pada fase 7-8 curah hujan kembali mengalami peningkatan dan variasi diurnal lebih kuat daripada fase 5-6.



Gambar 4 Rata-rata variasi harian intensitas curah hujan TRMM (mm/jam) pada setiap fase MJO. Komposit dari 21 event MJO tahun 2000-2010.



Gambar 5 Plot waktu-longitude dari rata-rata variasi diurnal pada setiap fase MJO (rata-rata 2.5LS- 2.5LU; mm/jam). Garis merah merupakan garis pantai barat Sumatera.

Gambar 5 menunjukkan plot waktu-longitude dari rata-rata variasi diurnal yang dikomposit per fase MJO. Seperti yang bisa dilihat dari gambar 4, siklus diurnal curah hujan sangat berbeda pada setiap fase MJO. Curah hujan yang paling besar bisa diamati pada fase 2 dan fase 3 dan konveksi sangat aktif terjadi di Pulau Sumatera. Pada fase 1-3 terlihat jelas bahwa siklus harian sangat dominan, dimana pada siang hari hujan mulai terbentuk di daratan, pada malam hari hujan mulai berpindah ke arah barat menuju lautan. Pada fase 4 siklus diurnal mulai melemah namun tetap memiliki pola migrasi yang sama dengan fase 1-3. Kecepatan perambatan dari fase 1-3 yaitu 15 m/s. Hal ini menunjukkan terjadinya

peningkatan kecepatan dari siklus diurnal biasa yang terjadi diluar pengaruh MJO. Pada fase 5-8 dimana curah hujan sangat kecil, migrasi dari darat dan lautan tetap terjadi. Pada fase ini, migrasi yang lebih dominan pada malam hari yaitu ke arah timur pulau Sumatera. Migrasi pada fase ini berlawanan arah dari migrasi yang terjadi pada fase 1-4. Hal ini menunjukkan bahwa pada fase dimana terjadi penurunan aktifitas konveksi, migrasi curah hujan pada malam hari yang biasa terjadi ke arah barat Pulau Sumatera tidak terjadi. Kecepatan perambatan rata-rata pada fase ini yaitu 9 m/s, mengalami pelemahan dibandingkan dengan siklus diurnal umum yang terjadi diluar pengaruh MJO.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini bisa disimpulkan bahwa siklus diurnal curah hujan sangat dominan di Sumatera sehingga mengkonfirmasi hasil yang didapatkan oleh [1,2,3]. Curah hujan di daratan mencapai puncaknya pada sore hari jam 15 waktu setempat, sedangkan di lautan mencapai puncaknya pada malam hari setelah jam 21. Curah hujan mengalami migrasi dari darat pulau Sumatera ke arah laut sebelum malam hari. Pada musim hujan migrasi terjadi ke arah laut bagian barat dan timur Sumatera, namun pada musim kemarau migrasi curah hujan hanya ke laut sebelah barat Pulau Sumatera. Siklus diurnal pada musim kemarau dan musim hujan mempunyai pola yang sama walaupun pada setiap musim ada perbedaan sirkulasi monsun sehingga bisa disimpulkan bahwa sirkulasi lokal sangat kuat di Sumatera. Kecepatan migrasi curah hujan dari darat ke laut yaitu 9 m/s.

Pada saat terjadi MJO, variasi siklus diurnal terlihat dengan sangat jelas. Pada fase 2 dan 3 siklus harian sangat dominan. Pada sore hari curah hujan sangat besar di daerah bagian barat pegunungan Sumatera. Pada malam hari sampai dengan pagi hari migrasi curah hujan hanya terjadi ke arah barat dan mengalami penguatan menjadi 15 m/s. Hal ini mengindikasikan bahwa aktifitas konvektif yang dominan yang terjadi pada fase ini di daerah Samudera Hindia memperkuat terjadinya siklus harian dan meningkatkan jumlah curah hujan yang diterima di pantai barat Sumatera. Pada fase 1 dan 4 masih terlihat variasi harian walaupun tidak sekuat pada fase 2-3. Sedangkan pada fase 5-8, dimana aktifitas konveksi di Sumatera sedang mengalami penurunan dan atmosfer lebih kering dari biasanya, siklus diurnal sangat lemah dan curah hujan mengalami penurunan. Selain itu pada fase ini migrasi puncak hujan hanya terjadi ke arah timur pulau Sumatera sehingga bisa dikatakan bahwa pada fase ini sirkulasi lokal juga melemah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mori S, J I Hamada, Y I Tauhid, M D Yamanaka, N Okamoto, F Murata, N Sakurai, H Hashiguchi, dan T Sribimawati. 2004. *Diurnal land-sea rainfall peak migration over Sumatera Island, Indonesian maritime continent, observed by TRMM satellite and intensive rawinsonde soundings*. Mon. Wea. Rev., 132, 2021–2039.
- [2] Sakurai N, F Murata, M D Yamanaka, S Mori, J I Hamada, H Hashiguchi, Y I Tauhid, T Sribimawati, dan B Suhardi. 2005. *Diurnal cycle of cloud system migration over Sumatera Island*. J. Meteor. Soc. Japan, 83, 835–850.
- [3] Hamada J, M D Yamanaka, J Matsumoto, S Fukao, P A Winarso, dan T Sribimawati. 2002. *Spatial and temporal variations of the rainy season over Indonesia and their link to ENSO*. J. Meteor. Soc. Japan, 80, 285–310.
- [4] Nitta T, T Mizuno, K Takahashi. 1992. *Multiscale Convective System during the Initial Phase of the 1986/1987 El Nino*. J Meteor Soc Japan, 70, 447-466.
- [5] Tjasyono B. 2008. Meteorologi Terapan. ITB: Bandung.

- [6] Fujita M, Yoneyama K, Mori S, Nasuno T. 2011. Diurnal Convection Peaks over the Eastern Indian Ocean of Sumatera during Different MJO Phases. *J. Meteor. Soc. Japan*, Vol. 89A, pp. 317--330,
- [7] Hidayat R dan Kizu S. 2009. *Influence of the Madden–Julian Oscillation on Indonesian rainfall variability in austral summer*. *Int. J. Climatol*. DOI: 10.1002/joc
- [8] Tian B, Waliser DE, Fetzer EJ. 2006. Modulation of diurnal MJO cycle of tropical deep convection clouds by the MJO. *Geophysical Research Letter*, 33: L20704, DOI:10.1029/2006GL027752.
- [9] Huffman GF, Adler RF, Bolvin DT, Gu Guojun, Nelkin EJ, Bowman KP, Hong Yang, Stocker EF, dan Wolf DB. 2007. The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA) : Quasi-Global, Multiyear Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scales. *Journal of Hydrometeorology, American Meteorological Society*, 8:38-55
- [10] Wheeler MC and Hendon HH. 2004. An All-Season Real-Time Multivariate MJO Index: Development of an Index for Monitoring and Prediction. *Monthly Weather Review*, 132(8): 1917-1932.
- [11] Ohsawa T, H Ueda, T Hayashi, A Watanabe dan J Matsumoto. 2001. *Diurnal variations of connective activity and rainfall in tropical Asia*. *J. Meteor. Soc. Japan*, 79, 333–352.

MATEMATIKA
PENDIDIKAN



2014
Semirata
Bidang MIPA

PENCAPAIAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA SMP MELALUI PEMBELAJARAN CREATIVE PROBLEM SOLVING

THE ACHIEVEMENT OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY OF JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS' TROUGH CREATIVE PROBLEM SOLVING LEARNING

Nahor Murani Hutapea ^{1*}

Lecturer in Mathematics Education University of Riau, Pekanbaru ^{1*} e-mail: nahor_hutapea@yahoo.com; Jl.Taman Karya Gg Genteng No.30 Panam Pekanbaru-Riau 28293, HP. 081371216222

ABSTRACT

Mathematical problem solving ability (MPSA) has not been developed well, expected to be achieved through creative problem solving learning (CPSL). The study is quasi experiment with Posttest Control Group Design, aims to assess achievement of students' MPSA; the subject was students of grade VII.3 and VII.1 Public Unior High School 14 Pekanbaru with a set of test instrument MPSA. The data were analyzed by t-test and one-way Anova. The result of studi show that achievement of average of students' MPSA through CPS learning 83,44 (75,85%) is higher than achievement of average of students' MPSA through conventional learning (CL) 61,05 (55,50%). Be reviewed of indicator achievement, is obtained indicators achievement scores of MPSA to understand the problem 1226,5 (87,11%) is higher than indicators achievement scores of MPSA to solve the problem 1062,5 (75,46%) of the ideal maximum score (IMS) 1408. Indicators achievement scores of students' MPSA to answer the problem 381 (54,12%) of the IMS 704. The three percentage of indicators achievement of students' MPSA (to understand, to solve and answer the problem), is obtained the most dominant of indicators in achievement of students' MPSA through CPS learning is an indicator to understand the problem.

Keywords: achievement, MPSA, CPS learning

ABSTRAK

Kemampuan pemecahan masalah matematis (KPMM) belum berkembang secara baik, diperkirakan dapat dicapai melalui pembelajaran *creative problem solving* (CPS). Penelitian ini quasi eksperimen dengan *Posttest Control Group Design*, bertujuan mengkaji pencapaian KPMM siswa dan ketercapaian indikator KPMM siswa melalui pembelajaran CPS; subjeknya siswa kelas VII.3 dan VII.1 SMPN 14 Pekanbaru dengan instrumen satu set tes KPMM. Data dianalisis melalui uji t dan Anava satu jalur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata pencapaian KPMM siswa melalui pembelajaran CPS sebesar 83,44 (75,85%) lebih tinggi daripada rata-rata pencapaian KPMM siswa melalui pembelajaran konvensional (KV) sebesar 61,05 (55,50%). Ditinjau dari ketercapaian indikator, diperoleh skor ketercapaian indikator KPMM memahami masalah sebesar 1226,5 (87,11%) lebih tinggi daripada skor ketercapaian indikator KPMM siswa menyelesaikan masalah sebesar 1062,5 (75,46%) dari skor maksimal ideal (SMI) sebesar 1408. Skor ketercapaian indikator KPMM siswa menjawab masalah sebesar 381 (54,12%) dari SMI sebesar 704. Dari ketiga persentase ketercapaian indikator KPMM siswa (memahami, menyelesaikan, dan menjawab masalah), diperoleh indikator yang paling dominan dalam pencapaian KPMM siswa melalui pembelajaran CPS adalah indikator memahami masalah.

Kata Kunci: pencapaian, KPMM, pembelajaran CPS

PENDAHULUAN

Dalam standar Isi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) dinyatakan bahwa setelah pembelajaran siswa harus memiliki seperangkat kompetensi matematika yang harus ditunjukkan pada hasil belajarnya dalam mata pelajaran matematika (standar kompetensi). Salah satu kecakapan atau kemahiran matematika yang diharapkan dapat dicapai siswa dalam belajar matematika mulai dari SD sampai SMA adalah pemecahan masalah [3]. Hal ini menunjukkan bahwa pemecahan masalah merupakan kemampuan yang harus dimiliki siswa sebagai standar yang harus dikembangkan; karena melalui pemecahan masalah matematis, siswa dapat (1) merumuskan, menafsirkan dan menyelesaikan model matematika dalam pemecahan masalah [5]; (2) mengorganisasi seluruh pengetahuan relevan yang dimilikinya untuk memecahkan masalah matematis [11]; dan (3) memahami masalah, merancang model matematika, menyelesaikan model dan menafsirkan solusi yang diperoleh [2].

Pemecahan masalah (*problem solving*) merupakan kegiatan yang sangat penting dalam pembelajaran matematika [10]. Pentingnya kemampuan pemecahan masalah matematis (KPMM) dimiliki siswa, dikemukakan oleh Branca [1], yaitu (1) kemampuan pemecahan masalah merupakan tujuan umum pembelajaran matematika, bahkan sebagai jantungnya matematika; (2) pemecahan masalah meliputi metode, prosedur dan strategi, merupakan proses inti dan utama dalam kurikulum matematika; dan (3) pemecahan masalah merupakan kemampuan dasar dalam belajar matematika. Hal ini menunjukkan bahwa KPMM merupakan kemampuan yang harus dimiliki siswa dan merupakan salah satu faktor yang menentukan hasil belajar matematika siswa.

Menyadari pentingnya KPMM siswa; perlu diupayakan suatu pembelajaran dengan pendekatan-pendekatan yang memberi peluang dan mendorong siswa untuk melatih KPMMnya. Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa aktivitas pembelajaran masih didominasi guru; siswa kurang berperan aktif dalam pembelajaran; siswa kurang diberikan kesempatan menggunakan kreativitasnya untuk melatih keterampilan atau kemampuannya dalam memahami masalah, membuat model matematika, menyelesaikan, dan menafsirkan masalah yang berkaitan dengan konteks yang sedang dibicarakan (konteks yang diberikan guru), sehingga tidak jarang terjadi siswa hanya menerima apa saja yang disampaikan oleh guru tanpa memahami apa maknanya. Pembelajaran seperti ini disebut pembelajaran konvensional atau PKV [4].

Pembelajaran yang membuat siswa pasif tidak memungkinkan terjadinya pencapaian KPMM siswa secara optimal. Oleh karena itu guru harus mengupayakan suatu pembelajaran agar siswa aktif, mampu memahami masalah, membuat model matematika, menyelesaikan masalah dan menafsirkan solusinya [2].

Salah satu pembelajaran yang dapat melibatkan siswa secara aktif dan berpusat pada keterampilan pemecahan masalah dalam pencapaian KPMM siswa adalah pembelajaran *Creative Problem Solving (CPS)*. Hal ini didasarkan atas pemikiran bahwa langkah-langkah yang terdapat dalam pembelajaran *CPS* yakni: (1) klarifikasi masalah, (2) pengungkapan gagasan, (3) evaluasi dan seleksi, dan (4) implementasi, [6], dapat membuat siswa belajar menjadi aktif dalam mengkonstruksi pengetahuannya guna pencapaian KPMM siswa.

Salah satu materi pokok dalam pelajaran matematika di SMP yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari adalah pecahan, diberikan di kelas VII semester ganjil. Bagi siswa kelas VII SMP, materi ini merupakan lanjutan karena pada kelas IV dan VI SD, para siswa telah diajarkan materi pecahan (masih sederhana), sehingga diharapkan di kelas VII SMP, nantinya mereka lebih mudah memahami materi tersebut. Kenyataan di lapangan

menunjukkan, umumnya hasil belajar siswa masih rendah, khususnya pada materi pecahan. Salah satu penyebabnya adalah siswa masih kesulitan dalam memahami masalah, menyelesaikan masalah dan menjawab masalah dari soal cerita yang diberikan.

Memperhatikan pentingnya KPMM siswa dalam pembelajaran matematika, maka pencapaian KPMM siswa harus dioptimalkan. Untuk itu telah dilakukan penelitian tentang pencapaian KPMM melalui pembelajaran *CPS* bagi siswa kelas VII SMPN 14 Pekanbaru pada materi pokok pecahan, dengan rumusan masalah, yakni: (1) apakah pencapaian KPMM siswa yang memperoleh pembelajaran *CPS* lebih tinggi daripada siswa yang memperoleh pembelajaran *KV*?; (2) seberapa besar ketercapaian indikator KPMM siswa yang memperoleh pembelajaran *CPS*?; dan (3) indikator mana yang paling dominan dalam pencapaian KPMM siswa yang memperoleh pembelajaran *CPS*?

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar (1) pencapaian KPMM siswa yang memperoleh pembelajaran *CPS* dan pembelajaran *KV*; (2) ketercapaian indikator KPMM siswa yang memperoleh pembelajaran *CPS*; dan (3) indikator mana yang paling dominan dalam pencapaian KPMM siswa yang memperoleh pembelajaran *CPS*. Selanjutnya kontribusi atau manfaat dari penelitian ini, adalah (1) perbaikan proses pembelajaran, diantaranya manajemen pendidikan matematika pada materi pokok pecahan; (2) pencapaian KPMM siswa melalui pembelajaran *CPS* dan *KV*; dan (3) pengembangan wawasan dan pemikiran dalam kebijakan/referensi pendidikan matematika.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuasi eksperimen dengan desain kelompok kontrol postes; yang digambarkan sebagai berikut.



Dalam implementasinya, digunakan satu sekolah. Dari sekolah itu dipilih dua kelas, satu kelas untuk kelompok eksperimen dan satu kelas lagi untuk kelompok kontrol. Kelompok eksperimen diberi perlakuan khusus (X), yaitu pembelajaran *CPS*, sedangkan kelompok kontrol tidak diberi perlakuan khusus. Penetapan sampel penelitian atas kelompok eksperimen dan kelompok kontrol mempertimbangkan pengelompokan siswa dalam rombongan belajar yang ada di sekolah. Setiap kelas penelitian diberikan postes (O) untuk mengukur pencapaian KPMM siswa.

Populasi penelitian, seluruh siswa kelas VII SMPN 14 Pekanbaru tahun ajaran 2013/2014 terdiri atas 8 kelas. Penentuan sampel penelitian berdasarkan beberapa pertimbangan (*purposive random sampling*). Sampel penelitian, siswa kelas VII-3 sebagai kelompok eksperimen dan kelas VII-1 sebagai kelompok kontrol, dengan jumlah siswa masing-masing kelas 32 orang. Untuk pengumpulan data dan informasi yang dibutuhkan, digunakan bahan, yakni perangkat pembelajaran, berupa: RPP, LKS, bahan bacaan, media pembelajaran; dan alat (*instrument*) pembelajaran, berupa: tes KPMM, dan lembar pengamatan (aktivitas guru dan siswa). Sebelum dilakukan eksperimen, perangkat dan instrumen pembelajaran (penelitian) divalidasi dan diujicoba.

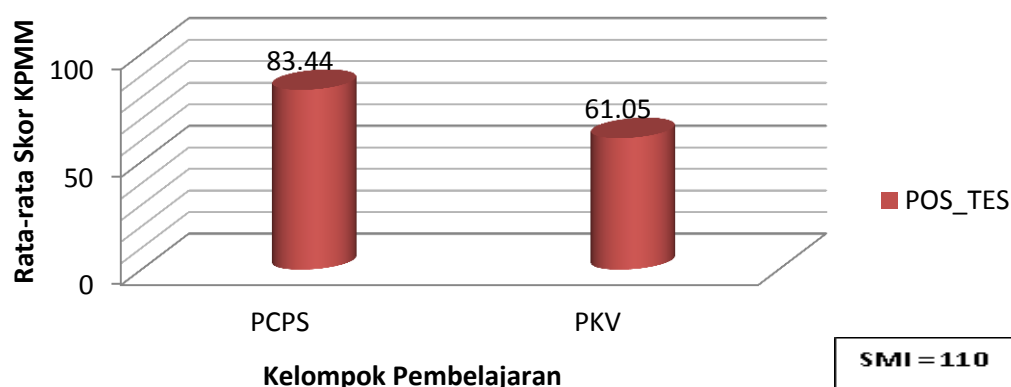
Untuk memperoleh data dalam penelitian ini, digunakan instrumen tes (tes uraian) untuk mengukur pencapaian KPMM siswa sesudah diberikan perlakuan pembelajaran. Tes disusun dan dikembangkan peneliti berdasarkan prosedur penyusunan instrumen yang baik dan benar. Sebelum digunakan, tes tersebut terlebih dahulu divalidasi kemudian diujicoba.

Setelah diujicoba, selanjutnya dihitung reliabilitas instrumen dan validitas butir soal. Hasil perhitungan reliabilitas dari 14 butir tes KPMM (*Cronbach's Alpha* = 0,85; tinggi; $\alpha = 0,01$; dengan $N=30$); diperoleh 11 butir tes KPMM dinyatakan valid. Dengan demikian, tes KPMM dapat digunakan untuk penelitian. Untuk menganalisis data digunakan uji Kolmogorof Smirnof (KS-Z), Levene, t, t', dan anava satu jalur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil analisis deskriptif terhadap data KPMM siswa pada kelompok pembelajaran, disajikan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1: Rata-rata Skor KPMM Siswa pada Kelompok Pembelajaran

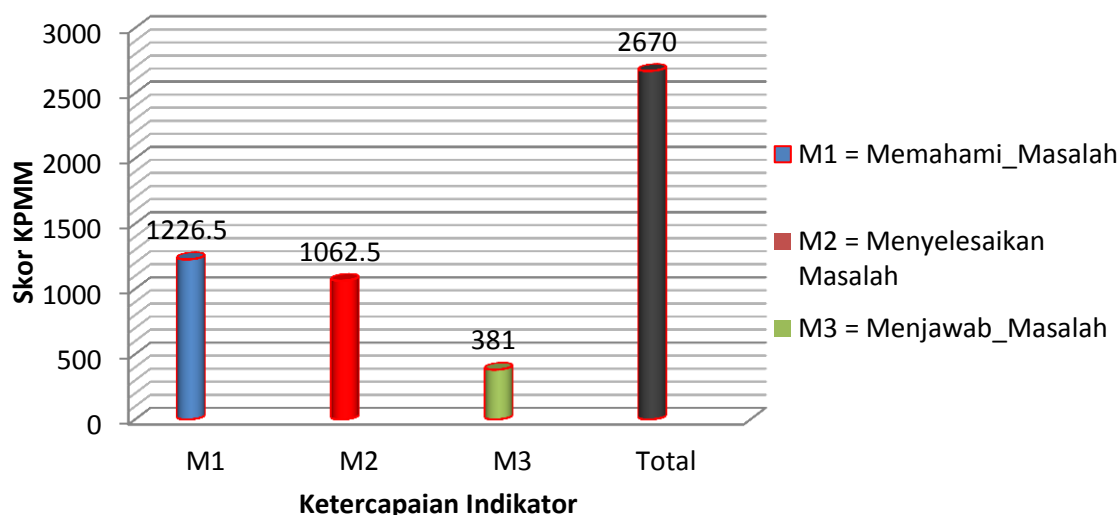
Gambar 1.1 memperlihatkan bahwa rata-rata skor pencapaian KPMM siswa yang memperoleh pembelajaran CPS (PCPS) lebih tinggi daripada rata-rata skor pencapaian KPMM siswa yang memperoleh pembelajaran KV (PKV). Hal ini terlihat dari perolehan rata-rata skor pencapaian KPMM siswa kelompok PCPS sebesar 83,44 (75,85%) lebih tinggi daripada rata-rata skor pencapaian KPMM siswa kelompok PKV sebesar 61,05 (55,50%) dari skor maksimal ideal (SMI) sebesar 110.

Untuk melakukan uji pencapaian KPMM siswa kedua kelompok pembelajaran, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas data (KS-Z) dengan hasil; sampel berdistribusi normal. Hasil uji signifikansi pencapaian KPMM siswa kedua kelompok pembelajaran dengan menggunakan uji t diperoleh bahwa rata-rata skor pencapaian KPMM siswa yang memperoleh pembelajaran CPS lebih tinggi daripada siswa yang memperoleh pembelajaran KV.

Hasil uji homogenitas varians data dengan menggunakan uji Levene diperoleh bahwa varians data pencapaian KPMM siswa pada kedua kelompok pembelajaran tidak homogen. Hasil uji statistik t' (*equal variances not assumed*) tentang signifikansi perbedaan pencapaian KPMM siswa kedua kelompok pembelajaran diperoleh bahwa siswa yang memperoleh pembelajaran CPS mempunyai rata-rata skor pencapaian KPMM yang lebih tinggi daripada siswa yang memperoleh pembelajaran KV. Hal ini terlihat dari rata-rata skor pencapaian KPMM siswa pada kedua kelompok pembelajaran mempunyai beda rata-rata 22,39. Hasil analisis deskriptif terhadap data ketercapaian indikator KPMM siswa pada pembelajaran CPS, disajikan pada Gambar 1.2.

Dari Gambar 1.2 dapat dilihat bahwa skor ketercapaian indikator memahami masalah (M1) lebih tinggi daripada indikator menyelesaikan masalah (M2). Hal ini dapat dilihat dari perolehan skor ketercapaian indikator KPMM siswa memahami masalah (M1) sebesar

1226,5 (87,11%) lebih tinggi daripada skor ketercapaian indikator KPMM siswa menyelesaikan masalah (M2) sebesar 1062,5 (75,46%) dari skor maksimal ideal (SMI) sebesar 1408. Gambar 1.2 juga menunjukkan bahwa skor ketercapaian indikator KPMM siswa menjawab masalah (M3) sebesar 381 (54,12%) dari SMI sebesar 704. Ditinjau dari keseluruhan indikator KPMM (M1, M2, dan M3), diperoleh skor ketercapaian indikator KPMM siswa sebesar 2670 (75,85%) dari SMI 110. Dari ketiga persentase ketercapaian indikator KPMM siswa, diperoleh indikator yang paling dominan dalam pencapaian KPMM siswa yang memperoleh pembelajaran *CPS* adalah indikator memahami masalah (M1), yakni sebesar 87,11%.



Gambar 1.2: Skor Ketercapaian Indikator KPMM Siswa pada Pembelajaran *CPS*

Pembahasan Hasil Penelitian

Penelitian ini dianalisis berdasarkan pembelajaran. Oleh karena itu dalam pembahasan yang berkaitan dengan KPMM, akan dilakukan berdasarkan pembelajaran.

KPMM berdasarkan Pembelajaran

KPMM siswa diukur berdasarkan instrumen penelitian yang digunakan, yakni mencakup: (1) memahami masalah; meliputi kemampuan mengidentifikasi kecukupan data dan membuat model matematis dari suatu situasi atau masalah sehari-hari; (2) menyelesaikan masalah; meliputi kemampuan memilih dan menerapkan strategi untuk menyelesaikan model atau masalah yang diberikan; dan (3) menjawab masalah; meliputi kemampuan menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai dengan masalah yang diberikan, dan menuliskan atau memeriksa kebenaran hasil atau jawaban. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencapaian KPMM siswa yang memperoleh pembelajaran *CPS* secara signifikan lebih tinggi daripada siswa yang memperoleh pembelajaran *KV*. Hal ini dimungkinkan karena langkah-langkah dalam pembelajaran *CPS* menuntun siswa mengembangkan KPMMnya.

Dalam pembelajaran *CPS*, siswa harus melakukan keterampilan pemecahan masalah yang diikuti dengan penguatan kreativitas; mampu memahami masalah (*tahap klarifikasi masalah*) tentang sesuatu yang berkaitan dengan konteks yang sedang dibicarakan atau konteks yang diberikan guru [6]. Dalam memahami masalah siswa dapat menunjukkannya dengan cara mengklarifikasi apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan dari permasalahan yang diberikan. Hal ini sesuai dengan pendapat Gagne [8] menyatakan bahwa untuk

memahami suatu masalah, siswa perlu menyajikan masalah itu dalam bentuk yang lebih jelas. Demikian juga dengan Polya [7] menyatakan bahwa untuk memecahkan suatu masalah terlebih dahulu perlu memahami masalah tersebut.

Setelah siswa memahami masalah; selanjutnya siswa diberi kesempatan untuk mengungkapkan gagasan mereka secara bebas dan kreatif tentang strategi apasaja yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang diberikan (*tahap pengungkapan gagasan*). Hal ini sesuai dengan pendapat Gagne [8] bahwa untuk menyelesaikan suatu masalah, perlu menyatakan masalah itu dalam bentuk operasional (dapat dipecahkan). Demikian juga Polya [7] bahwa untuk menyelesaikan masalah perlu menyusun suatu rencana penyelesaian.

Memberi kesempatan mengevaluasi gagasan-gagasan yang sudah dikemukakan siswa, kemudian memilih sebuah gagasan yang lebih tepat dan cocok untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan merupakan *tahap evaluasi dan seleksi* dalam pembelajaran CPS. Hal ini didukung oleh Gagne [8] menyatakan bahwa untuk menyelesaikan suatu masalah, perlu menyusun hipotesis-hipotesis alternatif dan prosedur kerja yang diperkirakan baik untuk dipergunakan dalam memecahkan masalah. Hal senada juga diungkapkan Polya [7] menyatakan bahwa untuk menyelesaikan suatu masalah perlu melaksanakan suatu rencana (melakukan perhitungan).

Selanjutnya siswa diberi kesempatan mengimplementasikan gagasan yang sudah diperoleh untuk menyelesaikan dan menjawab masalah yang diberikan (*tahap implementasi*). Hal ini didukung oleh Gagne [8] bahwa untuk menyelesaikan dan menjawab suatu masalah; siswa perlu menguji hipotesis dan melakukan kerja untuk memperoleh hasilnya (pengumpulan data, pengolahan data, dan lain-lain); hasilnya mungkin lebih dari satu dan memeriksa kembali (mengecek) apakah hasil yang diperoleh itu benar, atau mungkin memilih alternatif pemecahan yang terbaik. Demikian juga Polya [7] menyatakan bahwa untuk menyelesaikan dan menjawab suatu masalah; siswa perlu memeriksa kembali proses dan hasil yang diperoleh pada langkah sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk menghindari kesilapan dalam menulis dan menganalisis jawaban yang diperoleh.

Untuk mengembangkan KPMM, siswa diberikan lembar kerja siswa (LKS) yang memuat permasalahan atau soal-soal nonrutin yang harus diselesaikan baik secara individu (terlebih dahulu), maupun kelompok (sudah dikondisikan). Diberikannya soal-soal nonrutin (soal cerita) bertujuan agar di dalam diskusi kelas terjadi suasana konflik kognitif dalam diri siswa.

Berdasarkan uji statistik disimpulkan bahwa pembelajaran memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pencapaian KPMM siswa. Temuan ini didukung oleh pencapaian rata-rata skor KPMM siswa yang memperoleh pembelajaran CPS, lebih tinggi daripada pencapaian rata-rata skor KPMM siswa yang memperoleh pembelajaran KV. Pencapaian rata-rata skor KPMM siswa yang memperoleh pembelajaran CPS sebesar 83,44 (lebih dari 61,05) lebih tinggi daripada pencapaian rata-rata skor KPMM siswa yang memperoleh pembelajaran KV. Perbedaan pencapaian KPMM siswa hanya disebabkan oleh perbedaan pembelajaran yang digunakan.

Ketercapaian Indikator KPMM

Dari hasil penelitian tentang ketercapaian indikator KPMM, diperoleh bahwa skor ketercapaian indikator KPMM siswa memahami masalah sebesar 1226,5 (87,11%) lebih tinggi daripada skor ketercapaian indikator KPMM siswa menyelesaikan masalah sebesar 1062,5 (75,46%) dari skor maksimal ideal (SMI) sebesar 1408. Hal ini menunjukkan bahwa siswa kelas VII.3 SMPN 14 Pekanbaru belum benar (seutuhnya) mampu mengidentifikasi

kecukupan data dan membuat model matematis dari suatu situasi atau masalah sehari-hari (mengklarifikasi apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan dari permasalahan yang diberikan). Salah satu penyebabnya, dikarenakan kurangnya pemahaman siswa terhadap masalah yang diberikan, seperti yang dikemukakan oleh Polya [12] bahwa tanpa adanya pemahaman terhadap masalah yang diberikan, siswa tidak mungkin dapat menyelesaikan masalah tersebut dengan benar.

Hasil pengamatan peneliti terhadap kertas jawaban postes siswa pada indikator memahami masalah menunjukkan bahwa siswa pada umumnya menyalin dari soal yang ada, kurang memahami apa maksud dari soal tersebut, sehingga mengakibatkan siswa kurang mampu memilih dan menerapkan strategi untuk menyelesaikan model atau masalah yang diberikan. Pada hal untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam pemecahan masalah, hal yang perlu ditingkatkan adalah kemampuan menyangkut berbagai teknik dan strategi pemecahan masalah [12].

Kekurangmampuan siswa menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai dengan masalah yang diberikan dan menuliskan atau memeriksa kebenaran hasil atau jawaban berimplikasi siswa kurang mampu menjawab masalah. Hal ini berarti siswa kurang berhasil dalam menyelesaikan permasalahan tentang pemecahan masalah (permasalahan yang diberikan). Hasil penelitian Capper [12] menunjukkan bahwa pengalaman siswa sebelumnya, perkembangan kognitif, dan minat (ketertarikannya) terhadap matematika merupakan faktor-faktor yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dalam pemecahan masalah. Hal ini berarti bahwa jika siswa kurang mampu memahami masalah, maka dia juga kurang mampu menyelesaikan masalah, sehingga berakibat dia juga kurang mampu menjawab masalah. Untuk mampu memahami masalah, menyelesaikan masalah dan menjawab masalah atau dengan kata lain, siswa mampu menyelesaikan soal pemecahan masalah perlu diperhatikan faktor-faktor yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan siswa dalam pemecahan masalah.

KESIMPULAN DAN PROSPEK

Berdasarkan hasil dan pembahasan; disimpulkan bahwa rata-rata pencapaian KPMM siswa melalui pembelajaran *CPS* lebih tinggi daripada rata-rata pencapaian KPMM siswa melalui pembelajaran *KV*. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan pencapaian KPMM siswa kedua kelas (eksperimen dan kontrol) disebabkan oleh perbedaan pembelajaran yang digunakan. Ditinjau dari ketercapaian indikator; diperoleh skor ketercapaian indikator KPMM siswa memahami masalah lebih tinggi daripada skor ketercapaian indikator KPMM siswa menyelesaikan masalah. Dari ketiga persentase ketercapaian indikator KPMM siswa (memahami, menyelesaikan dan menjawab masalah), diperoleh indikator yang paling dominan dalam pencapaian KPMM siswa melalui pembelajaran *CPS* adalah indikator memahami masalah. Untuk pengambil kebijakan, disarankan pembelajaran *CPS* dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pembelajaran dalam pencapaian KPMM siswa, khususnya pada materi pokok pecahan dan umumnya pada materi yang memuat soal cerita berkaitan dengan kehidupan sehari-hari yang bersifat kontekstual.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Branca, N.A. (1980). "*Problem Solving as Agoal, Process, and Basic Skill*", dalam Krulik, S. dan Reys, R.E. *Problem Solvingin School Mathematics*. NCTM.
- [2] BSNP. (2006). *Panduan Penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Pusat Kurikulum Balitbang Depdiknas.
- [3] Depdiknas. (2006). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Depdiknas.
- [4] Helmaheri. (2004). *Mengembangkan Kemampuan Komunikasi dan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SLTP melalui Strategi Think-Talk-Write dalam Kelompok Kecil*. Tesis Megister pada PPs UPI Bandung: tidak diterbitkan.
- [5] NCTM. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Boston, VA: NCTM.
- [6] Pepkin, K. L. (2004). *Creative Problem Solving in Math*. Tersedia:<http://hti.math.uh.edu/curriculum/units/2000/0200.02.04.pdf>.
- [7] Polya, G. (1985). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Methods*. USA: Princeton University Press.
- [8] Ruseffendi, E.T. (1991). *Pengantar kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.
- [9] ----- (2005). *Dasar-dasar Penelitian Pendidikan dan Bidang Non-Eksakta lainnya*. Bandung: Tarsito.
- [10] Sumarmo, U. (1994). *Suatu Alternatif Pengajaran untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Pada Guru dan Siswa SMA di Kodya Bandung*. Laporan Penelitian IKIP Bandung : Tidak Dipublikasikan
- [11] Syaiful. (2011). *Peningkatan Kemampuan Berpikir Logis, Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis, dan Sikap Siswa terhadap Matematika Melalui Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik*. Disertasi Doktor pada PPs UPI Bandung: tidak diterbitkan.
- [12] TIM MKPBM Jurusan Pendidikan Matematika. (2001). *Common Text Book Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: JIKA-UPI

MATEMATIKA SAINS



2014

Semirata

 Bidang MIPA

PERBANDINGAN ALGORITMA SEQUENTIAL AGGLOMERATIVE HIERARCHICAL NON-OVERLAPPING (SAHN) DAN ALGORITMA GREEDY DALAM PENENTUAN ZONA TRANSPORTASI PUBLIK

A COMPARISON OF SEQUENTIAL AGGLOMERATIVE HIERARCHICAL NON-OVERLAPPING AND GREEDY ALGORITHMS IN DETERMINING THE ZONE OF PUBLIC TRANSPORT

Putra BJ Bangun^{1*}, Sisca Octarina²

Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya¹

*e-mail: toasca_0511@yahoo.co.id

ABSTRACT

Public transport plays an important role in people's lives. Tariff or charges imposed for both short and long distances are the same. The problem is users of transportation services often plagued with unfair fees. Users of transportation services for short distances have to pay the same fare with users of transportation services for long distances. On the other hand, transportation firms often feel that it is impossible to provide better service without increasing costs. So, the zone design model is needed for planning the zone tariff system, where a complete public transportation network is divided into zones and the major travel expenses for each zone must be determined so that the company's revenue did not decline too much. This study did a comparison of Sequential Agglomerative Hierarchical Non-overlapping (SAHN) algorithm and Greedy algorithm in determining the zone. Based on the results, SAHN algorithm is more effective in determining the zone than the Greedy algorithm.

Keywords: Greedy Algorithm, SAHN Algorithm, Zone, Zone Tariff

ABSTRAK

Transportasi publik memegang peranan penting dalam kehidupan masyarakat. Tarif atau ongkos yang diberlakukan baik untuk jarak jauh maupun dekat adalah sama. Permasalahannya adalah seringkali pemakai jasa transportasi ini terganggu dengan ongkos yang tidak adil. Pengguna jasa transportasi untuk jarak dekat harus membayar ongkos yang sama dengan pengguna jasa transportasi untuk jarak yang jauh. Di sisi lain, perusahaan penyedia jasa transportasi sering merasakan bahwa sangat tidak mungkin untuk memberikan pelayanan yang lebih baik tanpa meningkatkan biaya. Hal ini melatarbelakangi diperlukannya perencanaan sistem zona tarif, dimana jaringan transportasi yang lengkap dibagi menjadi zona-zona utama dan biaya perjalanan melalui tiap zona harus ditentukan sedemikian sehingga pendapatan perusahaan tidak menurun terlalu banyak. Penelitian ini melakukan perbandingan algoritma *Sequential Agglomerative Hierarchical Non-overlapping* (SAHN) dan *Greedy* dalam penentuan zona. Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh bahwa algoritma SAHN lebih efektif dalam penentuan zona dibandingkan algoritma *Greedy*.

Kata Kunci: Algoritma Greedy, Algoritma SAHN, Zona, Zona Tarif

PENDAHULUAN

Permasalahan harga atau tarif merupakan salah satu permasalahan yang cukup kompleks. Penentuan tarif dari suatu jenis transportasi harus mempertimbangkan banyak aspek di antaranya kenyamanan membayar bagi penumpang dan keuntungan bagi perusahaan penyedia jasa transportasi. Penumpang mengharapkan pembayaran seminimal mungkin untuk mendapatkan fasilitas yang maksimal dan nyaman, tetapi di sisi lain, perusahaan tidak menghendaki adanya kerugian. Sistem zona tarif adalah suatu sistem

dimana seluruh wilayah dari transportasi publik dibagi menjadi zona-zona. Penentuan harga tiket untuk suatu perjalanan dihitung berdasarkan jumlah zona yang dilalui, dimulai dari awal hingga akhir perjalanan [1]. Aplikasi pertama untuk merancang sistem zona tarif dengan harga yang diinginkan pertama kali diterapkan oleh perusahaan bus regional di daerah Kaiserslautern, Jerman [2].

Tujuan dari perencanaan sistem zona tarif adalah membangun zona dan harga zona sehingga harga tiket baru yang diperoleh mendekati harga tiket sekarang serta merancang sebuah sistem tarif yang adil sehingga deviasi antara harga zona tarif dan harga yang ditetapkan dapat sekecil mungkin [7]. Algoritma heuristik yang dapat diterapkan di antaranya algoritma *Sequential Agglomerative Hierarchical Non-overlapping (SAHN)* dan Algoritma *Greedy*. Algoritma SAHN dimulai dari $n = |V|$ zona, masing-masing zona minimal terdapat satu halte dan menggabungkan setiap dua zona terdekat menjadi satu zona yang baru [8]. Algoritma dengan urutan berbeda dapat dilakukan tergantung pada pendefinisian jarak antara 2 zona. Sedangkan pada algoritma *Greedy* dilakukan dengan menghitung semua busur atau jarak antarzona dan mengambil busur dengan bobot terkecil. Berdasarkan latar belakang tersebut, akan dilakukan perbandingan antara algoritma SAHN dan *Greedy* untuk mengetahui keefektifan dalam penentuan zona. Kriteria keefektifan dilihat dari jumlah zona yang ditentukan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang berisi kajian teori yang diharapkan akhirnya nanti dapat diimplementasikan dalam sistem zona tarif terhadap transportasi publik darat yang telah ada. Penelitian pustaka terdahulu [7] dan [8] telah membahas sistem tarif umum dan perancangan harga untuk sistem zona tarif serta penentuan zona dengan menggunakan algoritma SAHN (*Sequential Agglomerative Hierarchical Non-overlapping*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jaringan Transportasi Publik

Definisi 1 (Schöbel, 2005)

Sebuah jaringan transportasi publik adalah sebuah graf tak berarah dan terhingga dengan,

- Sebuah himpunan titik V menyatakan halte atau pemberhentian, dan
- Sebuah himpunan busur E , dengan masing-masing busur $e = (u, v)$ menyatakan bahwa ada perjalanan langsung dari halte u ke halte v (Misalnya, sebuah perjalanan yang tidak melewati halte lain diantaranya).

Dalam transportasi publik, pasangan halte terurut u, v disebut sebuah relasi.

Definisi 2 (Schöbel, 2005)

Untuk semua $u, v \in V$, maka W_{uv} menyatakan himpunan asal dari relasi (u, v) , misalnya jumlah penumpang yang akan melakukan perjalanan dari halte u ke halte v dalam interval waktu I , jarak dari halte u ke halte v maka matriks

$W = (W_{uv})_{u,v \in V}$ disebut matriks origin-destination atau OD-matriks)

Diberikan jaringan transportasi publik, harga yang ditetapkan d_{uv} , sebuah matriks dengan entri W_{uv} , dan $L \in \mathbb{N}$, sebuah partisi V ke dalam L zona $Z_k, k = 1, \dots, L$ dan harga zona $c(p), p = 1, \dots, L$ sehingga fungsi objektif

$$b \in \{b_{maks}, b_1, b_2\} \quad (1)$$

adalah minimum, dengan b_{maks}, b_1 , dan b_2 diberikan sebagai berikut,

$$b_{maks}(\mathcal{Z}, c) = \max_{u,v \in V} W_{uv} |d_{uv} - c(n_{uv})|$$

$$b_1(\mathcal{Z}, c) = \sum_{u,v \in V} W_{uv} |d_{uv} - c(n_{uv})|$$

$$b_2(\mathcal{Z}, c) = \sum_{u,v \in V} W_{uv} (d_{uv} - c(n_{uv}))^2$$

Model Persoalan Perancangan Zona

Misal jaringan transportasi publik (V, E) adalah graf terhubung, di mana V menyatakan jumlah halte dan E menyatakan arah tanpa ada pemberhentian di tengah. d_{uv} adalah harga yang ditetapkan untuk perjalanan dari halte $u \in V$ ke halte $v \in V$. Jika L menyatakan jumlah zona yang direncanakan, maka zona dapat dipartisi menjadi

$$\mathcal{Z} = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_L\}$$

dari V , misal $Z_i \in V, i = 1, 2, \dots, L$, Z_i adalah pasangan disjoint dan $\cup_{i=1}^L Z_i = V$. Dalam persoalan harga zona $c(p)$, $p = 0, 1, 2, \dots$ ditentukan hanya berdasarkan jumlah zona p dalam perjalanan. $c(p)$ menyatakan harga untuk melalui batas zona p . Secara khusus, $c(0)$ menyatakan harga untuk perjalanan dalam zona yang sama (tanpa melalui zona lainnya). $c(1)$ adalah harga untuk melewati satu zona seperti perjalanan dari zona yang satu ke zona lainnya yang berdekatan. Untuk mengevaluasi beberapa partisi Z dengan harga zona vektor, maka perlu dilakukan perhitungan jumlah zona dari lintasan u ke v . [7]

Teorema 1 (Schöbel, 2005)

Misalkan Z_1, Z_2, \dots, Z_L merupakan pembagian zona dari G , d_{ij} sebagai tarif berdasarkan jarak dari halte v_i ke halte v_j , dan W_{ij} sebagai jarak perjalanan yang dilakukan dari halte v_i ke halte v_j . Maka, untuk $p = 0, 1, 2, \dots, L$ berlaku :

- Untuk meminimumkan $b_{maks} = \max_{v_i, v_j \in V} W_{ij} |d_{ij} - z_{ij}|$ terhadap z_{ij} maka dapat dipilih :

$$z_{ij} = c_{maks}^*(p) = \max_{\substack{v_i, v_j \in V, v_i \neq v_j \\ n_{ij}=p}} d_{ij} - \frac{z^*(p)}{W_{ij}}$$

$$\text{dengan } z^*(p) = \max_{\substack{v_{i1}, v_{j1}, v_{i2}, v_{j2} \in V, \\ n_{v_{i1}v_{j1}} = n_{v_{i2}v_{j2}} = p}} \frac{W_{i_1j_1} W_{i_2j_2}}{W_{i_1j_1} + W_{i_2j_2}} (d_{i_1j_1} - d_{i_2j_2}) \quad (2)$$

- Untuk meminimumkan $b_1 = \frac{1}{W} \sum_{v_i, v_j \in V} W_{ij} |d_{ij} - z_{ij}|$ terhadap z_{ij} maka dapat dipilih :

$$z_{ij} = c_1^*(p) = \text{median} \{ \underbrace{d_{ij}, d_{ij}, \dots, \dots, d_{ij}}_{w_{ij} \text{ kali}}; v_i, v_j \in V, v_i \neq v_j, n_{ij} = p \} \quad (3)$$

dengan n_{ij} merupakan jumlah zona yang dilalui dari halte v_i ke halte v_j .

- Untuk meminimumkan $b_2 = \frac{1}{W} \sum_{v_i, v_j \in V} W_{ij} (d_{ij} - z_{ij})^2$ terhadap z_{ij} maka dapat dipilih:

$$z_{ij} = c_2^*(p) = \frac{1}{W_p} \sum_{\substack{v_i, v_j \in V \\ n_{ij}=p}} W_{ij} d_{ij} \quad (4)$$

dengan W_p merupakan jarak perjalanan yang melewati p buah zona pada perjalanannya.

Dua zona $Z_k, Z_l \in Z$ adalah bertetangga jika ada halte $v_i \in Z_k, v_j \in Z_l$ sehingga $\{v_i, v_j\} \in E$ adalah arah perjalanan dalam jaringan transportasi publik (Schöbel, 2005).

Corollary 1

Misalkan sebuah partisi zona $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_L\}$ dan harga yang ditetapkan d_{uv} telah diberikan dan asumsikan bobot yang sama $W_{uv} = 1$ untuk semua $(u, v) \in V \times V$. Maka harga optimal

$$c_{maks}^*(p) = \frac{1}{2} (\max_{(u,v) \in M_p} d_{uv} + \min_{(u,v) \in M_p} d_{uv})$$

$$K_{maks}^*(p) = \frac{1}{2} (\max_{(u,v) \in M_p} d_{uv} - \min_{(u,v) \in M_p} d_{uv})$$

$$b_{maks}^* = \frac{1}{2} \max_{p=1, \dots, L} (\max_{(u,v) \in M_p} d_{uv} - \min_{(u,v) \in M_p} d_{uv})$$

Notasi 1

Untuk sebuah partisi zona $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_L\}$ dan harga yang ditetapkan d_{uv} , misalkan b_{maks}^* dan $K_{maks}^*(p)$ menyatakan harga optimal fungsi tujuan dari permasalahan harga sesuai Corollary 1.

Pengamatan pertama dilakukan pada fungsi tujuan yang tergantung pada jumlah zona L yang direncanakan. Misalkan diberikan sebuah jaringan transportasi publik dengan 8 titik. Diasumsikan $W_{uv} = 1$ untuk semua pasangan (u, v) . Harga yang ditetapkan diberikan sebagai bobot antara dua titik yang bertetangga seperti pada Gambar 1. Antara pasangan titik lainnya, harga yang ditetapkan diberikan sebagai jumlah bobot sepanjang lintasan terpendek yang menghubungkan titik-titik. Untuk permasalahan deviasi maksimum absolute, nilai tujuan b_{maks}^* dihitung sesuai dengan Corollary.

$$K_{maks}^*(0) = \frac{1}{2} (1 - 1) = 0$$

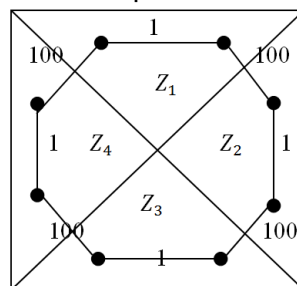
$$K_{maks}^*(1) = \frac{1}{2} (102 - 100) = 1$$

$$K_{maks}^*(2) = \frac{1}{2} (202 - 201) = \frac{1}{2}$$

Maka $b_{maks}^* = 1$. Dalam solusi dengan $L = 5$ zona tak kosong akan terdapat sedikitnya satu zona yang mempunyai satu halte. Maka

$$K_{maks}^*(1) \geq \frac{1}{2} (100 - 1) = \frac{99}{2} > 1.$$

Mempunyai nilai tujuan yang lebih besar daripada $L = 4$ zona.



Gambar 1 Sebuah contoh yang menyatakan solusi optimal untuk 4 zona lebih kecil daripada solusi optimal untuk 5 zona.

Perancangan Zona Menggunakan Algoritma SAHN [8]

Algoritma SAHN ini dimulai dari $n = |V|$ zona, masing-masing zona minimal terdapat satu halte dan menggabungkan setiap dua zona terdekat menjadi satu zona yang baru. Algoritma dengan urutan berbeda dapat dilakukan tergantung pada pendefinisian jarak antara 2 zona.

Algoritma SAHN:

Input : Jaringan transportasi publik, harga yang ditetapkan $d_{uv}, L \in \mathbb{N}$.

Output : Pembagian zona menjadi L zona tak kosong.

Langkah 1. Mulai dari bagian Z yang mempunyai $|V|$ zona, di mana setiap zona mempunyai halte tunggal.

Misalkan $d(Z_u, Z_v) = d_{uv}$ untuk semua zona $Z_u, Z_v \in Z$.

Langkah 2. Tentukan dua zona $Z_u \neq Z_v \in Z$ dengan jarak minimum $d(Z_u, Z_v)$.

Langkah 3. Gabungkan Z_u dan Z_v menjadi zona baru Z_k dan diperoleh bagian Z baru.

Langkah 4. Hitung jarak baru ke semua $Z \in Z$:

$$d(Z_k, Z) = \frac{1}{2}(d(Z_u, Z) + d(Z_v, Z) + c|d(Z_u, Z) - d(Z_v, Z)|)$$

Langkah 5. Jika jumlah zona yang direncanakan tercapai, maka berhenti, dan jumlah zona adalah Z ,

Jika tidak kembali ke langkah 2.

Parameter c yang digunakan pada langkah 4 merupakan rumus untuk menghitung jarak antara 2 zona. Dalam konteks perancangan zona, digunakan:

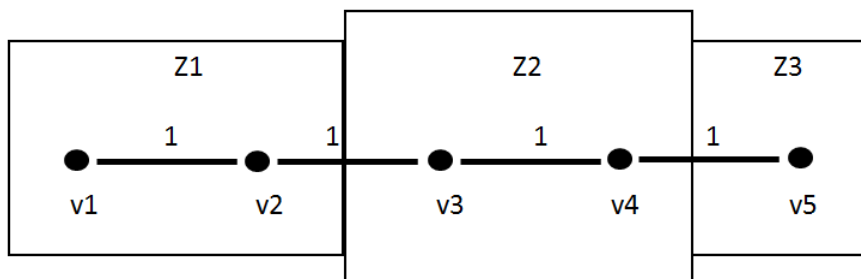
$c = -1$ untuk algoritma hubungan tunggal

$c = 1$ untuk algoritma hubungan lengkap

Pada algoritma hubungan tunggal, jarak antara dua zona didefinisikan sebagai jarak terkecil dari zona tersebut dan secara langsung sebuah busur terpendek dihubungkan pada setiap langkahnya. Pada algoritma hubungan lengkap, jarak antara dua zona didefinisikan sebagai jarak maksimum dari zona tersebut. Algoritma hubungan lengkap pada setiap langkahnya mencoba untuk meminimumkan diameter maksimum daripada zona-zona. Diberikan sebuah jaringan transportasi publik sebanyak 5 halte. Menurut algoritma SAHN jaringan transportasi publik tersebut dapat dipartisi menjadi 3 zona seperti pada Gambar 2. [7]

Jaringan transportasi publik yang dipartisi menjadi 3 zone $Z_1 = \{v_1, v_2\}, Z_2 = \{v_3, v_4\}$ dan $Z_3 = \{v_5\}$ seperti pada Gambar 2. Misalkan $W_{uv} = 1$ untuk semua $u, v \in V, u \neq v$, misal $W = 20$. Jika diasumsikan jarak antara titik atau halte yang berdekatan adalah 1, maka matriks d_{uv} menurut sistem *distance tarif* adalah sebagai berikut.

$$D = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 0 & 1 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 2 \\ 3 & 2 & 1 & 0 & 1 \\ 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$



Gambar 2 Sebuah jaringan transportasi publik yang dipartisi menjadi 3 zona dengan menggunakan algoritma SAHN

Jumlah zone yang dilalui antara halte u dan v diberikan dalam matriks berikut:

$$N = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Misal ongkos baru untuk melalui zone $p = 0, 1$, atau 2 adalah

$$c(0) = 0.5$$

$$c(1) = 1$$

$$c(2) = 1.5$$

Maka harga tiket yang baru dapat dihitung sebagai berikut

$$Z = \begin{pmatrix} 0 & 0.5 & 1 & 1 & 1.5 \\ 0.5 & 0 & 1 & 1 & 1.5 \\ 1 & 1 & 0 & 0.5 & 1 \\ 1 & 1 & 0.5 & 0 & 1 \\ 1.5 & 1.5 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Penyimpangan antara referensi harga d_{uv} dan harga tiket yang baru z_{uv} adalah

$$D - Z = \begin{pmatrix} 0 & 0.5 & 1 & 2 & 2.5 \\ 0.5 & 0 & 1 & 1 & 1.5 \\ 1 & 0 & 0 & 0.5 & 1 \\ 2 & 1 & 0.5 & 0 & 1 \\ 2.5 & 1.5 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Dan fungsi tujuannya adalah $b_{max} = 2.5$.

Perancangan Zona Menggunakan Algoritma Greedy

Algoritma ini menggunakan konsep dasar dari algoritma SAHN, yaitu dengan menghitung semua busur $\{Z_u, Z_v\}$ nilai fungsi tujuan b_{maks}^{uv} ketika melewati $\{Z_u, Z_v\}$ dari zona graf yang ada. Langkah terakhir adalah melewati busur yang mengalami peningkatan terkecil pada fungsi tujuan.

Langkah-langkah dalam algoritma Greedy:

Input : Jaringan transportasi publik, harga yang ditetapkan $d_{uv}, L \in \mathbb{N}$.

Output : Pembagian zona menjadi L zona .

Langkah 1. Mulai dari bagian Z yang mempunyai $|V|$ zona, dimana masing-masing zona mempunyai halte tunggal.

Langkah 2. Untuk setiap busur $\{Z_u, Z_v\}$ dalam E_Z yang menghubungkan Z_u dan Z_v secara sementara, hitung b_{maks}^{uv} untuk menghasilkan partisi zona.

Langkah 3. Gabungkan busur $\{Z_{u^0}, Z_{v^0}\}$ secara permanen, dimana

$$b_{maks}^{u^0, v^0} = \min_{\{Z_u, Z_v\} \in E_Z} b_{maks}^{uv}$$

Dan diperoleh sebuah partisi Z baru.

Langkah 4. Jika graf mempunyai L titik maka berhenti.

Output : Z ,

Jika tidak kembali ke langkah 2.

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh bahwa jika Gambar 2 dilakukan penentuan zona dengan menggunakan algoritma Greedy akan didapat 4 zona yang dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai $b_{maks} = 2,1$. Nilai ini lebih baik daripada nilai yang diperoleh melalui algoritma SAHN. Iterasi yang diperlukan dalam penentuan zona dengan menggunakan algoritma Greedy lebih panjang dibandingkan

dengan penentuan zona menggunakan algoritma SAHN. Untuk jumlah L zona yang kecil, hubungan tunggal lebih baik dibandingkan dengan jumlah zona yang besar.

KESIMPULAN

Algoritma SAHN lebih efektif dalam penentuan zona transportasi dikarenakan jumlah iterasi yang diperoleh lebih sedikit dibandingkan algoritma Greedy. Akan tetapi nilai fungsi tujuan yang diperoleh dengan algoritma Greedy lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Schöbel A. 2005. *Optimization in Public Transportation*. New York: Springer.
- [2] Schöbel A. 1994. Fair Zone Design in Public Transportation Networks. *Operation Research Proceedings*, p. 191-196, Berlin. Springer Verlag.
- [3] Gattuso D, Musolino G. 2006. "A Simulation Approach for Fare Integration in Regional Transit Services". In *Algorithmic Methods for Railway Optimization*, Lecture Notes in Computer Science. Springer, presented at ATMOS 2004, to appear.
- [4] Schöbel A. 1996. "Zone Planning in Public Transportation". *Advanced Methods in Transportation Analysis*, p. 117-134. Springer Verlag.
- [5] Babel L, Kellerer H. 2003. "Design of Tariff Zones in Public Transportation Systems: Theoretical Results and Heuristics". *Mathematical Methods of Operation Research*, p. 358-374.
- [6] Day WHE, Edelsbrunner H. 1984. "Efficient Algorithms for Agglomerative Hierarchical Clustering Methods". *Journal of Classification*, 1:7-24.
- [7] Bangun PBJ, Octarina S. 2013. "Kajian Perencanaan Sistem Zona Tarif dalam Optimasi Transportasi Publik". *Prosiding Seminar Bidang Matematika dan Informatika BKS PTN Barat*. Universitas Lampung.
- [8] Octarina S. 2014. "Perancangan Zona Transportasi Menggunakan Algoritma SAHN (*Sequential Agglomerative Hierarchical Non-overlapping*)". Disampaikan pada Seminar Kenaikan Jabatan Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.

STEM



2014

Semirata

 Bidang MIPA

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK DAN FUNGI MIKORIZA
ARBUSKULA (FMA) TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KENTANG
(*Solanum tuberosum* L.)**

**THE INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZERS AND ARBUSCULAR MICHORRHYZAE
FUNGI (AMF) TO THE GROWTH OF POTATOES (*Solanum tuberosum* L.)**

Upik Yelianti *)

*) Program Studi Pendidikan Biologi PMIPA FKIP Universitas Jambi
Jl. Raya Jambi - Ma. Bulian Km 15 Mendalo Indah Jambi

ABSTRACT

The aim of this research is to know about the interaction effect of several organic fertilizers in many levels with and without adding AMF. This research was conducted in Research Station at BPTP West Sumatera in 2009. This experiment are arranged in Split Split Plot Design with Main Plot are: AMF (with or without AMF), Subplot are: a kind of organic fertilizers (cascing of empty bunch palm oil/TKCT, compost of paddy straw/JPTH, and compost of *Thitonia diversifolia* L/TTTH.), and the sub-sub plot are: level of organic fertilizers (0, 10, and 20 t/ha). The observation of growth parameters are included: LAI, NAR, and CGR of potatoes. The result showed that there is a significant interactions between organic fertilizers with different level with or without AMF to growth of potatoes. The highest LAI, NAR and CGR was obtained from the treatment of TTTH organic fertilizer 20 t/ha with adding AMF.

Key words: organic fertilizers, AMF, growth, potatoes

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh interaksi pemberian beberapa pupuk organik pada berbagai dosis dengan dan tanpa FMA terhadap pertumbuhan kentang (*Solanum tuberosum* L.). Percobaan ini telah dilakukan di BPTP Sukarami Sumatera Barat pada tahun 2009. Percobaan ini dirancang dengan Rancangan Split-split Plot, dengan Petak Utama adalah: pemberian FMA (tanpa dan diberi CMA), Anak Petak adalah: jenis pupuk organik (hasil dekomposisi dari tandan kosong kelapa sawit/TKCT, jerami padi dengan *Trichoderma Harzianum*/JPTH, dan *Thitonia diversifolia* dengan *T.harzianum*/TTTH), dan anak-anak petak adalah: dosis pupuk organik (0, 10, dan 15 t/ha). Variabel pertumbuhan yang diamati adalah: ILD, LAB dan LTT pada umur 7 mst. Data dianalisis dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji DMNRT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi untuk masing-masing variabel pertumbuhan. ILD tanaman kentang tertinggi diperoleh pada pemberian pupuk organik TTTH dengan dosis 20 t/ha baik yang diberi maupun tanpa FMA. Nilai LAB tertinggi diperoleh pada pemberian pupuk TTTH pada dosis 20 t/ha dengan penambahan FMA. Demikian juga dengan parameter LTR tanaman kentang terbaik diperoleh pada pemberian pupuk organik TTTH dengan dosis 20 t/ha. Disarankan untuk dapat menggunakan pupuk organik TTTH yang merupakan hasil dekomposisi *Thitonia diversifolia* L. dengan decomposer *Trichoderma harzianum* untuk tanaman kentang.

Kata kunci: pupuk organik, FMA, pertumbuhan, kentang

PENDAHULUAN

Kentang (*solanum tuberosum* L.) merupakan salah satu bahan pangan yang mempunyai nilai kandungan gizi yang cukup tinggi. Umbi kentang mampu menyediakan bahan makanan yang bergizi karena kentang mengandung karbohidrat, protein, vitamin B dan C, serta mineral fosfor, magnesium, dan kalium. Kentang mengandung karbohidrat

sebesar 2.171 kg/ha, lebih tinggi dibandingkan dengan terigu dan padi berturut-turut yaitu 981 kg/ha dan 1.58 kg/ha. Di samping sebagai sumber karbohidrat, kentang juga menunjang diversifikasi pangan, komoditas ekspor non migas dan sebagai bahan baku industri.

Pada saat ini kecenderungan peningkatan preferensi konsumen terhadap produk yang diproduksi secara alami antara lain dengan penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati dengan alasan produk tersebut sehat dan proses produksinya tidak mencemari lingkungan. Keinginan masyarakat untuk memproduksi produk-produk pertanian yang sehat dan berkualitas serta isu sadar lingkungan juga telah mendorong berkembangnya produk pertanian organik, sekalipun harganya lebih mahal dibandingkan produk pertanian konvensional. Harga kentang organik di negara Irlandia dapat mencapai dua kali lipat, karena rasa merupakan motivasi utama bagi konsumennya dan sekitar 28% masyarakat mulai membeli produk organik [1]. Produk pertanian organik merupakan produk yang proses budidayanya produk yang proses budidayanya telah memenuhi standardisasi pertanian organik (*basic standard of organic Agriculture*), yang telah ditetapkan oleh *International Federation Organic Agricultural Movement (IFOAM)*. Budidaya pertanian organik mensyaratkan budidaya tersebut harus bebas dari berbagai bahan kimia sintetis, seperti pupuk anorganik, pestisida, dan logam berat sejak awal sampai akhir siklus atau proses produksi. Sedangkan menurut Sutanto [2] bahwa kegunaan budidaya organik pada dasarnya adalah meniadakan atau membatasi dampak negatif yang ditimbulkan oleh budidaya kimiawi.

Upaya peningkatan produksi pertanian sejalan dengan penggunaan pupuk kimia dan pestisida yang juga tinggi. Akan tetapi, penggunaan bahan kimia terus menerus dapat menyebabkan mulai mengkhawatirkan kita, karena dapat menyebabkan degradasi lahan yang pada akhirnya dapat mengganggu kesehatan manusia. Di samping itu, dengan semakin intensifnya pengolahan tanah untuk pertanian, akan menyebabkan menurunnya sifat kimia dan biologi tanah, bahkan sifat fisikapun mulai berubah baik tekstur maupun strukturnya. Oleh karena itu, salah satu upaya untuk mengembalikan kesuburan tanah tersebut adalah dengan penggunaan pupuk organik. Beberapa bahan organik yang dapat dijadikan sebagai bahan pupuk organik adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai limbah agroindustri dan jerami padi sebagai limbah pertanian yang keberadaannya selalu melimpah yang biasanya penanganannya dibakar sehingga menimbulkan polusi. Sedangkan *Thitonia diversifolia* merupakan tanaman gulma yang tumbuh subur di pinggir jalan, sawah dan tanah kosong sangat potensial dijadikan sebagai pupuk organik karena banyak mengandung N, P, dan K [3]. Hasil penelitian Gusmini [4] menunjukkan bahwa komposisi kandungan hara dari *thitonia* adalah: 2,8% N, dan 2,5% K, dengan kadar air 498%.

Penambahan pupuk organik ke dalam tanah mempunyai manfaat ganda, antara lain dapat memperbaiki kesuburan kimia, fisik dan biologi. Bahan organik berupa sisa tanaman dan kotoran hewan selama ini belum dimanfaatkan secara optimal, dan bahkan kalau dibiarkan begitu saja akan menjadi masalah karena dapat mencemari lingkungan. Kualitas dari pupuk organik sangat ditentukan oleh kandungan kimia dari bahan organik tersebut. Bahan organik dengan kandungan lignin dan selulosa yang tinggi akan mempunyai nilai C/N yang tinggi pula, sehingga sulit mengalami penguraian. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu upaya untuk mencari dekomposer yang cocok untuk penguraian beberapa bahan organik agar proses dekomposisi dapat berjalan lebih cepat. Selama proses dekomposisi akan terjadi penguraian bahan organik menjadi senyawa-senyawa organik seperti: fosfat, sulfat, nitrat, amoniak, air, dan CO₂ dan pada akhir proses dekomposisi akan menghasilkan asam humat dan fulvat. Di samping senyawa organik juga dihasilkan unsur hara makro

seperti: N, P, K, S, Ca, Mg, dan hara mikro seperti: Mn, Zn, Cu, dan Fe. Pupuk organik yang baik harus mengandung unsur hara baik makro maupun mikro yang memenuhi standar dan tidak mengandung bahan-bahan yang bersifat toksik. Pupuk organik yang berasal dari bahan organik yang berbeda dengan dekomposer yang berbeda akan menghasilkan kandungan hara makro, mikro serta asam-asam organik khususnya asam humat dan fulvat yang berbeda pula.

Pupuk organik hasil dekomposisi bahan organik dengan dekomposernya memiliki keunggulan, antara lain: memiliki kandungan hara yang lengkap baik makro maupun mikro yang telah tersedia bagi tanaman, mengandung asam-asam organik yang dapat membantu pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serta mengandung hormon pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian Yelianti, dkk.,[5] menunjukkan bahwa pupuk organik hasil dekomposisi TKKS dengan dekomposer cacing tanah mengandung unsur hara makro sebesar: 2.03%N, 1,25%P, 10.14%K, dengan kandungan asam organik sebesar: 80 mg asam humat, 300 mg asam fulvat. Sedangkan kandungan zat pengatur tumbuhnya adalah: 70,22 ppm auksin, 13,12 pp, kinetin dan zeatin: 85,37 ppm.

Di samping itu, pupuk organik yang diberikan ke dalam tanah dapat membantu kelarutan hara P yang terfiksasi dalam tanah. Pupuk organik dapat menghasilkan asam-asam organik yang dapat melarutkan P, sehingga menjadi tersedia bagi tanaman. Demikian juga halnya dengan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dapat juga membantu tanaman dalam meningkatkan penyerapan air dan hara terutama fosfat. Fosfat merupakan hara esensial yang sangat dibutuhkan bagi tanaman dalam mengatur proses fisiologis tanaman. FMA dapat meningkatkan serapan P bagi tanaman, karena FMA dapat menghasilkan enzim fosfatase yang dapat melarutkan P terikat menjadi tersedia bagi tanaman.

Aplikasi pupuk organik yang dikombinasikan dengan pupuk hayati FMA sangat potensial sekali pada tanah-tanah yang kandungan P rendah. Tanaman kentang biasanya ditanam pada tanah di dataran tinggi yang tergolong pada jenis Andisol. Tanah ini memang tergolong subur, akan tetapi ketersediaan hara P sangat terbatas karena P berada dalam kondisi terikat. Oleh karena itu, pemberian pupuk organik dan pupuk hayati FMA dapat membantu dalam pelepasan hara P sehingga menjadi tersedia bagi tanaman kentang. Pupuk organik dengan kualitas yang baik dapat menunjang pertumbuhan dan kualitas tanaman kentang, karena tanaman kentang lebih menyukai tanah yang banyak mengandung bahan organik.

Pemberian pupuk organik dan pupuk hayati FMA pada tanaman kentang tanpa aplikasi pupuk kimia diharapkan dapat menjadi alternatif dalam menghasilkan produk pertanian organik berupa kentang organik yang berkualitas. Hasil tanaman kentang yang berkualitas adalah aman dikonsumsi (food safety attributes), memiliki kandungan nutrisi (nutritional attributes) dan ramah lingkungan (eco-labeling attributes). Oleh karena itu, perlu diketahui pengaruh pemberian beberapa pupuk organik dan FMA terhadap pertumbuhan tanaman kentang.

METODOLOGI

Penelitian ini telah dilakukan di Kebun Percobaan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sumatera Barat di Sukarami Solok, dengan ketinggian tempat 980-1000 m dpl. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Januari – Juni 2009. Penelitian ini menggunakan Rancangan Split-Split Plot dengan pola faktorial, 3 faktor. Petak Utama: adalah pemberian inokulan FMA (c1 = tanpa pemberian FMA dan c2 = dengan pemberian FMA). Anak Petak:

adalah jenis pupuk organik terbaik hasil penelitian sebelumnya: (d_1 = TKCT/TKKS dengan decomposer cacing tanah, d_2 = JPTH/jerami padi dengan decomposer *Trichoderma harzianum*, dan d_3 = TTTH/ *Thitonia diversifolia* dengan decomposer *T. harzianum*). Parameter pertumbuhan tanaman kentang yang diamati adalah: ILD, LAB dan LTR pada umur 7 mst. Data dianalisis dengan analisis sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji DMNRT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks Luas Daun (ILD) Tanaman Kentang (7mst)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa pemberian beberapa pupuk organik pada dosis berbeda dengan dan tanpa FMA berpengaruh nyata terhadap nilai ILD tanaman kentang pada umur 7 mst. Perbedaan rata-rata nilai ILD tanaman kentang yang diberi beberapa pupuk organik pada dosis berbeda dengan tanpa FMA disajikan pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa peningkatan dosis pupuk organik dengan dan tanpa FMA memberikan nilai ILD yang berbeda nyata. Pada perlakuan tanpa pemberian FMA, nilai ILD tertinggi diperoleh pada pemberian pupuk organik TTTH dengan dosis 20 t/ha, yaitu sebesar 0,89. Demikian juga halnya perlakuan dengan pemberian FMA, nilai ILD tertinggi diperoleh pada pemberian pupuk organik TTTH dengan dosis 20 t/ha, yaitu sebesar 0,86.

Tabel 1. Indeks Luas Daun (ILD) tanaman kentang pada umur 7 mst yang diberi beberapa pupuk organik pada berbagai dosis dengan dan tanpa FMA

Pupuk hayati	Pupuk organik	Dosis (t/ha)		
		0	10	20
- FMA	TKCT	0,42 c A	0,54 a B	0,78 b C
	JPTH	0,46 c A	0,60 ab B	0,77 b C
	TTTH	0,51 c A	0,70 b B	0,89 c C
+ FMA	TKCT	0,30 b A	0,54 a B	0,81 b C
	JPTH	0,19 a A	0,49 a B	0,63 a C
	TTTH	0,30 b A	0,58 ab B	0,86 bc C

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menurut kolom dan huruf besar yang sama menurut baris adalah tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

TKCT : pupuk organik hasil dekomposisi tandan kosong kelapa sawit dengan cacing tanah

JPTH : pupuk organik hasil dekomposisi jerami padi dengan *T.harzianum*

TTTH : pupuk organik hasil dekomposisi *Thitonia diversifolia* dengan *T.harzianum*

Pada Tabel 1 di atas juga terlihat bahwa nilai ILD juga meningkat sejalan dengan meningkatnya dosis pupuk organik dan nilai ILD tertinggi didapat pada perlakuan tanpa pemberian FMA dengan pupuk organik TTTH sebanyak 20 t/ha dan nilai ILD ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan pemberian FMA dengan pupuk organik TTTH sebanyak 20 t/ha. Pada perlakuan tanpa pemberian FMA dengan dosis 0 t/ha pupuk organik, nilai ILD lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan pemberian FMA. Demikian juga halnya dengan nilai ILD juga berbeda antara perlakuan tanpa dengan diberi FMA pada dosis pupuk organik 10 t/ha dan 20 t/ha. Fenomena ini menunjukkan bahwa pemberian FMA tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai ILD pada taraf pemberian pupuk organik dengan dosis 20 t/ha. Pemberian pupuk organik dapat menyebabkan tanah menjadi subur terutama kesuburan kimia melalui peningkatan unsur hara tanah, hal ini akan menyebabkan pemberian FMA menjadi kurang efektif.

Laju Asimiasi Bersih (LAB) Tanaman Kentang (7mst)

Hasil analisis keragaman menunjukkan adanya pengaruh peningkatan dosis dari beberapa pupuk organik terhadap nilai LAB tanaman kentang dengan dan tanpa FMA. Perbedaan rata-rata nilai LAB tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Laju Asimilasi Bersih (LAB) tanaman kentang pada umur 7 mst yang diberi beberapa pupuk organik pada berbagai dosis dengan dan tanpa FMA

Pupuk hayati	Pupuk organik	Dosis (t/ha)		
		0	10	20
- FMA	TKCT	0,13 ab A	0,20 ab B	0,33 a C
	JPTH	0,11 a A	0,19 a B	0,30 a C
	TTTH	0,13 ab A	0,24 a B	0,35 ab C
+ FMA	TKCT	0,11 a A	0,21 b B	0,49 c C
	JPTH	0,10 a A	0,17 a B	0,51 c C
	TTTH	0,12 a A	0,21 b B	0,57 d C

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menurut kolom dan huruf besar yang sama menurut baris adalah tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

- TKCT : pupuk organik hasil dekomposisi tandan kosong kelapa sawit dengan cacing tanah
 JPTH : pupuk organik hasil dekomposisi jerami padi dengan *T.harzianum*
 TTTH : pupuk organik hasil dekomposisi *Thitonia diversifolia* dengan *T.harzianum*.

Rata-rata nilai LAB tanaman kentang pada umur 7 mst meningkat sejalan dengan meningkatnya dosis dari beberapa pupuk organik dengan dan tanpa pemberian FMA. Pada perlakuan tanpa pemberian FMA, nilai LAB tertinggi diperoleh pada perlakuan pemberian pupuk organik TTTH dengan dosis 20 t/ha, yaitu 0,35 mg/cm²/hari, dan untuk perlakuan pemberian FMA, nilai LAB tertinggi juga didapat pada perlakuan pemberian pupuk organik TTTH dengan dosis sebesar 20 t/ha, yaitu sebesar: 0,57 mg/cm²/hari. Pemberian pupuk organik TTTH dengan dosis 20 t/ha dengan dan tanpa FMA memberikan nilai LAB tertinggi, hal ini disebabkan pupuk organik TTTH memang baik kualitasnya baik dari segi kandungan hara makro, mikro, asam-asam organik maupun ZPT sehingga menunjang pada peningkatan nilai LAB.

Laju Tumbuh Relatif (LTR) Tanaman Kentang (7mst)

Hasil analisis sidik ragam terlihat bahwa terdapat pengaruh pemberian beberapa pupuk organik dengan dan tanpa pemberian FMA terhadap nilai LTR tanaman kentang pada umur 7 mst. Perbedaan rata-rata nilai LTR tanaman kentang disajikan pada Tabel 3.

Dari Tabel 3 terlihat bahwa peningkatan dosis pupuk organik sampai 20 t/ha dapat meningkatkan nilai LTR tanaman kentang pada umur 7 mst. Pada perlakuan tanpa pemberian FMA, nilai LTR tertinggi diperoleh pada perlakuan pupuk organik TTTH dengan dosis 20 t/ha, yaitu 2,28 mg/cm²/hari. Hal yang sama juga terjadi pada perlakuan pemberian FMA, nilai LTR tertinggi diperoleh pada pemberian pupuk organik TTTH dengan dosis 20 t/ha, yaitu sebesar: 2,24 mg/cm²/hari. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk organik TTTH dapat menunjang pertumbuhan tanaman kentang.

Tabel 3. Laju Tumbuh Relatif (LTR) tanaman kentang pada umur 7 mst yang diberi beberapa pupuk organik pada berbagai dosis dengan dan tanpa FMA

Pupuk hayati	Pupuk organik	Dosis (t/ha)		
		0	10	20
- FMA	TKCT	1,27 bc A	1,40 b B	2,03 b C
	JPTH	1,18 ab A	1,24 a A	1,89 a B
	TTTH	1,36 c A	1,25 a A	2,28 c B
+ FMA	TKCT	1,05 a A	1,43 b B	2,07 b BC
	JPTH	1,18 b A	1,53 c B	1,98 b C
	TTTH	1,22 b A	1,79 d B	2,24 c C

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menurut kolom dan huruf besar yang sama menurut baris adalah tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

TKCT : pupuk organik hasil dekomposisi tandan kosong kelapa sawit dengan cacing tanah

JPTH : pupuk organik hasil dekomposisi jerami padi dengan *T.harzianum*

TTTH : pupuk organik hasil dekomposisi *Thitonia diversifolia* dengan *T.harzianum*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat interaksi antara pemberian beberapa pupuk organik dan FMA terhadap variabel pertumbuhan ILD, LAB dan LTR tanaman kentang. Pemberian pupuk organik TTTH dengan taraf 20 t/ha memberikan respon pertumbuhan terbaik bagi tanaman kentang baik yang tidak diberi maupun yang diberi FMA. Disarankan untuk mendapatkan pertumbuhan yang lebih baik untuk tanaman kentang sebaik disubsitisi dengan pupuk kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, tt. Kentang (*Solanum tuberosum* L.). [http:// warintek-progresio.or.id/byrans](http://warintek-progresio.or.id/byrans).
- [2] Sutanto, R. 2002. Penerapan Pertanian Organik Pemasarakatan dan Pengembangannya. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- [3] Hakim, N. 2001. Kemungkinan Penggunaan *Thitonia diversifolia* sebagai Sumber Bahan Organik dan Nitrogen. Laporan Penelitian Pusat Penelitian Pemanfaatan Iptek dan Nuklir (P3IN) Universitas Andalas, Padang.
- [4] Gusmini. 2003. Pemanfaatan Pangkasan Thitonia (*Thitonia diversifolia*) sebagai Bahan Subsitusi N dan K Pupuk Buatan untuk Tanaman Jahe (*Zingiber officinae* Rocks) pada Ultisol. Tesis Magister Sains Program Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.
- [5] Yelianti,U., Kasli, M. Kasim, dan E.F. Husin. 2009. Kualitas pupuk organik hasil dekomposisi beberapa bahan organik dengan dekomposernya. Jurnal Aktaagrosia Vol. 12 No. 1 Tahun 2009 Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.

SOLUBILISASI BADAN INKLUSI AMORFA-4,11-DIENA SINTASE REKOMBINAN DAN PEMURNIANNYA PADA KROMATOGRAFI KOLOM AFINITAS

SOLUBILIZATION INCLUSION BODIES OF RECOMBINANT AMORPHA-4,11-DIENA SYNTHASE AND ITS PURIFICATION ON AFFINITY COLUMN CHROMATOGRAPHY

Laida Neti Mulyani ^{1*}, Elfahmi², Catur Riani³

Sekolah Tinggi Farmasi Bandung, Bandung^{1*}
Alamat kontak (laidanetimulyani@yahoo.com, Jl Soekarno Hatta 754 Bandung)
Institut Teknologi Bandung, Bandung², Institut Teknologi Bandung, Bandung³

ABSTRACT

Enzyme that has important role in artemisinin biosynthesis is amorpha-4,11-diene synthase (ADS), has been produced in *Escherichia coli* BL21(DE3) as recombinant protein but dominant as inclusion body (IB) which is insoluble and inactive. To activate the ADS-IB, solubilization and refolding process are needed. Solubilization of inclusion body was optimized by pH modification and denaturant addition (urea and guanidine-HCl) at different concentrations. Purification and refolding of ADS IB were done in affinity column containing Ni-NTA resin with different refolding buffer (urea and β -cyclodextrin). Overproduction with 0.5 mM IPTG at 37°C for 3 hours induction showed that IB content is 78% of the soluble ADS. Solubilization IB with pH modification showed that only 2.3% (w/w) were solubilized from total IB. Solubilization with denaturant showed that IB does not soluble in various concentrations of urea (2, 4, 6, 8M) but completely soluble in 6M guanidine-HCl. On column refolding and purification of solubilized IB was performed by affinity chromatography with 6M urea as washing buffer causing ADS aggregation in column. The best result was achieved by 6M guanidine-HCl and Triton X-100 as washing buffer with 90% purity level and 65.07% of yield.

Keywords: Solubilization, Amorpha-4,11-diene Synthase, Inclusion Bodies, Purification, Affinity chromatography.

ABSTRAK

Enzim yang berperan penting dalam biosintesis artemisinin yaitu amorfa-4,11-diena sintase (ADS) telah berhasil diproduksi pada *E. coli* BL21(DE3) sebagai protein rekombinan namun dominan dalam bentuk badan inklusi (BI) yang tidak larut dan tidak aktif. Untuk mengaktifkan ADS-BI perlu dilakukan pelarutan dan pelipatan ulang. Metode pelarutan BI dilakukan dengan modifikasi pH dan penambahan denaturan (urea dan guanidin-HCl) pada berbagai konsentrasi. Pemurnian ADS dari BI dan pelipatan ulang dilakukan dalam kolom afinitas yang berisi resin Ni-NTA dengan variasi dapar pelipatan ulang (urea dan siklodekstrin- β). Hasil dari pelarutan BI dengan modifikasi pH adalah 2,3% (b/b) dari total ADS-BI. Pelarutan dengan menggunakan denaturan menunjukkan ADS-IB tidak larut dalam berbagai jenis konsentrasi urea yang digunakan (2, 4, 6, 8M) namun larut sempurna dalam guanidin-HCl 6M. Pemurnian dan pelipatan ulang hasil pelarutan BI pada kolom afinitas dengan dapar pencuci urea 6M menyebabkan ADS mengalami agregasi pada kolom. Hasil pemurnian yang lebih baik ditunjukkan dengan penggunaan dapar pencuci guanidin-HCl 6M dan Triton X-100 1% yang menghasilkan ADS dengan tingkat kemurnian 90% dan rendemen 65.07%.

Kata Kunci : Solubilisasi, Amorfa-4,11-diena Sintase, Badan Inklusi, Pemurnian, Kromatografi afinitas.

PENDAHULUAN

Penelitian dan pengembangan obat antimalaria dilakukan secara berkelanjutan terutama untuk menghadapi masalah resistensi *Plasmodium falciparum* terhadap klorokuin dan sulfadoksin-pyrimethamin. Menjawab masalah resistensi yang timbul, WHO merekomendasikan artemisinin untuk terapi kombinasi yang dapat digunakan pada pengobatan malaria bersama dengan obat lain. Artemisinin telah berhasil diisolasi sebagai antimalaria oleh ilmuwan Cina pada tahun 1970 dari tanaman herbal *Artemisia annua* dengan kandungan 0,01- 0,5% dari berat kering tanamannya [1],[2]. Rendahnya kadar artemisinin dan strukturnya yang kompleks menyebabkan komersialisasi artemisinin tidak mudah dilakukan dan memakan biaya yang cukup tinggi.

Berdasarkan jalur biosintesis artemisinin diketahui bahwa amorf-4,11-dien sintase (ADS) berperan sebagai enzim kunci dalam biosintesis artemisinin. Ketika jumlah ADS tinggi maka jalur biosintesis akan lebih mengarah kepada biosintesis artemisinin bukan sterol [3]. ADS terlibat dalam siklisasi farnesil dipospat (FDP) menjadi amorf-4,11-dien yang merupakan prekursor artemisinin [2]. Amorf-4,11-dien dapat dikonversi menjadi artemisinin secara *in vitro* [4]. Produksi prekursor ini sangat dipengaruhi oleh jumlah ADS. Untuk meningkatkan jumlah ADS dapat dilakukan melalui rekayasa genetika yaitu memproduksi ADS pada *E. coli* [5].

Penelitian sebelumnya telah melakukan produksi dan karakterisasi ADS rekombinan (rADS) dalam bentuk fusi dengan *his tag* pada *E. coli* [6]. Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh informasi bahwa rADS yang dihasilkan berada dalam bentuk badan inklusi (rADS-BI) dengan jumlah lebih besar dibandingkan bentuk terlarutnya. rADS aktif ketika dalam bentuk terlarut sementara dalam bentuk rADS-BI tidak aktif. Tujuan penelitian ini adalah melakukan optimasi solubilisasi badan inklusi dan pemurniannya pada kolom afinitas.

METODE PENELITIAN

Overproduksi dan Isolasi ADS-BI

Satu koloni tunggal dari *E. coli* BL21(DE3) yang mengandung plasmid pET15b-*ads* dikultur dalam 5 mL media LB yang mengandung ampisilin 100 µg/mL pada suhu 37 °C, 150 rpm selama 18 jam. Selanjutnya untuk overproduksi BI, 1% dari kultur tersebut diremajakan dalam 500 mL LB cair yang mengandung ampisilin dan diinkubasi pada kondisi yang sama hingga mencapai OD₆₀₀ 0,6-0,7. Selanjutnya dilakukan induksi dengan IPTG hingga konsentrasi akhir mencapai 0, mM selama 3 jam pada suhu 37 °C. Tahapan selanjutnya sel dipanen dengan sentrifugasi 4000xg selama 20 menit pada suhu 4 °C.

Pelet sel yang diperoleh dari sentrifugasi dibilas dua kali dengan menggunakan dapar A (Na-fosfat 25 mM pH 6,5 mengandung 10% gliserol dan NaCl 500 mM). Sel diresuspensi menggunakan dapar yang sama dengan perbandingan 5 mL dapar untuk setiap gram pelet. Ke dalam suspensi sel ditambahkan PMSF hingga konsentrasi akhir 1mM kemudian sel dilisis dengan sonikasi pada amplitudo 25W selama 2 menit dengan 5 detik sonikasi dan 5 detik istirahat. Hasil lisis kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 1000xg selama 15 menit pada suhu 4 °C untuk memisahkan antara supernatan yang mengandung ADS-terlarut dan pelet yang mengandung debris sel dan ADS-BI. ADS-terlarut dan ADS-BI yang tidak larut kemudian dikarakterisasi menggunakan SDS-PAGE.

Solubilisasi, pelipatan ulang dan pemurnian badan inklusi ADS

Pelet ADS-BI yang masih mengandung debris sel dicuci sebanyak dua kali menggunakan dapar A yang mengandung Triton X-100 0,1% dengan perbandingan 10 mL dapar A untuk tiap gram pelet. Solubilisasi dilakukan menggunakan modifikasi pH dan penambahan denaturan. Solubilisasi menggunakan modifikasi pH dilakukan dengan meresuspensi ADS-BI dalam dapar A sebanyak 10x volume dapar untuk setiap gram ADS-BI. NaOH 0,1M ditambahkan sampai pH campuran mencapai 10,5-11. Campuran diinkubasi pada suhu ruang dengan pengadukan selama 1 jam. Selanjutnya ADS-BI dilipat ulang dengan menambahkan HCl 0,1 M hingga pH 6,5 kemudian diinkubasi kembali pada suhu ruang selama 1 jam. Larutan selanjutnya disentrifugasi 6000xg selama 10 menit. Supernatan dipisahkan dan dikarakterisasi menggunakan SDS-PAGE.

Solubilisasi rADS-BI dengan penambahan denaturan dilakukan dengan berbagai konsentari urea (2M, 4M, 6M, 8M) dan guanidin-HCl (1M, 2M, 4M, 6M). rADS-BI dilarutkan (50-60 mg/mL) dalam dapar B (fosfat 100 mM, Tris-Cl 10mM, NaCl 500 mM, gliserol 10%) yang mengandung denaturan (urea/ guanidin-HCl) sesuai konsentrasi yang diujikan. Hasil pelarutan diamati secara visual dan spektrofotometri dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang 280 nm, kemudian dilakukan konfirmasi dengan SDS-PAGE.

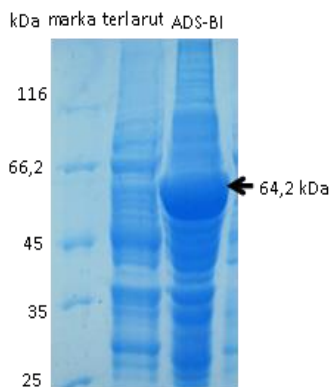
Pelipatan ulang dan pemurnian rADS-BI yang sudah terlarut dilakukan dengan kromatografi afinitas menggunakan resin Ni-NTA dengan dua pendekatan antara lain sistem sentrifugasi dan sistem kolom gravitasi. Pelipatan pada resin Ni-NTA dengan sentrifugasi dilakukan dengan menambahkan 500 μ L rADS-BI yang telah dilarutkan pada 500 μ L resin di tabung mikrosentrifuga 1,5 mL. Pengikatan pada resin dilakukan pada suhu ruang selama 30-60 menit. Kemudian dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 2000xg selama 2 menit. Supernatan diambil sebagai *flowthrough* dan dilanjutkan pencucian dengan 2x 500 μ L dapar yang mengandung guanidin-HCl 6M melalui sentrifugasi dengan kondisi yang sama. Supernatan diambil sebagai fraksi *wash*. Pelipatan ulang dilakukan dengan menambahkan bufer *refolding* pH 8 (fosfat 100mM, gliserol 10%, NaCl 500 mM, Tris-Cl 10 mM) yang mengandung urea (6M, 4M, 2M, 0M). Protein hasil pelipatan ulang yang terikat pada resin Ni-NTA agarosa dielusi dengan 2x 500mM imidazol. Hasil pelipatan ulang dikarakterisasi dengan menggunakan SDS-PAGE.

Pelipatan ulang menggunakan sistem kolom gravitasi dilakukan dengan menambahkan 500 μ L rADS-BI terlarut ke dalam kolom yang berisi resin 700 μ L Ni-NTA dengan panjang 5 cm dan diameter 0,5 cm. Pengikatan dilakukan dengan inkubasi selama 18 jam pada 4°C. Fraksi ditampung sebagai *flowthrough* kemudian protein pada kolom dibilas dengan dapar C pH 8 (Tris-Cl 25mM, gliserol 10%, NaCl 0,1 M, β -merkaptobetanol 5 mM, imidazol 20 mM) yang mengandung guanidin-HCl 6 M sebanyak 10x volume resin. Kemudian pencucian dilakukan dengan dapar C mengandung Triton X-100 1% sebanyak 10x volume resin. Untuk menghilangkan kelebihan Triton X-100 dilakukan pencucian dengan dapar C tanpa Triton-X sebanyak 10x volume resin. Kemudian pelipatan ulang dilakukan dengan menambahkan dapar C yang mengandung CD- β 5 mM sebanyak 10x volume resin. Selanjutnya kolom dibilas bufer C tanpa CD- β dan dielusi dengan imidazol 250 mM. Hasil pelipatan ulang dan pemurnian dikarakterisasi dengan SDS-PAGE.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Overproduksi dan Isolasi ADS-BI

Hasil overproduksi rADS pada sel *E. coli* menunjukkan rADS yang diekspresikan pada sitoplasma terdapat dalam bentuk badan inklusi (rADS-BI) dengan ukuran pita 64,2 kDa. Ukuran pita ini mendekati ukuran teoritis rADS yaitu sebesar 63,9 kDa [7],[8]. Kondisi overproduksi yang digunakan (Gambar 1) mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh [6] yaitu induksi IPTG 0,5 mM ketika OD₆₀₀ mencapai 0,7 dengan waktu induksi 3 jam pada suhu 37 °C memberikan kadar rADS-BI 78,23% dan rADS terlarut 21,76%.



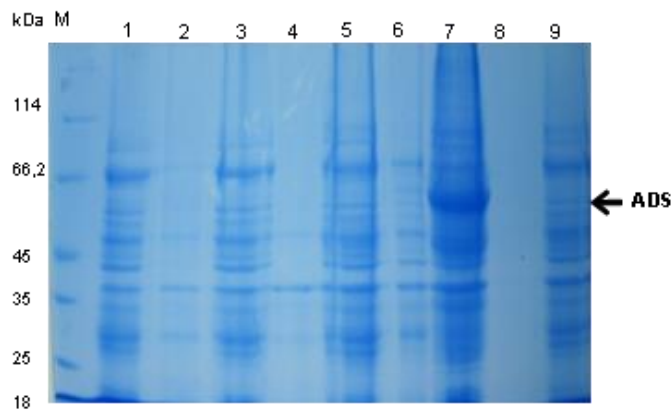
Gambar 1. Elektrofogram SDS-PAGE dari overproduksi rADS pada *E. coli* BL21(DE3) dengan induksi menggunakan IPTG 0,5mM pada suhu 37 °C selama 3 jam

Produksi BI yang tinggi disebabkan oleh tingkat ekspresi yang tinggi sehingga protein akan terakumulasi sebagai badan inklusi yang tidak larut [9]. Dijelaskan pula bahwa meskipun memiliki homologi yang tinggi sebagian besar terpen sintase akan memiliki perilaku yang sangat berbeda ketika diekspresikan dalam bakteri dan memiliki kecenderungan untuk membentuk badan inklusi [7].

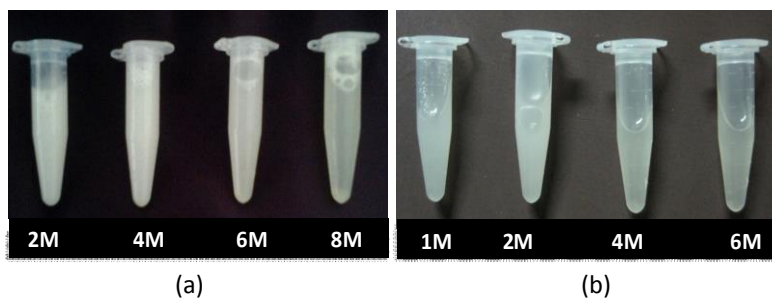
SOLUBILISASI rADS-BI DAN PEMURNIANNYA

rADS-BI yang telah dipisahkan dari supernatan hasil sonikasi dicuci menggunakan dapar pencuci yang mengandung Triton X-100 0,1% untuk menghilangkan protein pengotor yang larut dengan adanya Triton X-100 0,1% seperti protein-protein membran. Triton X-100 yang bersifat deterjen mampu melarutkan protein-protein hidrofobik berukuran kecil namun tidak mampu melarutkan protein dalam bentuk agregat seperti BI. Pencucian dengan menggunakan Triton X-100 0,1% mampu mengurangi 14% b/b protein pengotor dari rADS-BI (data tidak ditunjukkan).

Solubilisasi rADS-BI dilakukan melalui dua pendekatan yaitu melalui modifikasi pH dan penambahan denaturan. Mekanisme pelarutan menggunakan modifikasi pH dapat dijelaskan bahwa kenaikan pH ekstrim diatas pI protein menyebabkan protein bermuatan negatif sehingga terjadi tolak menolak antara molekul protein. Tolak menolak ini berakibat pada lemahnya interaksi hidrofobik sehingga protein menjadi tidak stabil dan larut dalam kondisi tidak terlipat sempurna [10], [11]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Picaud [7], menyebutkan rADS-BI larut pada pH 11 dengan penambahan NaOH namun pada penelitian ini kondisi tersebut belum cukup untuk melarutkan rADS-BI karena hanya 2,3% yang berhasil dilarutkan dari total rADS-BI (Gambar 2) Hal ini kemungkinan disebabkan reproduktibilitas metode pelarutan yang rendah dan perlu dilakukan optimasi pH untuk pelarutan rADS-BI. Keterbatasan informasi mengenai karakteristik rADS-BI sendiri menjadi salah satu kendala sehingga metode pelarutan dengan modifikasi pH tidak dipilih.



Gambar 2. Elektroforegram SDS-PAGE hasil pelarutan dan pelipatan ulang rADS-BI dengan modifikasi pH. M. marka protein; 1.suspensi protein pada pencucian dengan bufer A + Triton X-100 0,1%; 2. supernatan hasil pencucian-1; 3. suspensi protein pada pencucian dengan dapar A tanpa Triton X; 4. supernatan hasil pencucian-2; 5. pelarutan dengan NaOH 0,1M pada pH larutan 11 ; 6. pelipatan ulang dengan HCl 0,1M pada pH 6,5; 7. BI setelah pelipatan ulang; 8. supernatan setelah pelipatan ulang; 9. Pemekatan 9x setelah pelipatan ulang.



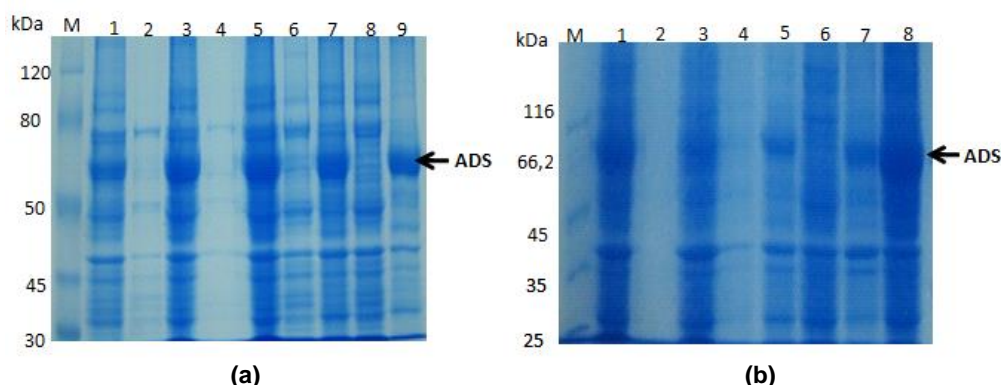
Gambar 3. Visualisasi pelarutan rADS-BI dengan denaturan (a) pelarutan menggunakan urea pada berbagai konsentrasi (b) pelarutan menggunakan guanidin-HCl konsentrasi.

Hasil visualisasi pelarutan rADS-BI dengan urea dan guanidin-HCl menunjukkan pada konsentrasi denaturan tertinggi badan inklusi larut dengan baik dibandingkan pada konsentrasi lainnya yaitu konsentrasi 8M untuk urea dan 6M untuk guanidin-HCl (Gambar 5.). Hasil ini sejalan dengan konfirmasi pelarutan rADS-BI menggunakan spektrofotometer dengan mengukur serapan protein pada panjang gelombang 280 nm juga menunjukkan hasil yang sejalan dimana absorbansi tertinggi untuk urea 8M dan 6M untuk guanidin-HCl (Tabel 1).

Tabel 1. Absorbansi protein hasil pelarutan rADS-BI dengan urea dan guanidin-HCl

No	Urea	Absorbansi (280nm)	Guanidin-HCl	Absorbansi (280nm)
1	2M	0,008	1M	0,0256
2	4M	0,038	2M	0,084
3	6M	0,126	4M	0,108
4	8M	0,214	6M	0,139

Sementara konfirmasi hasil pelarutan dengan menggunakan SDS-PAGE (Gambar 4.6) terhadap pelet dan supernatan setelah sentrifugasi menunjukkan bahwa rADS-BI urea hanya mampu melarutkan protein BI lainnya namun tidak melarutkan rADS-BI. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil SDS-PAGE yang menunjukkan adanya pita berukuran 64,2 kDa pada fraksi pelet. Sementara dengan menggunakan guanidin-HCl 6M rADS-BI dapat larut dengan sempurna yang ditunjukkan dengan pita berukuran 64,2 kDa pada fraksi supernatant.



Gambar 4. Elektroforegram SDS-PAGE hasil pelarutan rADS-BI dengan denaturan (a) pelarutan rADS-BI dengan urea, M. Marka; 1. ekstrak kasar protein; 2. pelarutan urea 2M; 3. Pelet, 5. pelarutan urea 4M; 5. Pelet; 6. Pelarutan urea 6M; 7. Pelet; 8. Pelarutan urea 8M. (b) pelarutan rADS-BI dengan guanidin-HCl, M. Marka; 1. Pelet; 2. pelarutan guanidin-HCl 1M; 3. Pelet; 4. pelarutan guanidin-HCl 2M; 5. pelet, 6. pelarutan guanidin-HCl 4M; 7. pelet, 8. Pelarutan guanidin-HCl 6M.

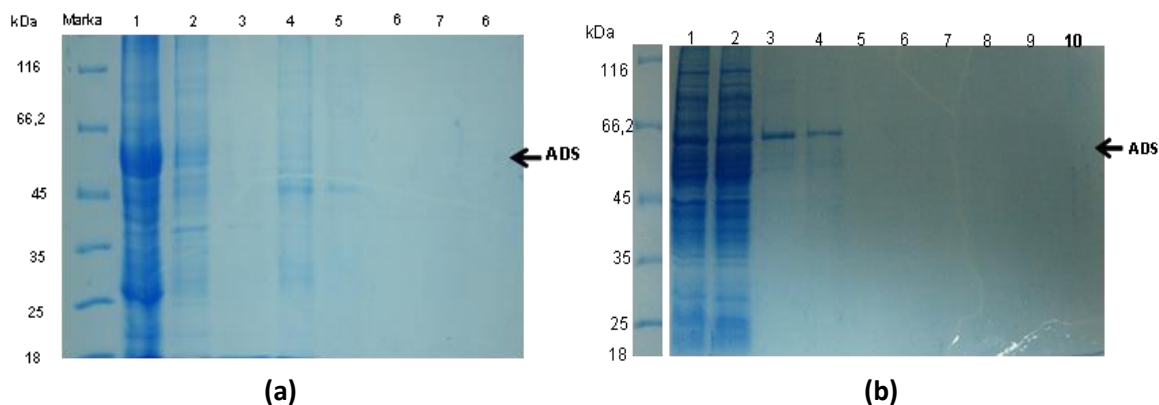
Berdasarkan hasil SDS-PAGE urea 6M dapat digunakan sebagai penghilang pengotor dalam tahap pemurnian rADS dari bentuk BI. Konsentrasi urea 6M memberikan tingkat pemisahan yang lebih baik setelah sentrifugasi dibandingkan dengan 8M urea. Oleh karena itu untuk proses pencucian rADS-BI selanjutnya digunakan urea 6M. Urea membuka situs hidrofobik pada protein ke dalam pelarut sehingga interaksi hidrofobik antar molekul protein yang beragregasi pada badan inklusi akan ditiadakan dan protein akan larut [12]. Namun dalam hal ini urea tidak melarutkan rADS-BI kemungkinan disebabkan adanya ikatan disulfida (ADS memiliki 8 sistein) seperti yang telah diteliti pada protein glutein dimana ikatan disulfida menstabilkan glutein-BI sehingga urea tidak mampu menguraikan glutein-BI [13], [14].

Glutein-BI tidak larut dalam urea 8M namun larut dalam guanidinium-HCl 6M [13],[14]. Hal yang sama terjadi terhadap rADS-BI pada penelitian ini yang tidak larut dalam urea 8M namun larut sempurna dalam guanidinium-HCl 6M. Guanidinium-HCl merupakan denaturan yang lebih kuat dibandingkan dengan urea [15]. Guanidinium-HCl menjadi senyawa bermuatan ketika di dalam larutan sementara urea bersifat netral oleh karena itu kemampuan guanidinium-HCl melemahkan interaksi hidrofobik dan menggantikan pelarutan air pada permukaan lebih kuat [16]. Kemungkinan ini yang terjadi pada glutein dan rADS. Muatan GuNH_2^+ pada Guanidinium-HCl menyebabkan destabilisasi ikatan disulfida intramolekul dan intermolekul seperti yang telah dilakukan oleh Chang dan Li [17] yang menyebutkan guanidinium-HCl 2x lebih efektif untuk merombak ikatan disulfida pada lisozim. Dari hasil di atas maka tahapan optimasi pelarutan rADS-BI adalah pencucian dengan Triton X-100 0,1% untuk mengurangi pengotor dilanjutkan dengan pencucian menggunakan urea 6M dan pelarutan dengan menggunakan guanidinium-HCl 6M.

Pemurnian dan pelipatan ulang rADS-BI yang sudah terlarut dilakukan pada kolom afinitas Ni-NTA dengan menggunakan dua kondisi untuk pelipatan ulang. Pelipatan ulang yang berlangsung pada resin Ni-NTA memiliki keuntungan untuk mengurangi interaksi hidrofobik, interaksi antara molekul protein rADS-BI yang telah dilarutkan sehingga pembentukan agregat atau BI dapat dihindari. Di samping itu proses pelipatan di dalam kolom berjalan lebih perlahan sehingga terjadi pelipatan yang sempurna. Resin Ni-NTA dapat

digunakan untuk pemurnian karena pada rADS terdapat fusi *his tag* pada ujung amino yang mampu berikatan secara spesifik dengan Ni pada resin [7].

Kondisi pertama yang diujikan untuk pelipatan ulang dan pemurnian pada kolom adalah menggunakan dapar urea dengan gradasi konsentrasi 6M menuju 1M. Pemantauan dengan SDS-PAGE menunjukkan bahwa proses tidak berlangsung dengan baik karena tidak ditemukan pita protein berukuran 64,2 kDa. rADS beragregasi kembali di dalam kolom karena jenis dapar pelipatan yang tidak tepat (Gambar 5.a).



Gambar 5. Perbandingan kondisi yang digunakan untuk pemurnian dan pelipatan rADS-BI (a) hasil pemurnian rADS-BI dengan resin Ni-NTA dan dapar urea 6M. M. marka protein ;1. ekstrak kasar protein; 2. *flow through*; 3-4. pencucian dengan urea 6M; 5. Pelipatan ulang dengan urea 6M ; 6 pelipatan ulang dengan urea 4M; 7 pelipatan ulang dengan urea 2M; 8. elusi dengan imidazol 250mM . (b) hasil pemurnian rADS dari BI pada resin Ni-NTA dengan dapar guanidin-HCl dan CD- β . M. marka protein, 1. *flow through*; 2-3. pencucian dengan guanidin-HCl 6M; 4-6. pencucian dengan Triton X-100 1%; 7-9. penambahan CD- β 5mM; 10. elusi dengan imidazol 300 mM

Kondisi kedua yang digunakan adalah pemurnian dengan kolom Ni-NTA secara gravitasi (Gambar 5.b). Kolom dikondisikan dengan guanidin-HCl 6M untuk menciptakan lingkungan yang sama dengan lingkungan pelarutan rADS-BI sehingga agregasi kembali rADS-BI dalam kolom dapat dihindari. Pada metode pemurnian ini juga digunakan larutan pencuci Triton X-100 1%. Triton X-100 akan membentuk misel dimana bagian hidrofobik dari Triton-X akan berinteraksi secara hidrofobik dengan protein membentuk kompleks protein-Triton X-100 [18] sehingga mencegah interaksi antara molekul protein dan protein tetap berada dalam bentuk intermediatnya [1]. Mekanisme yang mungkin terjadi pada pencucian rADS dengan Triton-X mengacu pada teori tersebut. Penambahan sikloklodekstrin- β (CD- β) memutuskan interaksi dalam kompleks protein-Triton X-100. CD- β akan membentuk kompleks inklusi dengan Triton X-100 [19] dan terelusi oleh dapar pencuci sementara protein dalam bentuk terlarut tetap terikat pada resin dan mengalami pelipatan ulang sempurna menjadi bentuk aktifnya [20]. Mekanisme pelipatan ulang dengan Triton-X 100 dan CD- β menyerupai peran *chaperon* dalam sel selama proses pelipatan [21], [22], [23].

Dengan kondisi tersebut diperoleh rADS dengan tingkat kemurnian 90,06% dan rendemen 60,07% yang ditunjukkan adanya pita tunggal berukuran 64,2 kDa (Gambar 4.9). rADS hasil pemurnian berada pada fase pencucian dengan dapar guanidin dan Triton X-100 1%. Pengikatan *his tag* rADS terhadap resin dipengaruhi oleh konformasi protein, diasumsikan dari 6x *his tag* hanya sebagian yang terpapar sehingga pengikatan *his tag* pada

resin Ni-NTA lemah. Keberadaan imidazol 20 mM yang dalam dapar pencuci untuk mengurangi pengikatan tidak spesifik sudah dapat mengelusi *his tag*- rADS.

Karena tidak dilakukan uji aktivitas pada penelitian ini maka tidak dapat diketahui apakah proses pelipatan ulang rADS telah berjalan sempurna. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan Rariy dan Klibanov [24] terhadap lisozim menunjukkan keberadaan gliserol 0,2% dalam dapar mampu meningkatkan stabilitas dan membuat protein tersebut terlipat dengan benar. Pada penelitian ini digunakan gliserol 10% pada dapar pencuci sehingga diduga rADS telah mengalami pelipatan ulang dengan benar oleh pengaruh gliserol dalam dapar tersebut.

KESIMPULAN DAN PROSPEK

Badan inklusi Amorfa-4,11-diena sintase (rADS-BI) berhasil dilarutkan dan dimurnikan menggunakan urea 6M untuk mengurangi pengotor, guanidin-HCl 6M untuk pelarutan sementara pelipatan ulang sekaligus pemurnian dilakukan pada kolom Ni-NTA dengan dapar pencuci guanidin-HCl 6M dan Triton X-100 1%. Hasil pelarutan dan pemurnian rADS dari badan inklusi memiliki tingkat kemurnian 90,06% dengan rendemen 65,07 %

Teknik solubilisasi, pelipatan dan pemurnian badan inklusi amorf-4-1-diena sintase dapat dipilih untuk produksi rADS aktif yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk produksi intermediat artemisinin. Intervensi bioteknologi melalui teknik rekayasa DNA rekombinan untuk produksi enzim- enzim yang terlibat dalam biosintesis Artemisinin sangat prospektif guna menangani kebutuhan dunia terhadap antimalaria.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam hal ini diucapkan terimakasih terhadap semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan dan penyelesaian penelitian. Terimakasih untuk Ibu Dr. Debbie Retnoningrum, dan Bapak Prof. Dr. Komar Ruslan Wirasutisna atas bantuan dan kerjasamanya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Li, J.J., Venkataraman, M., Sanyal S, Janson JC, Su ZG. 2006. Immobilized β -Cyclodextrin Polymer Coupled to Agarose Gel Properly Refolding Recombinant Staphylococcus Aureus Elongation Factor-G in Combination with Detergen Micelle. *Protein Expres. Purif.* 45: 72-79.
- [2] Wallaart, T. E., Bouwmaeester, H.J., Hille, J., Poppinga, L., Maijers, N.C.A. 2000. Amorpha-4,11-diena Synthase: Cloning and Functional Expression of Key Enzyme in the Biosynthetic Pathway of Novel Antimalarial Drug Artemisinin. *Planta* 212: 460-465.
- [3] Zhang, H., Genji, K., Janet, L.S., Cramer, W.A. 2002. A defined Protein-Detergent-Lipid Complex for Crystallization of Integral Membrane Proteins: The Cytochrome b_6f Complex of Oxygenic Photosynthesis. *PNAS* 100: 1560-1563.
- [4] Kiesling, J.D., Hiroko Tsuruta, Christopher J. Paddon mail, Diana Eng, Jacob R. Lenihan, Tizita Horning, Larry Anthony, Rika Regentin, Jay D. Keasling, Neil S. Renninger, Jack D. Newma. 2009. High-Level Production of Amorpha-4,11-Diene, a Precursor of the Antimalarial Agent Artemisinin, in *Escherichia coli*. *Plosone*, 4(2):
- [5] Martin, Keasling J.,D., Vincent J.J., Douglas J., Sydnor T. W., Jack, D., 2003. Engineering a mevalonate pathway in *Escherichia coli* for production of terpenoids. *Nature Biotechnology*, 21:796-802.
- [6] Lestari, T.. 2010. Overproduksi Amorfa-4,11-Diena Sintase Rekombinan dan Kloning Gen *ads* ke Vektor pCambia 1303 di *Escherichia coli*. Tesis Program Magister. Bandung.

- [7] Picaud, S., Olsson, M.E., Brodelius, P.E. 2006. Improved Condition for Production of Recombinant Plant Sesquiterpene Synthase in *Escherichia coli*. *Protein Express. Purif.* 51: 71-79.
- [8] Julsing, M.K., Pouderoyen G.V., Veen J.V., Woedenbag, H.J. 2006. Bioconversion and Combinatorial Biosynthesis of Selected Terpenoids and ligands, Thesis, Department of Pharmaceutical Biology of the University of Groningen. Netherland 4: 47-56.
- [9] Carrio, M.M., dan Villaverde, A.,. 2002. Construction and Deconstruction of Bacterial Inclusion Bodies . *J. Biotechnol* 96:3-12.
- [10] Dubey, V.K., Jagannadham M.V.,. 2003. Differences in the Unfolding Procerain Induced by pH Guanidine Hydrochloride, Urea and Temperature. *Biochemistry.* 28: 12287-97.
- [11] Deves, K., Kundu, S., Kayastha, A. M.,. 2012. Thermal, Chemical and pH Induced Denaturation of a Multimeric β -Galactosidase Reveals Multiple Unfolding Pathway. *Journal Pone.* 7:1-9.
- [12] Tiffany, M.L. dan S. Krimm. 1973. Extended Conformation of Polypeptide and Proteins in Urea and Guanidine Hydrochloride. *Biopolymer*, 12: 575-587.
- [13] Nielsen, H. C., J. W. Paulis, C. James and J. S. Wall. 1970. Extraction and Structure studies on Corn Glutelin Proteins. *Cereal Chem.* 47:501
- [14] Nielsen, H. C., A.C. Backwith, J. S. Wall. 1968. Effect of Disulfide-bond Cleavage on Wheat Gliadin Fraction obtained by gel Filtration. *Cereal Chem.* 45:37-47
- [15] Clark, E.D.B.,. 1999. Refolding of Recombinant Proteins. *Curr. Opin. Biotech.*, 9: 157-163.
- [16] Pompea, D.V., Giuseppe, G., Vincenzo, G., Guildo, B., Luigi, M., Moose, R. 2002. Denaturing Action of Urea and Hydrochloride Towards Two Thermophilic Esterase. *Biochem. J.* 367: 857-863.
- [17] Chang, J.Y., Li, L.,. 2002. The Unfolding Mechanism and the Disulfide Structures of Denatured Lysozyme. *FEBS Letters* 51: 73-78.
- [18] Zhang, K. and Kaufman, R. J. 2006. The Unfolded Protein Response: A Stress Signaling Pathway Critical for Health and Disease. *Neurology*, 66:S102-S109.
- [19] Kurganov, B.1. dan Topchieva, I.N. 1997. Artificial Chaperons-Assisted Refolding of Protein. *Biochem. J.* 4:413-419.
- [20] Gellman, S.H.,Rozema D.B. 1996. Method for Refolding Misfold Enzymes with Detergent and Cyclodextrin. US patent : 5.563057A.
- [21] Ferrer, M., Chernikova, T.N., Yakimov, M.M., Golyshin, P.N., Timmis, K.N.,. 2003. Chaperonins Govern Growth of *Escherichia coli* at Low Temperature, *Nat. Biotechnol.*, 21:1266-1267.
- [22] Ferrer, M., Chernikova, T.N., Timmis, K.N., Golyshin P.N.,. 2004. Expression of a Temperature Sensitive Esterase in a Novel Chaperone Based *Escherichia coli* Strain. *Appl. Environ. Microbiol.* 70: 4499-4504.
- [23] Mogk A, Mayer MP, Deuerling E.. 2002. Mechanisms of Protein Folding: Molecular Chaperones and Their Application in Biotechnology. *Chembiochem.* : 807-814.
- [24] Klibanov, A. M., Rariy, V. 1997. Correct Protein Folding in Glycerol. *Proc. Natl. Acad.* 94 :13520-13523.

STATISTIKA INTEGRASI



2014
Semirata
Bidang MIPA

DESKRIPSI MINAT CALON MAHASISWA UNTUK MELANJUTKAN PENDIDIKAN PADA IAIN STS JAMBI MENGGUNAKAN REGRESI LOGISTIK BINER

DESCRIPTION OF THE INTERESTS OF PROSPECTIVE STUDENTS TO CONTINUE THEIR EDUCATION AT IAIN STS JAMBI USING BINARY LOGISTIC REGRESSION

Try Susanti¹, Rini Warti²

Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan IAIN STS Jambi^{1,2}
Jl. Jambi – Ma.Bulian Km.16 Simpang Sei Duren Muaro Jambi; trysusantidarma@yahoo.co.id

ABSTRACT

Efforts were made Islamic Institute Sulthan Thaha Saifuddin (IAIN STS) Jambi as one Islamic state university in the province of Jambi to gain new students. This requires several studies related to student interest. This study aims to describe the interests and factors that affect the interests of the class XII SMA and MA students in Jambi province to continue their education at IAIN STS Jambi using a questionnaire. Samples in this study were 528 SMA and MA students both public and private from Jambi city, Sarolangun and Tanjung Jabung Barat. Results of the analysis indicate that 44.89% of the samples who wish to continue their education to IAIN STS Jambi. This interest is influenced by student majors, type of school, gender, willingness to find information about IAIN STS Jambi, finding information via the website, parents' permission, invite friends, information about the faculties that are on IAIN STS Jambi, and public perception of IAIN STS Jambi.

Keywords: interest, IAIN STS, Binary Logistic Regression

ABSTRAK

Berbagai upaya dilakukan Institut Agama Islam Negeri Sulthan Thaha Saifuddin (IAIN STS) Jambi sebagai salah satu perguruan tinggi negeri Islam yang ada di propinsi Jambi untuk mendulang calon mahasiswa baru. Hal ini memerlukan beberapa kajian yang berhubungan dengan minat calon mahasiswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran minat dan faktor-faktor yang mempengaruhi minat siswa kelas XII SMA dan MA di Propinsi Jambi untuk melanjutkan pendidikan pada IAIN STS Jambi menggunakan instrumen angket. Sampel dalam penelitian ini adalah 528 orang siswa SMA dan MA baik negeri dan swasta dari Kota Jambi, Kabupaten Sarolangun dan Tanjung Jabung Barat. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebanyak 44.89% sampel yang berminat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi. Minat ini dipengaruhi oleh jurusan siswa, jenis sekolah, jenis kelamin, kemauan mencari informasi tentang IAIN STS Jambi, keinginan mencari informasi yang komprehensif tentang IAIN STS Jambi melalui website IAIN, izin orangtua untuk masuk ke IAIN STS Jambi, mengajak teman untuk masuk ke IAIN STS Jambi, informasi tentang fakultas-fakultas yang ada di IAIN STS Jambi dan tanggapan masyarakat terhadap IAIN STS Jambi.

Katakunci: minat, IAIN STS, Regresi Logistik Biner

PENDAHULUAN

Dalam rangka mewujudkan tujuan pendidikan yang tertuang dalam pembukaan UUD 1945 yaitu mencerdaskan kehidupan bangsa maka pendidikan di Indonesia perlu selalu ditingkatkan kualitas layanan kepada *stake holders*-nya. Semakin ketatnya persaingan di era global dan tuntutan persaingan di dunia kerja, sangat dibutuhkan kualitas sumber daya manusia yang mampu membangun dirinya sendiri serta bersama-sama bertanggung jawab atas pembangunan bangsa. Kemajuan suatu bangsa dimasa yang akan datang sangat

tergantung pada mutu pendidikan generasi muda saat ini. Dalam melakukan peran ini Institut Agama Islam Negeri Sulthan Thaha Saifuddin (IAIN STS) yang merupakan salah satu Perguruan Tinggi Agama Islam yang ada di Provinsi Jambi telah menyelenggarakan kegiatan pendidikan, penelitian baik di bidang agama maupun di bidang umum, dan pengabdian kepada masyarakat. Disamping itu IAIN STS Jambi juga menyediakan berbagai fasilitas untuk menunjang kelancaran pelaksanaan Tridharma Perguruan Tinggi misalnya, Student Centre, Pusat Komputer, Auditorium, Rusunawa, Bus Mahasiswa, Klinik Sulthan dan Ambulans, Laboratorium, Radio Kampus, dan lain-lain. Guna memenuhi aspirasi mahasiswa dalam berorganisasi, IAIN STS Jambi menyediakan berbagai wadah seperti Dewan Legislatif Mahasiswa Institut (DLMI), Badan Eksekutif Mahasiswa Institut (BEMI), Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas (BEMF), Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ), Resimen Mahasiswa (MENWA), Pramuka, Koperasi Mahasiswa, Iqah, dan lain-lain. Berbagai kerjasama juga telah dijalin antara IAIN STS Jambi dengan pihak-pihak lain, misalnya dengan University Kebangsaan Malaysia, Kolej City Taiping-Malaysia, Kolej Teknologi Islam Malaka-Malaysia, Kolej Darul Hikmah-Malaysia, IIIT-USA (International Institute for Islamic Thought), Massey University, Universitas Jambi, Pemda Provinsi/Kabupaten/Kota, perusahaan swasta lokal dan nasional, dan sebagainya. Tidak hanya itu, IAIN STS Jambi juga menyediakan berbagai beasiswa dari berbagai sumber. Sistem seleksi masuk ke IAIN STS Jambi dibuka melalui berbagai jalur, misalnya jalur prestasi akademik, jalur prestasi minat bakat dan keterampilan khusus, jalur ujian tertulis, maupun jalur reguler. Namun pada kenyataan informasi dan fasilitas tersebut belum mampu meningkatkan jumlah mahasiswa seperti yang diharapkan. Kondisi ini memberi dampak terhadap terhambatnya perubahan status IAIN STS Jambi menjadi Universitas Islam Negeri. Untuk itu diperlukan berbagai upaya untuk mendulang calon mahasiswa baru agar dapat meningkat jumlahnya. Hal ini penting dilakukan mengingat semakin jelasnya tantangan/persaingan antar perguruan tinggi dalam merekrut calon mahasiswa baru.

Untuk meningkatkan jumlah siswa yang mendaftar ke IAIN STS Jambi, usaha yang dilakukan harus didasarkan pada hasil kajian deskripsi minat calon mahasiswa yang melanjutkan pendidikan di IAIN STS Jambi.

Minat didefinisikan Belly [1] sebagai keinginan seseorang yang muncul setelah setelah melihat, mengamati dan membandingkan serta mempertimbangkan dengan kebutuhan yang diinginkannya. Menurut Bob dan Anik Anwar [2] mengemukakan bahwa minat adalah keadaan emosi yang ditujukan kepada sesuatu. Selanjutnya Sukardi [3] mengemukakan bahwa minat adalah suatu kerangka mental yang terdiri dari kombinasi gerak perpaduan dan campuran dari perasaan, prasangka, cemas dan kecenderungan-kecenderungan, lain yang biasa mengarahkan individu kepada suatu pilihan tertentu.

Witherington [4] menyatakan minat sebagai kesadaran seseorang bahwa suatu objek, seseorang, suatu masalah ataupun suatu situasi yang mempunyai sangkut paut dengan dirinya yang dilakukannya dengan sadar serta diikuti rasa senang. Minat juga merupakan aktivitas psikis manusia yang menyebabkan individu memberikan perhatian kepada suatu objek yang selanjutnya akan diikuti oleh kecenderungan untuk mendekati objek tersebut dengan perasaan senang. Apabila seseorang menaruh minat pada sesuatu, maka minat tersebut berfungsi sebagai pendorong yang kuat untuk terlibat secara aktif pada objek yang menarik perhatiannya tersebut. Pendapat yang senada dikemukakan oleh Winkel [5] yang menyatakan bahwa minat adalah kecenderungan yang agak menetap pada subjek untuk

merasa tertarik pada bidang atau tertentu dan merasa senang berkecimpung dalam bidang tersebut.

Berdasarkan berbagai pendapat tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa minat merupakan aspek psikis yang berperan sangat dominan bagi seseorang menimbulkan rasa ketertarikan pada suatu objek karena didasari oleh rasa suka sehingga timbul perhatian yang mengakibatkan ingin terlibat dengan objek tersebut sekaligus menjadi pendorong yang kuat untuk berhubungan lebih dekat, aktif dan mendalam secara wajar, spontan dan selektif, dan akhirnya menimbulkan tingkah laku. Minat timbul dan meningkat setelah individu mendapatkan informasi mengenai suatu objek, menyesuaikan diri dengan objek, dan berusaha memperhatikan objek tersebut. Oleh karena itu objek minat umumnya berkisar pada hal-hal yang sudah dikenali sebelumnya. Semakin berminat individu terhadap suatu objek maka semakin aktif ia terlibat di dalam objek tersebut.

Kondisi diatas mendorong perlu dilakukan penelitian yang mampu mengungkap deskripsi minat calon mahasiswa untuk melanjutkan pendidikan pada IAIN STS Jambi dengan menggunakan regresi logistik biner.

METODE PENELITIAN

Populasi Penelitian

Sudjana [6] menyatakan bahwa populasi adalah totalitas semua nilai yang mungkin, hasil menghitung ataupun pengukuran kuantitatif atau kualitatif mengenai karakteristik tertentu dari semua anggota kumpulan yang lengkap dan jelas yang ingin dipelajari sifat-sifatnya. Jadi yang dimaksud dengan populasi adalah jumlah keseluruhan dari subyek yang akan diteliti dalam penelitian. Berdasarkan pendapat ini yang menjadi populasi dalam penelitian ini adalah calon mahasiswa (siswa kelas XII MA dan SMA) di Propinsi Jambi tahun pelajaran 2013/2014. Dasar pertimbangan dipilihnya kelas XII sebagai populasi dalam penelitian ini adalah siswa yang akan segera lulus dan sudah dapat menentukan sikap, apakah akan langsung terjun ke dunia kerja atau tidak menutup kemungkinan untuk melanjutkan studi ke perguruan tinggi setelah lulus nanti.

Sampel Penelitian

Sampel dalam penelitian ini adalah calon mahasiswa (siswa kelas XII MA dan SMA) yang ada di Propinsi Jambi. Sampel diambil dengan teknik *sampling area*. Melalui teknik ini, lokasi kabupaten/kota yang dijadikan sebagai lokasi penelitian adalah Kota Jambi, Kabupaten Sarolangun, dan Kabupaten Tanjung Jabung Barat. Pada masing-masing kabupaten/kota diambil masing-masing dua sekolah MA dan dua sekolah SMA Negeri dan Swasta. Setiap sekolah, akan dipilih masing-masing satu kelas yang mewakili jurusan yang ada, misal IPA, IPS dan Bahasa di SMA dan IPA, IPS, Bahasa dan Keagamaan di MA.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah obyek penelitian atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian, Suharsimi Arikunto [7]. Variabel dalam penelitian ini menggunakan variabel respon yaitu minat masuk perguruan tinggi bagi siswa SMA dan MA di Propinsi Jambi. Variabel prediktor adalah faktor-faktor yang mempengaruhi minat siswa untuk melanjutkan seperti cita-cita, keinginan, lingkungan keluarga, ekonomi, lingkungan sekolah, status perguruan tinggi, SPP IAIN STS Jambi, letak IAIN STS Jambi dan sebagainya.

Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket tertutup. Angket tertutup berbentuk sejumlah pertanyaan dan atau pernyataan dilengkapi dengan pilihan jawaban yang sudah ditentukan. Tugas responden hanyalah memilih salah satu jawaban. Berkenaan dengan jenis analisis yang akan digunakan dalam penelitian ini, maka pilihan jawaban yang disediakan dalam bersifat biner.

Teknik Analisis Data

Skor minat calon mahasiswa (siswa SMA dan MA), faktor-faktor yang mempengaruhi minat, dan tingkat minat calon mahasiswa (siswa SMA dan MA) untuk melanjutkan pendidikan pada IAIN STS Jambi dianalisis melalui analisis deskriptif kualitatif, distribusi frekuensi dan regresi logistik biner [8].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Sampel Penelitian

Sampel dalam penelitian ini adalah calon mahasiswa (siswa kelas XII SMA dan MA) yang berasal dari Kota Jambi, Kabupaten Sarolangun, dan Kabupaten Tanjung Jabung Barat. Pada masing-masing kabupaten/kota diambil masing-masing satu sekolah MA dan SMA yang berstatus negeri dan swasta. Setiap sekolah, akan dipilih masing-masing satu kelas yang mewakili jurusan yang ada di sekolah tersebut. Hasil penelusuran peneliti ke 12 sekolah yang menjadi tempat penelitian diperoleh sampel sebanyak 528 orang yang terdiri dari 48% siswa SMA dan 52% siswa MA.

Analisis Minat Siswa SMA

Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi minat siswa SMA untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi dilakukan analisis lanjut dengan regresi logistik biner menggunakan Uji G. Uji G merupakan uji simultan yang digunakan untuk mengetahui peran seluruh peubah penjelas dalam model. Hasil pengujian dengan Uji G menunjukkan nilai F yang signifikan, artinya bahwa minimal ada satu faktor yang mempengaruhi minat siswa SMA untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi.

Selanjutnyadilakukan pengujian secara parsial untuk mengetahui peubah yang signifikan dalam model. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ada lima peubah penjelas yang signifikan yaitu pek.ibu, website,mengajak, status, dan tanggapan. Model peluang logit minat siswa SMA yang terbentuk adalah :

$$g(x) = 20.92 - 2.40kerjaibu + 3.23 website + 2.66mengajak + 2.01status + 2.97tanggapan$$

Pengujian model logit dilakukan dengan melihat nilai statistik *Goodness of fit* untuk data kategori. Hasil pengujian diperoleh nilai persen keragaman *concordant* sebesar 96.4. Hal ini menunjukkan bahwa keragaman peubah respon (minat siswa SMA untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi) dapat dijelaskan oleh peubah-peubah penjelas (faktor-faktor yang mempengaruhi minat) dalam model sebesar 96.4% sedangkan sisanya dijelaskan oleh faktor lain diluar model.

Nilai *oddsratio* tiap peubah penjelas (faktor-faktor yang mempengaruhi minat) yang signifikan mempengaruhi minat siswa SMA untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan nilai *oddsratio* pada pekerjaan ibu adalah 0.09 yang artinya bahwa peluang siswa SMA yang ibunya adalah Ibu Rumah Tangga memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi lebih besar 0.09 kali dari siswa yang pekerjaan

ibunya adalah selain Ibu Rumah Tangga. Sedangkan peluang siswa SMA yang mencari informasi lebih komprehensif tentang IAIN STS dengan berkunjung ke website IAIN memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi lebih besar 2.16 kali dari siswa yang mencari lewat sumber lainnya.

Tabel 1 Nilai *oddsratio*

Faktor yang mempengaruhi minat	<i>Oddsratio</i>	Interval Kepercayaan 95%	
		Batas bawah	Batas atas
Pek.ibu	0.09	0.02	0.53
Website	2.16	2.16	295.43
Mengajak	14.24	2.81	72.09
Status	7.47	1.46	38.33
Tanggapan	19.44	2.77	136.26

Peluang siswa SMA yang akan mengajak teman untuk masuk ke IAIN memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi lebih besar 14.24 kali dari siswa yang tidak mau mengajak temannya. Sementara itu, peluang siswa SMA yang mengetahui status IAIN STS Jambi memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS lebih besar 7.47 kali dari siswa yang tidak mengetahui status IAIN STS Jambi. Sedangkan peluang siswa SMA yang pernah mendengar tanggapan masyarakat tentang IAIN STS Jambi akan memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi lebih besar 19.44 kali dari siswa yang tidak pernah mendengarnya

Analisis Minat Siswa MA

Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi minat siswa MA untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi dilakukan analisis lanjut dengan regresi logistik biner menggunakan Uji G. Uji G merupakan uji simultan yang digunakan untuk mengetahui peran seluruh peubah penjelas dalam model. Hasil pengujian dengan Uji G menunjukkan nilai F yang signifikan, artinya bahwa minimal ada satu faktor yang mempengaruhi minat siswa MA untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi.

Selanjutnyadilakukan pengujian secara parsial untuk mengetahui peubah yang signifikan dalam model. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ada lima peubah penjelas yang signifikan yaitu jurusan, status.sekolah, JK, izin, dan fakultas. Model peluang logit minat siswa MA yang terbentuk adalah :

$$g(x)=-8.64-1.79 \text{ jurusan}+1.10 \text{ statussekolah}-1.19 \text{ JK}+2.87 \text{ izin}+1.56 \text{ fakultas}$$

Pengujian model logit dilakukan dengan melihat nilai statistik *Goodness of fit* untuk data kategori. Hasil pengujian diperoleh nilai persen keragaman *concordant* sebesar 92.5. Hal ini menunjukkan bahwa keragaman peubah respon (minat siswa MA untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi) dapat dijelaskan oleh peubah-peubah penjelas (faktor-faktor yang mempengaruhi minat) dalam model sebesar 92.5% sedangkan sisanya dijelaskan oleh faktor lain diluar model.

Nilai *oddsratio* tiap peubah penjelas (faktor-faktor yang mempengaruhi minat) yang signifikan mempengaruhi minat siswa MA untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan nilai *oddsratio* jurusan adalah 0.17 yang artinya bahwa peluang siswa MA yang berasal dari jurusan IPA memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi lebih besar 0.17 kali dari siswa yang berasal dari jurusan IPS dan keagamaan. Sedangkan peluang siswa MA Negeri memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi lebih besar 3.00 kali dari siswa MA Swasta. Peluang siswa MA yang berjenis kelamin laki-laki memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi lebih besar 0.30 kali dari siswa perempuan.

Tabel 2 Nilai *oddsratio*

Faktor yang mempengaruhi minat	<i>Oddsratio</i>	Interval Kepercayaan 95%	
		Batas bawah	Batas atas
Jurusan	0.17	0.06	0.48
Status.sekolah	3.00	1.08	8.37
JK	0.30	0.12	0.79
Izin	17.69	5.57	56.22
Fakultas	4.75	1.16	19.46

Sementara itu, peluang siswa MA yang meminta izin orang tua untuk masuk ke IAIN STS Jambi akan memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS lebih besar 17.69 kali dari siswa yang tidak meminta izin orangtua. Sedangkan peluang siswa MA yang mengetahui fakultas-fakultas yang ada di IAIN STS Jambi akan memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi lebih besar 4.75 kali dari siswa yang tidak mengetahui informasi keberadaan fakultas.

Analisis Minat Siswa SMA dan MA

Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi minat siswa SMA dan MA untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi dilakukan analisis lanjut dengan regresi logistik biner menggunakan Uji G. Uji G merupakan uji simultan yang digunakan untuk mengetahui peran seluruh peubah penjelas dalam model. Hasil pengujian dengan Uji G menunjukkan nilai F yang signifikan, artinya bahwa minimal ada satu faktor yang mempengaruhi minat siswa SMA dan MA untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi.

Selanjutnya dilakukan pengujian secara parsial untuk mengetahui peubah yang signifikan dalam model. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ada sembilan peubah penjelas yang signifikan yaitu jurusan, jenis.sekolah, JK, mencari, website, izin, mengajak, fakultas dan tanggapan. Model peluang logit minat siswa SMA dan MA yang terbentuk adalah :

$$g(x) = -7.68 - 1.01\text{jurusan} - 1.13\text{jensisekolah} - 0.95\text{JK} + 0.82\text{mencari} \\ + 0.87\text{website} + 2.06\text{izin} + 1.18\text{mengajak} + 1.45\text{fakultas} \\ + 0.97\text{tanggapan}$$

Pengujian model logit dilakukan dengan melihat nilai statistik *Goodness of fit* untuk data kategori. Hasil pengujian diperoleh nilai persen keragaman *concordant* sebesar 94.3. Hal ini menunjukkan bahwa keragaman peubah respon (minat siswa SMA dan MA untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi) dapat dijelaskan oleh peubah-peubah penjelas (faktor-faktor yang mempengaruhi minat) dalam model sebesar 94.3% sedangkan sisanya dijelaskan oleh faktor lain diluar model.

Nilai *oddsratio* tiap peubah penjelas (faktor-faktor yang mempengaruhi minat) yang signifikan mempengaruhi minat siswa SMA dan MA untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Nilai *oddsratio*

Faktor yang mempengaruhi minat	<i>Oddsratio</i>	Interval Kepercayaan 95%	
		Batas bawah	Batas atas
Jurusan	0.36	0.18	0.73
Jenis.sekolah	0.32	0.16	0.63
JK	0.39	0.20	0.73
Mencari	2.27	1.05	4.93
Website	2.38	1.17	4.85
Izin	7.82	3.65	16/73
Mengajak	3.24	1.69	6.24
Fakultas	4.28	1.47	12.49
Tanggapan	2.63	1.06	6.56

Tabel 3 menunjukkan nilai *oddsratio* jurusan adalah 0.36 yang artinya bahwa peluang siswa SMA dan MA yang berasal dari jurusan IPA memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi lebih besar 0.36 kali dari siswa yang berasal dari jurusan lainnya. Sedangkan peluang siswa yang berasal dari SMA memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi lebih besar 0.32 kali dari siswa yang berasal dari MA. Peluang siswa SMA dan MA yang berjenis kelamin laki-laki memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi lebih besar 0.39 kali dari siswa perempuan. Sedangkan peluang siswa SMA dan MA yang pernah mencari informasi tentang IAIN STS Jambi akan memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi lebih besar 2.27 kali dari siswa yang tidak pernah mencari informasi tentang IAIN STS.

Sementara itu, peluang siswa SMA dan MA yang meminta izin orang tua untuk masuk ke IAIN STS Jambi akan memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS lebih besar 7.82 kali dari siswa yang tidak meminta izin orangtua. Peluang siswa SMA dan MA yang akan mengajak teman untuk masuk ke IAIN memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi lebih besar 3.24 kali dari siswa yang tidak mau mengajak temannya.

Peluang siswa SMA dan MA yang mengetahui fakultas-fakultas yang ada di IAIN STS Jambi akan memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi lebih besar 4.28 kali dari siswa yang tidak mengetahui informasi keberadaan fakultas yang ada di IAIN STS Jambi. Sedangkan peluang siswa SMA yang pernah mendengar tanggapan masyarakat tentang IAIN STS Jambi akan memiliki minat untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi lebih besar 2.63 kali dari siswa yang tidak pernah mendengarnya

KESIMPULAN

Hasil analisis terhadap 251 orang siswa SMA menunjukkan bahwa pekerjaan ibu, keinginan mencari informasi yang komprehensif tentang IAIN STS Jambi melalui website IAIN, keinginan mengajak teman untuk masuk ke IAIN STS Jambi, mengetahui status IAIN STS Jambi dan pernah mendengar tanggapan masyarakat terhadap IAIN STS Jambi merupakan faktor yang mempengaruhi minat siswa untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi, sedangkan hasil analisis terhadap 277 orang siswa MA menunjukkan bahwa jurusan ketika berada di MA, status MA, jenis kelamin, meminta izin dari orang tua untuk masuk ke IAIN STS Jambi dan informasi tentang fakultas-fakultas yang ada di IAIN STS Jambi merupakan faktor yang mempengaruhi minat siswa MA. Selanjutnya hasil analisis terhadap seluruh sampel menunjukkan bahwa minat siswa SMA dan MA untuk melanjutkan pendidikan ke IAIN STS Jambi dipengaruhi oleh jurusan ketika berada di SMA dan MA, jenis sekolah asal, jenis kelamin, kemauan mencari informasi tentang IAIN STS Jambi, keinginan mencari informasi yang komprehensif tentang IAIN STS Jambi melalui website IAIN, meminta izin dari orang tua untuk masuk ke IAIN STS Jambi, keinginan mengajak teman untuk masuk ke IAIN STS Jambi, informasi tentang fakultas-fakultas yang ada di IAIN STS Jambi dan tanggapan masyarakat terhadap IAIN STS Jambi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Pusat Penelitian dan Penerbitan IAIN STS Jambi yang telah memfasilitasi penulis dalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Belly Ellya dkk. 2006. *Pengaruh Motivasi terhadap Minat Mahasiswa Akuntansi*. Simposium Nasional Akuntansi 9 Padang
- [2] Bob dan Anik Anwar dan Anik Anwar. 1983. *Pedoman Pelaksanaan Menuju Pra Seleksi Murni*. Bandung : Ganesa Exact.
- [3] Sukardi 1987. *Bimbingan dan Penyuluhan*. Surabaya: Usaha Nasional.
- [4] Witherington . 1978. *Psikologi Pendidikan*. Bandung: Aksara Baru
- [5] Winkel. 1984. *Psikologi Pendidikan dan Evaluasi Belajar*. Jakarta: Gramedia.
- [6] Sudjana 1996. *Metode Statistika*. Bandung : Penerbit Tarsito
- [7] Suharsimi Arikunto. 1997. *Prosedur penelitian*. Yogyakarta : Rineka Cipta
- [8] Hosmer, D.W. dan Lemeshow, S. 2000. *Applied Logistic Regression*. Second Edition. USA : John Wiley & Sons.

KIMIA
INTEGRASI



2014
Semirata
Bidang MIPA

MEMBRAN POLIELEKTROLIT BERBASISKAN KOMPLEKS PASANGAN ASAM-BASA POLISTIREN TERSULFONASI DAN BENZOTRIAZOL

POLYELECTROLYTE MEMBRANES BASED ON ACID-BASE COMPLEX PAIR SULFONATED POLYSTYRENE AND BENZOTRIAZOLE

Irfan Gustian^{1*}, Ghufira¹, Winda Kencana Fajar¹

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Bengkulu, Bengkulu^{1*}
Email: unibfan@yahoo.com
Jalan Raya Kandang Limun 38371 Bengkulu, Telp. 0736-20919

ABSTRACT

In this study, polyelectrolyte membranes based on acid-base complex pair sulfonated polystyrene (PSS) and benzotriazole (BTri) have been performed. Polystyrene has been sulfonated using chlorosulfonic trimethylsilyl (TMSCS) as sulfonation agent through homogeneous phase with 64% degree of sulfonation. Polyelectrolyte membranes prepared by mixing sulfonated polystyrene with benzotriazole until homogeneous at the mole ratio of 0.05, 0.1, and 0.15. Transfer of proton from benzotriazole to sulfonated polystyrene were identified using FTIR. Water up to take maximum occurs at the membrane mole ratio of 0,1. Methanol permeability of membranes in all mole ratio are on the order of 10^{-7} . The maximum proton conductivity was found to be $1,53 \times 10^{-6} \text{ Scm}^{-1}$ at room temperature.

Keywords: Sulfonated polystyrene, benzotriazole, Acid-base complex pair, Degree of sulfonation, Proton conductivity.

ABSTRAK

Pada penelitian ini, membran polielektrolit berbasis kompleks pasangan asam-basa polistiren tersulfonasi (PSS) dan benzotriazol (BTri) telah dilakukan. Polistiren telah disulfonasi menggunakan agen sulfonasi trimetilsilil klorosulfonat (TMSCS) melalui metode fasa homogen dengan derajat sulfonasi 64%. Membran polielektrolit dibuat dengan cara mencampurkan polistiren tersulfonasi dengan benzotriazol hingga homogen pada perbandingan mol 0,05, 0,1, dan 0,15. Gejala perpindahan proton dari benzotriazol terhadap polistiren tersulfonasi diidentifikasi menggunakan FTIR. Water up take maksimum terjadi untuk membran pada rasio mol 0,1. Permeabilitas metanol membran pada semua perbandingan berada pada orde 10^{-7} . Konduktivitas proton maksimum diperoleh $1,53 \times 10^{-6} \text{ S cm}^{-1}$ pada temperatur kamar.

Kata kunci: Polistiren tersulfonasi, Benzotriazol, Komplek asam-basa, Derajat sulfonasi, Konduktivitas proton.

PENDAHULUAN

Penelitian polimer saat ini telah terjadi pergeseran penekanan yaitu dari aspek kimia ke aspek-aspek fisika dan perekayasaan sistem polimer, misalnya hubungan antara struktur dan sifat polimer yang merupakan bidang kunci dan sifat listrik polimer. Berbagai penelitian baru ini penting sekali peranannya untuk memecahkan aneka masalah dalam penciptaan polimer dengan sifat-sifat yang tertentu yang sesuai dengan yang dikehendaki. Salah satu polimer yang menjadi pusat perhatian adalah polistiren.

Polistiren merupakan material thermoplastis yang diperoleh dari stiren melalui polimerisasi radikal. Polistiren secara umum memiliki sifat mekanik thermal yang baik dan

electric resistance serta kerapatan yang rendah. Dari alasan sifat inilah maka polistiren digunakan sebagai material bahan baku untuk produk yang dapat dibuang seperti contoh cangkir gelas dan pengemas makanan serta packing alat-alat elektronik [1,2].

Makowski et al [3] telah mematenkan tentang sulfonasi polimer polistiren secara homogen, dimana polistiren dilarutkan kedalam dikloroetana kemudian ditambahkan asetil sulfat. Asetil sulfat sebagai *sulfonating agent* dibuat dengan mereaksikan asam sulfat pekat dan asam asetat anhidrid dalam larutan dikloroetana pada temperatur rendah [3]. Pada saat yang bersamaan juga telah dilaporkan tentang sintesis dan sifat keasaman kationik yang kuat dari kopolimer stiren dengan diisopropenildipenil, diisopropenikdipenilmetan serta diisopropenildipenil oksida [4]. Sintesis dalam skala *pilot plant* serta karakterisasi sifat fisik dari polistiren tersulfonasi telah dilaporkan [5]. Kemudian penelitian tentang pemanfaatan limbah polistiren dan sintesis polistiren tersulfonasi dan penggunaannya dalam pengurangan kesadahan air juga telah dilaporkan [6].

Banyak peneliti telah melaporkan penelitian tentang sulfonasi polimer, hal ini di karenakan polimer tersulfonasi memiliki sifat kimia dan mekanik yang sangat baik dimana dalam penggunaannya sangat luas seperti sebagai material polimer *nonmisible*, material polielektrolit untuk *ion exchange*, sebagai material membran osmosis balik dan ultrafiltrasi, plastisizer dan *proton exchange membrane* (PEM) pada sel bahan bakar dapat juga digunakan sebagai membran konduktor komposit.

Suatu teknik yang dapat digunakan dalam sintesis material polimer elektrolit komposit, yaitu dengan melakukan *doping* proton ke dalam matriks polimer. Telah dilaporkan tentang sintesis pembuatan polimer elektrolit anhidrat dari bahan poli asam akrilat dengan *doping* imidazol; diperoleh konduktivitas proton sebesar $10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ pada suhu 120°C [7]. Selain itu, telah dilaporkan tentang sintesis polimer elektrolit penghantar proton berbasis polistiren tersulfonasi dan benzimidazol [8].

Sintesis tentang membran polimer elektrolit menggunakan polistiren tersulfonasi yang didoping dengan polibenzimidazol pada perbandingan beberapa mol juga telah dilaporkan, interaksi yang terjadi antara polimer dianalisa dengan menggunakan spektroskopi FTIR dan daya hantar proton dari membran polimer elektrolit menggunakan spektroskopi impedansi [9].

Pada laporan penelitian ini telah dilakukan sulfonasi polistiren, dimana polistiren yang digunakan adalah limbah polistiren (*styrofoam*) yang sudah tidak terpakai lagi. Sulfonasi dilakukan dengan metode homogeny, dengan agen sulfonasi trimetilsilil klorosulfonat kemudian didoping dengan benzotriazol untuk menghasilkan membran polielektrolit berbasis pasangan kompleks asam-basa. Interaksi kompleks asam-basa yang terjadi dipelajari menggunakan spectrum FTIR, *water up take*, permeabilitas metanol dan konduktivitas proton.

METODE PENELITIAN

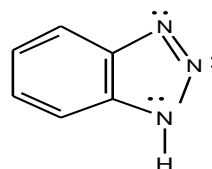
2.1 Bahan dan metode

Bahan yang digunakan antara lain; limbah polistiren (PS; *styrofoam*) sisa packing alat elektronik, Benzen (Merck), Trimetilsilil klorosulfonat (TMSCS; Sigma Aldrich), metanol (Merck), Dimetil formamid (Merck), Sodium hidroksida (Merck), aseton (Merck), Sodium klorida (Merck), dan Benzotriazol (BTri; Alfa Aesar).

Polistiren (*styrofoam*) terlebih dahulu direndam dalam aseton selama 24 jam kemudian dikeringkan untuk menguapkan pelarut yang mungkin tersisa. Polistiren

selanjutnya dilarutkan dengan pelarut benzen dengan perbandingan massa polistiren dan volume pelarut yaitu 1:5 di dalam labu alas bulat leher tiga kemudian diaduk menggunakan magnetik *stirrer* pada suhu ruang hingga homogen. Pada larutan polimer yang telah homogen tersebut ditambahkan TMSCS sebagai agen sulfonasi. Perbandingan mol TMSCS dan mol polistiren yang digunakan yaitu 0,2 : 1. Proses sulfonasi dilakukan selama 3 jam di bawah aliran gas nitrogen. Proses sulfonasi dihentikan dan dilakukan presipitasi dengan menambahkan metanol pada polistiren tersulfonasi (PSS), lalu diuapkan pada suhu 65°C hingga semua metanol habis. PSS yang telah diuapkan kemudian dioven pada suhu 105°C hingga didapatkan PSS dalam bentuk padatan kering. Derajat sulfonasi ditentukan dengan metode titrasi.

Membran polielektrolit berbasiskan pasangan kompleks asam-basa dilakukan dengan melarutkan PSS kedalam pelarut dimetil formamid hingga homogen. Selanjutnya ditambahkan benzotriazol secara stoikiometri dengan perbandingan mol PSS;BTri; 1:0,05; 1:0,1; dan 1:0,15. Pengadukan dilakukan pada suhu kamar hingga homogen, kemudian membran dibuat dengan cara dicetak pada cawan petridish. Pelarut diuapkan secara perlahan pada suhu 50°C, membran yang diperoleh selanjutnya disimpan dalam desikator.



Gambar 1 Struktur molekul benzotriazol

2.2 Karakterisasi

Derajat sulfonasi PSS dan kapasitas pertukran ion ditentukan dengan metode titrasi, analisis gugus fungsi direkam pada FTIR spectrometer (Shimadzu IR PRESTIGE-21) dalam rentang bilangan gelombang 4000 cm^{-1} hingga 400 cm^{-1} .

Water up take ditentukan dengan cara membran dipotong kemudian ditimbang untuk mengetahui massanya, selanjutnya direndam di dalam akuades dan ditimbang setiap 24 jam hingga massanya konstan. Permeabilitas metanol membran sebagai fluks ditentukan dengan cara, metanol dimasukkan ke dalam suatu sel yang telah ditimbang massanya. Kemudian sel diisi metanol kemudian ditimbang kembali. Membran yang telah diketahui ketebalannya diletakkan di atas sel yang berisi metanol tersebut dan ditutup rapat. Setelah 24 jam sel yang berisi metanol ditimbang kembali untuk mengetahui massa metanol yang tersisa. Konduktivitas proton membran diukur pada temperatur kamar menggunakan LCZ meter.

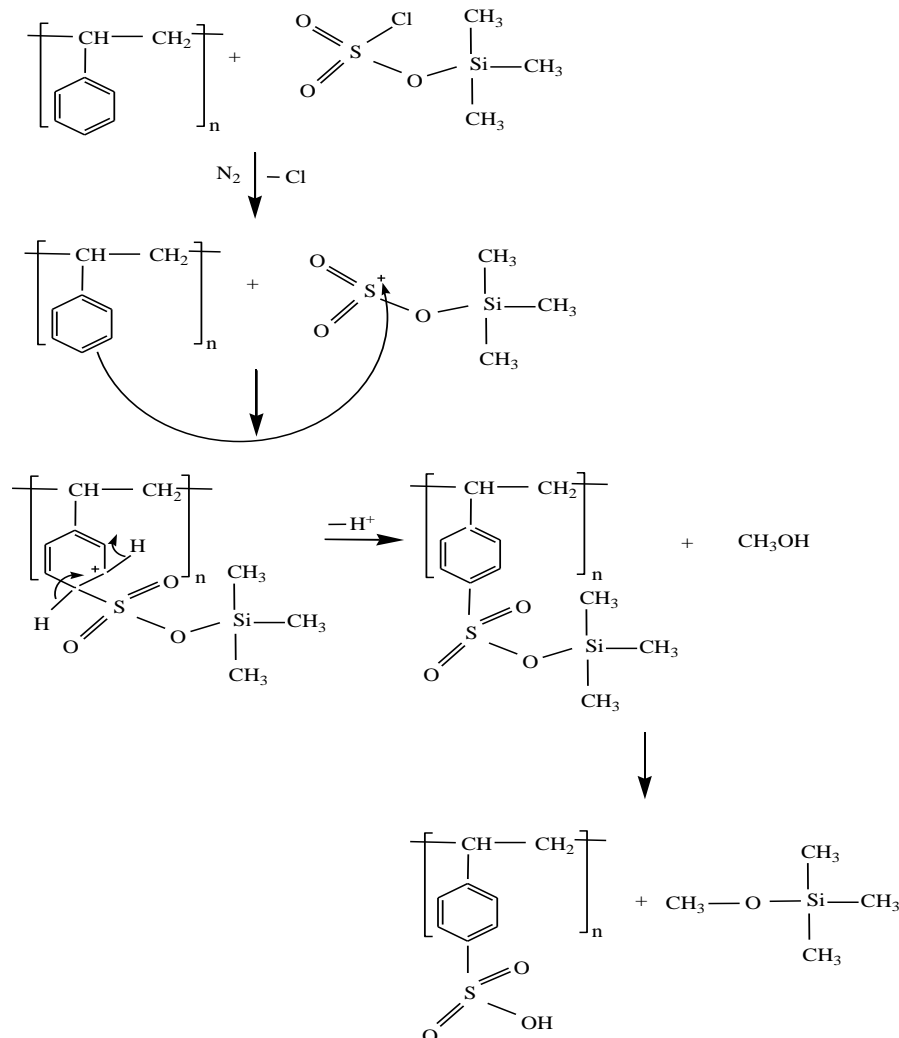
HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sulfonasi

Polistiren hasil perendaman dalam aseton memperlihatkan sifat fisik yang berbeda dengan polistiren awal (*styrofoam*). Polistiren setelah perendaman n-heksan mempunyai sifat kaku, lebih rapat dan keras serta lebih kompak. Secara struktural, perendaman dalam aseton tidak merubah sifat kimianya. Perendaman dalam aseton bertujuan untuk menghilangkan aditif, filler yang mungkin terkandung. Pelarut yang digunakan ketika sulfonasi adalah pelarut benzen, ini berbeda dengan laporan-laporan penelitian sebelumnya seperti dikloroetana [3]

dan sikloheksan [8]. Bila ditinjau dari sifat dielektriknya benzen dengan konstanta dielektrik (2,27) berada diatas konstanta dielektrik sikloheksan (2,02) dan dibawah dikloroetana (10,36), artinya polistiren dapat larut dalam benzen.

Sulfonasi terhadap polistiren dilakukan menggunakan agen sulfonasi trimetilsilil klorosulfonat (TMSCS) (Gambar 2). Agen sulfonasi yang digunakan berbeda dengan laporan penelitian sebelumnya yang menggunakan asam sulfat [1,2,3,8], asetil sulfat [5]. Penggunaan agen sulfonasi TMSCS, penanganannya lebih mudah dimana reaksi sulfonasi dapat dilakukan pada temperatur kamar. Sedangkan penggunaan asam sulfat pekat ataupun asetil sulfat penanganannya lebih rumit, karena temperatur harus di jaga dibawah -10°C untuk asetil sulfat dan suhu 40°C untuk asam sulfat. Disamping itu juga penggunaan asetil sulfat sebagai agen sulfonasi terlebih dahulu harus dibuat dengan mereaksikan asam asetat anhidrid dan asam sulfat pekat, sedangkan TMSCS secara langsung dapat digunakan.

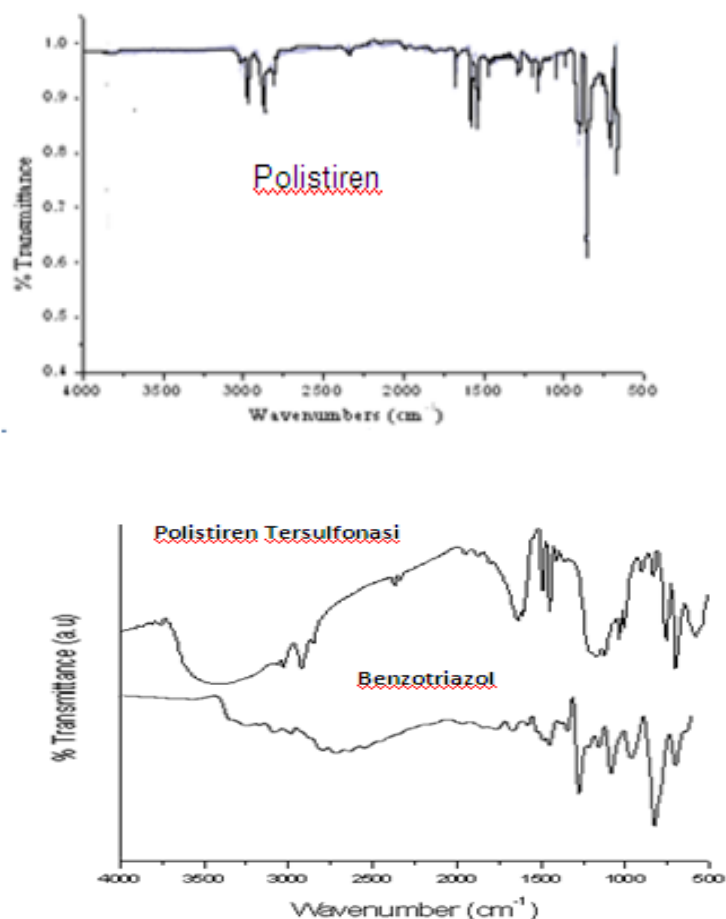


Gambar 2 Reaksi sulfonasi polistiren menggunakan agen sulfonasi TMSCS.

Keunggulan penggunaan agen sulfonasi TMSCS lain adalah derajat sulfonasi yang diperoleh mencapai 64% terhadap monomer sebagai unit ulang polistiren. Agen sulfonasi asetil sulfat dan asam sulfat memperlihatkan derajat sulfonasi yang masih rendah dibawah 50% seperti yang dilaporkan sebelumnya [5].

Dari pengujian nilai kapasitas pertukaran ion (Kpi) diperoleh untuk PSS 0,95 meq/g, hasil ini hampir mendekati nilai Kpi yang PSS dari limbah cangkir sebesar 0,22 meq/g hingga 0,93 meq/g [6]. Adanya perbedaan ini diduga dari pertukaran ion yang berlangsung belum sempurna, ada sebagian proton dari gugus sulfonat yang belum mengalami pertukaran dengan Na^+ . Kapasitas pertukaran ion (Kpi) digunakan untuk menentukan kuantitas gugus ion dari PSS, menggambarkan kuantitas jumlah dari gugus *ion exchange* per unit massa PSS. Derajat sulfonasi berkaitan langsung terhadap kapasitas pertukaran ion. Kpi yang diperoleh ini mendekati dengan Kpi membran Nafion 117 yaitu sebesar 0,91 meq/g [12].

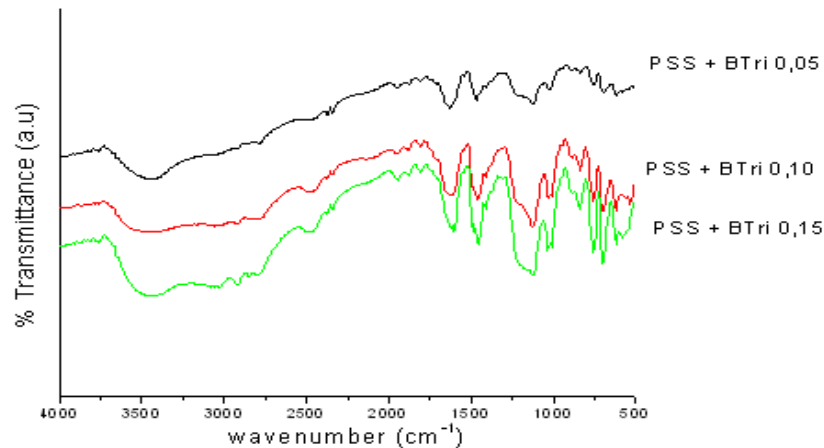
3.2 FTIR



Gambar 3. Spektrum FTIR polistiren, polistiren tersulfonasi, dan benzotriazol.

Pada Gambar 3 diperlihatkan adanya perbedaan antara spektrum FTIR polistiren (PS) dan polistiren tersulfonasi (PSS). Untuk analisis gugus fungsi sulfonat dapat dilihat pada rentang bilangan gelombang antara 800 cm^{-1} hingga 1500 cm^{-1} . Pita vibrasi gugus fungsi sulfonat dilaporkan disekitar daerah 1040 hingga 1180 cm^{-1} . Karakteristik serapan inframerah untuk polistiren tersulfonasi (PS- SO_3H) sebagai ikatan sulfonat terhadap cincin aromatik yang mengalami substitusi ditemui disekitar daerah 830 hingga 850 cm^{-1} . Absorpsi pada daerah

1040 cm^{-1} merupakan vibrasi regang dari gugus SO_3H . Vibrasi S-O diperlihatkan pada daerah 1100 hingga 1250 cm^{-1} . Spektra PSS yang dihasilkan ini mempunyai pola yang mirip dengan laporan penelitian sebelumnya [2,5,6,8]. Pada daerah sekitar 3500 cm^{-1} untuk spektra FTIR PSS memperlihatkan pita yang melebar dengan bahu yang sempurna berhubungan dengan gugus OH dari gugus sulfonat. Data Spektra FTIR PSS juga didukung dengan derajat sulfonasi yang diperoleh yaitu 64%. Untuk spektra benzotriazol (BTri), memperlihatkan pita regang C-N pada 1430-1650 cm^{-1} dan regang N-N pada 1270 cm^{-1} sedangkan pita regang N-H diperlihatkan pada daerah bilangan gelombang 1629-3380 cm^{-1} [10].



Gambar 4 Spektrum FTIR membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa.

Pada Gambar 4 memperlihatkan spektrum FTIR membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa dari ketiga variasi. Setelah penambahan BTri, intensitas pita pada daerah 1430-1650 cm^{-1} mengalami perubahan, hal ini berhubungan dengan regangan cincin azol dari BTri. Spektrum PSS-BTri pada daerah 3380 cm^{-1} menunjukkan adanya regang N-H. Pada daerah 3000 hingga 2000 cm^{-1} menghasilkan pita yang melebar, ini berkaitan dengan pembentukan ikatan hidrogen N-H antara PSS dan Btri [9,10]. Dari Gambar 4 terlihat, bahwa semakin banyak perbandingan mol BTri yang ditambahkan, maka pada pita-pita daerah bilangan gelombang membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa intensitas serapannya semakin meningkat pula. Puncak pada daerah 979 hingga 1100 cm^{-1} merupakan serapan pembentukan anion BTri [10].

3.3 Water Up take

Water up take merupakan parameter penting yang dapat mempengaruhi konduktivitas proton, sifat mekanik dan stabilitas dari membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa [9]. Water up take membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa terlihat Tabel 1. Dari tabel menunjukkan bahwa water up take terjadi peningkatan dari penambahan Btri $x=0,05$ hingga $x=0,10$, tetapi pada penambahan $x=0,15$ terjadi penurunan. Water up take optimum sebesar 21,96 diperoleh dari $x=0,10$. Diketahui bahwa membrane PSS dengan derajat sulfonasi 64% bersifat higroskopis dan hidrofil. Dengan penambahan Btri, diduga gugus hidroksil dari PSS akan berinteraksi dengan Btri membentuk *cross link* sehingga air sukar berinteraksi dengan membran. Interaksi air terhadap membran dapat terjadi diduga pada bagian-bagian gugus hidroksil yang belum terdapat BTri. Hal ini dikarenakan perbandingan mol PSS dan BTri yang berbeda seperti yang diperlihatkan pada $x=0,15$ terjadi penurunan water up take. Laporan penelitian sebelumnya, membran polielektrolit

berdasarkan polistiren tersulfonasi dan polibenzimidazol pada perbandingan rasio 1:2, 1:1 dan 2:1 water up take yang diperoleh adalah 50%, 200% dan 350% [9].

Tabel 1. Water up take membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa

Membran polielektrolit	Water up take (%)
PSS + BTri 0,05	13,95
PSS + BTri 0.10	21,96
PSS + BTri 0,15	15,89

3.4 Permeabilitas Metanol

Dari penelitian ini, dipertimbangkan juga pengaruh transport metanol melalui membran polielektrolit. Banyak laporan penelitian yang membahas sel bahan bakar berbasis metanol, sehingga permeabilitas metanol merupakan salah satu faktor penting untuk diperhatikan. Permeabilitas metanol yang ditentukan adalah permeabilitas metanol sebagai fluks. Sehingga massa awal metanol yang ditempatkan dalam sel ditentukan terlebih dahulu, selain itu ketebalan membrane juga akan mempengaruhi transport methanol melalui membran elektrolit. Permeabilitas metanol diuji menurut Unal, et al., (2008) menggunakan persamaan

$$J = (W \cdot l) / (Mw \cdot A \cdot t)$$

J = permeabilitas metanol sebagai fluks (mol/cm.s)

W = massa yang hilang (gr)

L = ketebalan membran (cm)

A = luas membrane (cm²)

T = waktu (s).

Dari Tabel 2 terlihat permeabilitas metanol membrane polielektrolit kompleks pasangan asam-basa polistiren tersulfonasi dan benzotriazol.

Tabel 2. Permeabilitas metanol membran polielektrolit

Membran polielektrolit	Permeabilitas metanol (mol/cm.s)
PSS + BTri 0,05	4,75 x10 ⁻⁸
PSS + BTri 0.10	3,86x10 ⁻⁸
PSS + BTri 0,15	1,91x10 ⁻⁸

Permeabilitas metanol dari ketiga membran polielektrolit memperlihatkan masih dalam satu orde dengan kecenderungan makin besar Btri yang ditambahkan, permeabilitas metanol menurun. Gejala ini, seperti yang telah sebutkan sebelumnya bahwa dengan penambahan Btri, diduga gugus hidroksil dari PSS akan berinteraksi dengan Btri membentuk *cross link*. *Cross link* yang terbentuk berupa jembatan antara serat-serat PSS sehingga kerapatan membrane menjadi meningkat, hal inilah diduga yang dapat mengakibatkan terjadinya penurunan permeabilitas methanol. Dibandingkan dengan permeabilitas metanol membrane komersil nafion 112 yaitu 1,89 x10⁻⁹ mol/cm.s [13], permeabilitas methanol membrane polielektrolit kompleks pasangan asam-basa polistiren tersulfonasi dan benzotriazol ini lebih besar satu orde.

3.5 Konduktivitas

Konduktivitas ditentukan menggunakan LCZ meter pada temperatur kamar, perhitungannya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R = \rho \times \frac{L}{A}$$

R = slope = hambatan

A = luas penampang = 1 cm²

L = jarak elektroda = 1 cm

ρ = hambatan jenis

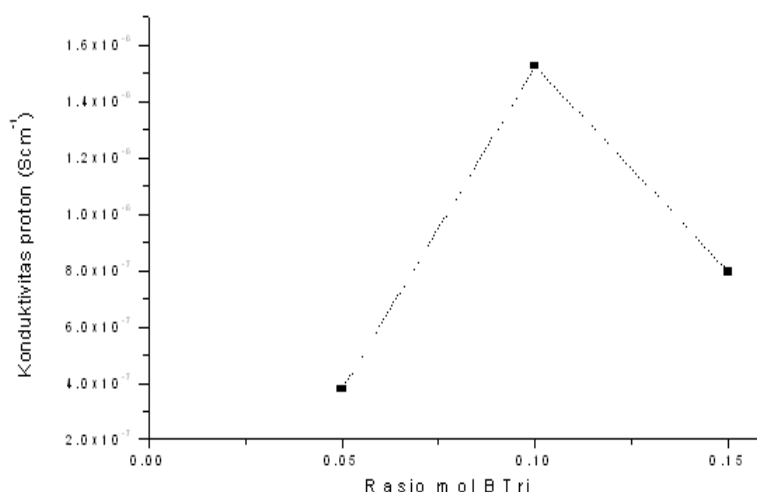
σ = konduktivitas proton

Maka,

$\rho = \text{ohm} \times 1 \text{ cm}^2 / 1 \text{ cm} = \text{ohm cm}$

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = 128030,9 \text{ohm} \times \frac{1 \text{cm}^2}{1 \text{cm}} \rho = 128030,9 \text{ohm} \times \frac{1 \text{cm}^2}{1 \text{cm}}$$

Pada Gambar 5 terlihat konduktivitas proton terhadap perbandingan rasio mol dopant benzotriazol. Dari Gambar 5 tersebut terlihat x=0,05, x=0,1 dan x=0,15 menghasilkan konduktivitas proton berurutan 3,78x10⁻⁷, 1,53x10⁻⁶, dan 7,95x10⁻⁷ Scm⁻¹. Kencendrungan konduktivitas ini mirip dengan hasil *water up take*. Dari penelitian-penelitian sebelumnya telah diketahui bahwa air dapat mempengaruhi transportasi proton dari anoda ke katoda, terlebih lagi penentuan konduktivitas dilakukan pada temperatur kamar. Selain itu sifat higroskopis dan hidrifikasi membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa dari PSS dan benzotriazol juga diduga mempengaruhi nilai konduktivitas yang telah dihasilkan. Dibandingkan dengan konduktivitas yang telah dilaporkan [9], membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa dari PSS dan benzotriazol lebih kecil tiga orde dari membran polistiren tersulfonasi yang di blending dengan benzimidazol yang diukur pada kondisi anhidrat. Kondisi pengukuran mempengaruhi konduktivitas, pada temperatur tinggi laju lompatan proton akan lebih cepat dibandingkan pada temperatur kamar sehingga kondisi anhidrat lebih menguntungkan [7,8,9,10].



Gambar 5 Konduktivitas proton membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa pada x=0,05, x=0,1 dan x=0,15.

KESIMPULAN

Membran polielektrolit kompleks pasangan asam-basa berbasis polistiren tersulfonasi dan benzotriazol telah disintesis, dimana polistiren yang digunakan sebagai backbone adalah *styrofoam* limbah yang tidak terpakai lagi. Sulfonasi telah berhasil dilakukan terhadap polistiren dengan derajat sulfonasi 64%. Hasil spektrum FTIR menunjukkan adanya interaksi antara polistiren tersulfonasi dan benzotriazol. Konduktivitas optimum diperoleh pada $x=0,1$ sebesar $1,53 \times 10^{-6} \text{ S cm}^{-1}$ pada temperatur kamar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Inagaki. Y, Kiuchi. S, 2001, Converting waste polystyrene into a polymer flocculant for wastewater treatment, *J. Mater Cycles Waste Manag*, 3:14–19.
- [2] Abbes IB, Sami Bayoudh, Mohamed Bakloutic, 2007, A technique for purifying waste water with polymeric flocculant produced from waste plastic, *J. Desalination*, 204, 198–203.
- [3] Makowski HS, Lundberg RD, Westerman L, and Block J, 1980, Ions in Polymers, ASC Symposium Series, *Adv. Chem. Ser.*, 187, 3.
- [4] Ergozhin EE, Kurmanaliev M, Asanov NA, Rafikov SR, and Zhanazarov T, 1975, Sulfonation of styrene copolymers with some diisopropenyl benzens, *Seriya Khimicheskaya*, No. 4, 957-959.
- [5] Martins CR, Giacomo Ruggeri, Marco A. De Paoli. 2003, Synthesis in pilot plant scale and physical properties of sulfonated polistiren *J. Braz. Chem. Soc.* vol.14 no.
- [6] Abbes IB, Sami Bayoudhb, Mohamed Bakloutic, 2008, The removal of hardness of water using sulfonated waste plastic *J. Desalination*, 222, 81–86.
- [7] Bozkurt A, Meyer WH, and Wegner G, 2003. Polyacrylic acid (PAA)/imidazol-based proton conducting polymer electrolytes. *Journal of Power Sources* 123: 126-131.
- [8] Bozkurt A. 2005, Anhydrous Proton Conductive Polystyrene Sulfonic Acid Membranes, *Turk J Chem*, 29, 117 -123.
- [9] Oktay A, Unal S, Ayhan B, and Ali A. 2010. Blend membrans from poly(2,5-benzimidazole) and poly(styrene sulfonic acid) as proton conducting polymer electrolytes for fuel cells. *J. Mater Sci*, 45: 993-998.
- [10] Gustian I, Celik SU, and Bozkurt A, 2012, Novel proton conductive hybrid membranes based on sulfonated polysulfone and benzotriazole, *J. Mater. Res.*, Vol. 27, No. 20, Oct 28, 2650-2655.
- [11] Abbes IB, Sami Bayoudh, Mohamed Baklouti, 2006, Converting Waste Polystyrene into Adsorbent: Potential Use in the Removal of Lead and Cadmium Ions from Aqueous Solution, *J. Polym Environ*, 14:249–256.
- [12] Smitha BD, Anjali D, and Sridhar S. 2008. Proton-conducting composite membrans of chitosan and sulfonated polysulfone for fuel cell application. *international journal of hydrogen energy* 33: 4138-4146.
- [13] Unal S, Sevim Unugur Celik, Ali Ataa, and Ayhan Bozkurt. 2008. Anhydrous proton conducting membrans for PEM fuel cells based on Nafion/Azole composites. *International Journal Of Hydrogen Energy* 3: 2808-281

DISTRIBUSI LOGAM BERAT DI PERAIRAN KOTA BENGKULU

HEAVY METALS DISTRIBUTION IN SURFACE WATER OF BENGKULU CITY

M. Lutfi Firdaus

Program Pascasarjana Pendidikan IPA, JPMIPA - FKIP, Universitas Bengkulu
Jl. WR. Supratman, Bengkulu 38371. Telp: 0736-21186
Email: ml.firdaus@gmail.com

ABSTRACT

Heavy metals are chemical elements with a specific gravity greater than 5 g/cm³ which has high affinity for compounds containing sulfur, so it is toxic to living organisms. Some heavy metals in small concentrations needed for living organisms as essential nutrients such as Fe and Cu. Other heavy metals such as As, Cd, Cr (VI) and Pb are toxic to living organisms, albeit in relatively small concentrations. The purpose of this study was to determine the distribution of heavy metals in surface water within Bengkulu City (samples taken from the River Bangkahulu, Dendam lake, estuary water, shallow wells and deep wells) and assessment of its potential impact on the environment. Water samples were filtered (0.4 µm) and preserved by adding hydrochloric acid till sample pH = 2.0. Analysis of heavy metals in the samples was done by using Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES). The result showed that the concentrations of As, Cd, Cr, Fe and Pb in some surface waters have exceeded the threshold allowed by the Minister of Health Regulation No. 492/Menkes/Per/IV/2010.

Keywords: Heavy Metals, Surface Water, ICP-OES.

ABSTRAK

Logam berat, unsur kimia dengan berat jenis lebih besar dari 5 g/cm³ mempunyai afinitas tinggi terhadap senyawa S, sehingga bersifat toksik bagi makhluk hidup. Beberapa logam berat dalam konsentrasi kecil diperlukan makhluk hidup sebagai unsur hara esensial, seperti Fe dan Cu. Logam berat lainnya seperti As, Cd, Cr (VI) dan Pb bersifat racun bagi makhluk hidup, meskipun dalam konsentrasi yang relatif kecil. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi logam berat di air permukaan Kota Bengkulu (sampel diambil dari Sungai Bangkahulu, Danau Dendam, air muara, sumur dangkal dan sumur dalam) beserta potensi dampaknya terhadap lingkungan. Sampel air disaring (0,4 µm) dan diawetkan dengan cara menambahkan asam klorida ke dalam sampel sampai pH nya = 2,0. Analisis logam berat di dalam sampel dilakukan dengan menggunakan *Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectroscopy* (ICP-OES). Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi As, Cd, Cr, Fe dan Pb di beberapa air permukaan telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan berdasarkan pada Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010.

Katakunci: Logam Berat, Air Permukaan, ICP-OES.

LATAR BELAKANG

Air memegang peranan penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Air yang kita perlukan adalah air yang memenuhi persyaratan kesehatan baik persyaratan fisik, kimia, bakteriologis maupun radioaktif. Air yang tidak tercemar, didefinisikan sebagai air yang tidak mengandung bahan-bahan asing tertentu dalam jumlah melebihi batas yang ditetapkan sehingga air tersebut dapat dipergunakan secara normal. Mutu dan karakteristik air ditentukan oleh jenis dan sifat-sifat bahan yang terkandung didalamnya. Bahan-bahan tersebut baik yang padat, cair maupun gas, terlarut maupun yang tak terlarut secara alamiah

mungkin sudah terdapat dalam air dan diperoleh selama air mengalami siklus hidrologi. Dengan demikian mutu dan karakteristik air ditentukan oleh kondisi lingkungan dimana air itu berada [1].

Aktivitas manusia dalam memanfaatkan sumber daya alam dan lingkungan sering juga menimbulkan bahan-bahan sisa atau bahan-bahan buangan yang mempunyai kecenderungan pada peningkatan jumlah dan kandungan bahan-bahan di dalam air. Bahan-bahan ini apabila tidak ditangani secara baik dapat menimbulkan permasalahan pencemaran, lebih-lebih apabila lingkungan tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk menetralkan atau mengurangi bahan pencemar. Logam berat tergolong berbahaya apabila masuk ke dalam tubuh dan mempunyai sifat serta efek yang sulit diuraikan secara biologis, bersifat permanen dalam lingkungan air dan bersifat toksik terhadap organisme air dan manusia [2].

Standar baku kualitas air minum di Indonesia ditetapkan oleh sebuah Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 yang berisi tentang standar air minum yang disesuaikan dengan standar yang ditetapkan WHO dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air serta PP RI. No 82 Tahun 2001 Tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air [3].

Arsen, Besi, Kadmium, Kromium, Tembaga dan Timbal merupakan mineral yang tergolong mikroelemen, merupakan logam berat dan berpotensi menjadi bahan toksik jika terkandung dalam jumlah yang melebihi batas standar [4]. Jika terakumulatif dalam tubuh, maka berpotensi menjadi bahan toksik pada makhluk hidup. Masuknya unsur Arsen, Besi, Kadmium, Kromium, Tembaga dan Timbal ke dalam tubuh makhluk hidup dapat melalui saluran pencernaan (gastrointestinal), saluran pernafasan (inhalasi) dan penetrasi melalui kulit (topikal), selain itu masuknya logam ke dalam tubuh manusia juga dapat melalui biota air yang dimakan oleh manusia. Logam terserap melalui makanan biota air, insang biota air dan difusi melalui permukaan kulit biota air. Peningkatan kadar Arsen, Besi, Kadmium, Kromium, Tembaga dan Timbal dalam air akan diikuti oleh peningkatan kadar logam-logam tersebut dalam biota air dan manusia, karena sifatnya yang tidak bisa terdegradasi sehingga akumulatif yang mengakibatkan keberadaan logam berat di lingkungan dapat berbahaya bagi makhluk hidup [5]. Meskipun beberapa logam berat (contohnya Fe dan Cu) dalam konsentrasi kecil bersifat esensial bagi makhluk hidup karena diperlukan untuk metabolisme tubuh [6], lingkungan yang telah tercemar oleh logam berat esensial pun menjadi masalah tersendiri, terutama jika konsentrasi logam berat tersebut telah melampaui ambang batas yang diperbolehkan. Kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan mikrobiologi, fisika, kimia dan radioaktif. Parameter-parameter yang sering diuji dan kandungan maksimum yang diizinkan menurut Permenkes RI dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter uji dan kandungan maksimum yang diizinkan

No.	Parameter	Satuan	Kondisi/Maksimum
A. FISIKA			
1.	Bau	-	Tidak berbau
2.	TDS (Total Zat Padat Terlarut)	mg/L	1.000
3.	Kekeruhan	Skala NTU	5
4.	Rasa	-	Tidak Berasa
5.	Warna	Skala TCU	15
B. KIMIA (Kimia Anorganik)			
1.	Air Raksa (Hg)	mg/L	0,001
2.	Aluminium (Al)	mg/L	0,2
3.	Arsen (As)	mg/L	0,01
4.	Besi (Fe)	mg/L	0,3
5.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500
6.	Klorida	mg/L	250
7.	Mangan (Mn)	mg/L	0,1
8.	Nitrat sebagai N (NO ₃)	mg/L	10
9.	Nitrit sebagai N (NO ₂)	mg/L	1,0
10.	pH	-	6,5 s/d 8,5
11.	Sianida	mg/L	0,1
12.	Sulfat (SO ₄)	mg/L	400
13.	Tembaga (Cu)	mg/L	2,0
14.	Timbal (Pb)	mg/L	0,01
15.	Kadmium (Cd)	mg/L	0,003
16.	Kromium (Cr)	mg/L	0,05

Keterangan: mg = miligram, mL = mililiter, L = liter, Bq = Becquerel,
NTU = *Nephelometrik Turbidity Units*, TCU = *True Color Units*

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi dan konsentrasi logam berat Arsen (As), Cadmium (Cd), Kromium (Cr), Tembaga (Cu), besi (Fe) dan Timbal (Pb) di berbagai sampel air permukaan di Kota Bengkulu.

METODE PENELITIAN

Larutan standar As, Cd, Cu, Cr, Fe dan Pb dibuat dengan cara melarutkan larutan stok 1.000 ppm dari Merck. HCl dan HNO₃ p.a. (Merck) digunakan untuk membersihkan peralatan dan mengawetkan sampel. Sebagai pelarut digunakan air suling yang telah bebas dari berbagai mineral. Semua peralatan dan botol yang digunakan dibersihkan terlebih dahulu dengan detergen untuk menghilangkan pengotor organik, kemudian dibilas dengan air sampai bersih, dilanjutkan dengan merendamnya dalam HCl 2M selama 1 malam untuk menghilangkan pengotor anorganik, dan terakhir dibilas dengan air suling beberapa kali.

Sampel diambil dari air Sungai Bengkulu (bagian hulu dan hilir), air Muara Kualo, air Danau Dendam dan sumur bor di daerah Hibrida, Kota Bengkulu. Sampel dibagi menjadi 2 fraksi, yaitu fraksi terlarut (*D=dissolved*), sampel disaring terlebih dahulu menggunakan kertas saring dengan ukuran pori 0,45 µm lalu diasamkan dengan HCl sampai pH = 2. Fraksi kedua adalah fraksi partikulat (*AD=acid dissolvable*) yaitu sampel diasamkan terlebih dahulu dengan HCl sampai pH = 2, baru kemudian disaring. Analisis logam berat di dalam sampel dilakukan dengan menggunakan *Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectroscopy* (ICP-OES) bekerjasama dengan PT Sucofindo, Cibitung. Prosedur yang lebih terperinci bisa dilihat di makalah yang telah diterbitkan terlebih dahulu [7].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendapatkan presisi dan akurasi yang tinggi sekaligus limit deteksi yang rendah maka instrumen ICP-OES harus disetel terlebih dahulu untuk mendapatkan performa yang diinginkan. Tabel 2 merangkum kondisi optimum ICP-OES yang digunakan untuk menganalisis berbagai logam berat yang ada di dalam sampel air permukaan secara simultan.

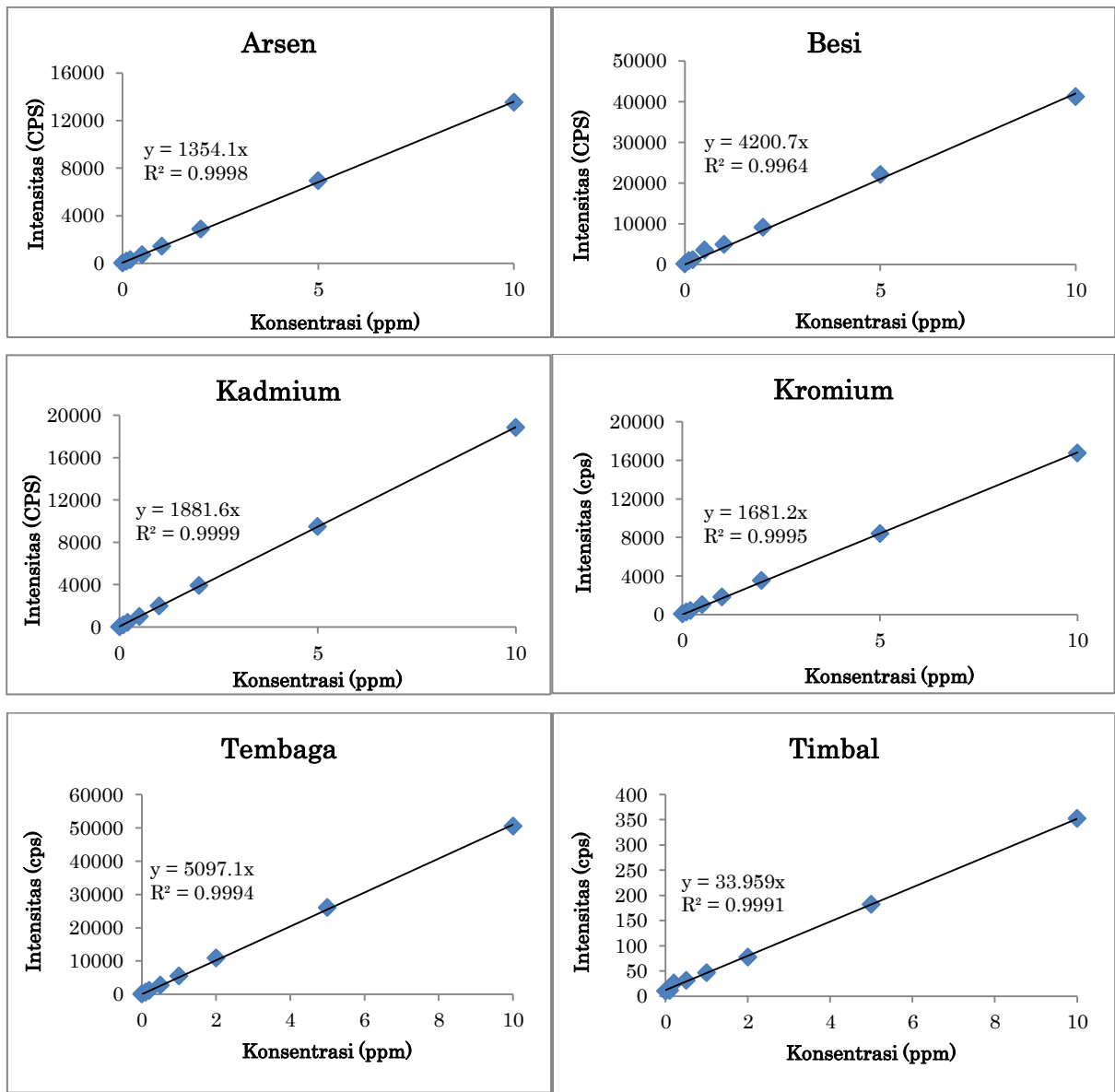
Gambar 1 memperlihatkan kemampuan ICP-OES mengukur berbagai standar logam dan rentang konsentrasinya. Selain memiliki linieritas yang bagus, limit deteksi alat ini juga memadai (≤ 1 ppb) untuk mengukur berbagai konsentrasi logam di dalam sampel air permukaan tanpa pengolahan terlebih dahulu. Tetapi untuk beberapa sampel yang mengandung matriks tinggi, maka pada sampel harus dilakukan pemisahan terlebih dahulu agar matriks tersebut tidak mengganggu pengukuran ICP-OES.

Tabel 2. Kondisi optimum ICP-OES pada saat pengukuran sampel

1.	ICP-OES type	Varian 725 – ES, USA
2.	Power	1,20 KW
3.	Argon Plasma flow	15,0 L/min
4.	Auxiliary flow	1,50 L/min
5.	Nebulizer flow	0,60 L/min
6.	Viewing height	10 mm
7.	Replicate read time	5 detik
8.	Instrument stabilization delay	5 detik

Tabel 3 memperlihatkan kompilasi hasil analisis logam berat pada berbagai sampel air permukaan. Air hulu sungai terkontaminasi logam Cr dan Pb yang kemungkinan berasal dari kegiatan industri yang dilakukan masyarakat di sekitar hulu sungai, seperti industri pengolahan karet dan batu bara. Sedangkan di hilir sungai, sampel air terkontaminasi Cd, Fe dan Pb yang kemungkinan logam-logam ini berasal dari kegiatan sehari-hari masyarakat kota Bengkulu termasuk transportasi sebagai penyumbang logam Pb dari bahan bakar yang digunakan. Sebagai data tambahan, sungai Bengkulu merupakan sungai terbesar di Kota Bengkulu yang memiliki debit sebanyak 495 m³/s pada musim kemarau dan 960,08 m³/s – 988,12 m³/s pada musim hujan. Air Sungai Bengkulu juga memiliki nilai COD 7,1 mg/L dan nilai BOD 0,67 mg/L.

Air muara terkontaminasi oleh logam As, Cd dan Pb, terutama dari bagian sampel yang diberi asam terlebih dahulu. Hal ini menunjukkan bahwa logam-logam tersebut didominasi spesies dari fraksi partikulat yang tidak larut sempurna. Secara umum, konsentrasi semua logam pada fraksi partikulat (AD) lebih tinggi dari fraksi terlarut (D). Air danau menunjukkan konsentrasi As dan Fe tinggi yang kemungkinan disebabkan oleh proses alamiah termasuk reaksi reduksi-oksidasi dan eutrofikasi yang bisa memobilisasi logam [8,9], sedangkan tingginya kadar logam Pb di danau (dan di sampel air lainnya) kemungkinan disebabkan oleh aktivitas manusia khususnya pemakaian bahan bakar minyak yang mengandung Pb [10].



Gambar 1. Kurva kalibrasi berbagai standar logam berat yang diukur menggunakan ICP-OES

Air sumur bor (kedalaman sekitar 35 m) masih tergolong air permukaan karena bukan air artesis yang biasanya memiliki kedalaman 100 m. Dari hasil pada Tabel 3, air sumur bor mengandung logam besi yang jauh lebih banyak dari sampel lainnya. Hal ini disebabkan dalam sumur tersebut sehingga tidak bisa kontak langsung dengan udara sebagai sumber gas oksigen, sehingga kondisi sumur tersebut minim oksigen terlarut (anoksik). Oleh karena itu, spesies Fe yang dominan berbentuk ferro (Fe^{2+}) yang memiliki kelarutan jauh lebih tinggi dibandingkan ferri (Fe^{3+}). Ilustrasi proses reduksi-oksidasi yang terjadi di lingkungan anoksik dengan mediasi mikroba diperlihatkan pada Gambar 2 [11].

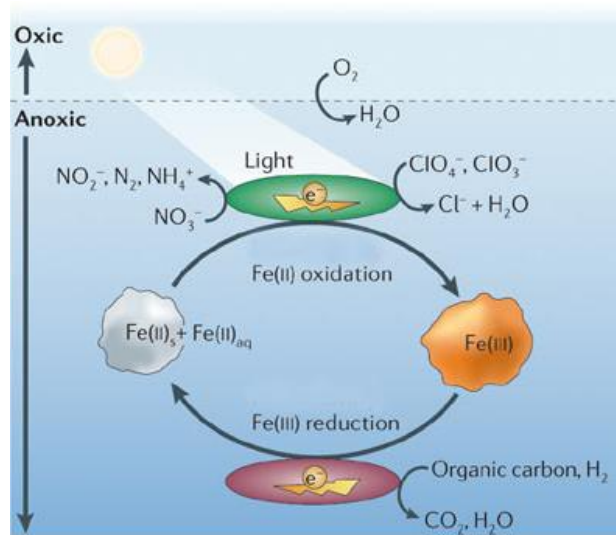
Tabel 3. Hasil pengukuran konsentrasi logam berat pada berbagai sampel air

Logam	Konsentrasi (ppm)									
	Hulu Sungai		Hilir Sungai		Air Muara		Air Danau		Sumur Bor	
	D	AD	D	AD	D	AD	D	AD	D	AD
As	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
Cd	0,003	0,003	0,003	0,005	0,003	0,008	0,003	0,003	0,003	0,004
Cu	0,01	0,02	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Cr	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06
Fe	0,09	0,18	0,21	0,60	0,01	0,06	1,32	1,41	5,04	5,21
Pb	0,15	0,28	0,18	0,19	0,15	0,21	0,20	0,23	0,15	0,20

Keterangan:

1. D = *Dissolved* atau logam terlarut (disaring terlebih dahulu baru diasamkan).
2. AD = *Acid-dissolvable*, sampel diasamkan terlebih dahulu baru disaring.
3. Angka berwarna merah / cetak miring, menandakan konsentrasinya melebihi ambang batas yang diperbolehkan Permenkes RI.

Jika air sumur bor tersebut dipompa keluar dan kontak langsung dengan udara yang banyak mengandung gas oksigen (sebagai oksidator), maka ion fero (Fe^{2+}) akan teroksidasi menjadi feri yang memiliki kelarutan lebih rendah dan akan membentuk endapan ferihidroksida, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang berwarna kuning kecoklatan. Tingginya kadar logam besi pada air sumur bor terlihat dari warna kuning kecoklatan pada air yang telah didiamkan beberapa menit di udara terbuka, yang bisa dikurangi kadar logam besinya dengan metode penyaringan yang benar.



Gambar 2. Proses reduksi-oksidasi logam Fe dalam kondisi lingkungan tanpa oksigen yang dimediasi oleh mikroba.

KESIMPULAN

Berdasarkan Peraturan Menkes RI No 492/Menkes/Per/IV/2010 maka air permukaan di Kota Bengkulu yang telah melebihi ambang batas yang ditentukan untuk logam berat As yaitu air muara dan danau; untuk Cd yaitu sumur bor, hilir sungai dan Muara; untuk Cr yaitu sumur bor dan hulu sungai; untuk Fe yaitu sumur bor, danau, sungai, muara; untuk Pb yaitu

sumur bor, danau, sungai dan muara. Sedangkan untuk Cu, semua sampel masih di dalam ambang batas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gleick P. 1993. *Water in crisis: a guide to the world's fresh water resources*. Oxford University Press, USA.
- [2] Vörösmarty C, Green P, Salisbury J, Lammers R. 2000. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. *Science* 289:284–8.
- [3] Sedyaningsih ER. 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tentang Persyaratan kualitas air minum. Depkes RI, Jakarta.
- [4] Hodson ME. 2004. Heavy metals--geochemical bogey men? *Environ Pollut*. 129:341–3.
- [5] Jarup L. 2003. Hazards of heavy metal contamination. *Br Med Bull*. 68:167–82.
- [6] Kádár E, Costa V, Santos RS. 2006. Distribution of micro-essential (Fe, Cu, Zn) and toxic (Hg) metals in tissues of two nutritionally distinct hydrothermal shrimps. *Sci Total Environ*. 358:143–50.
- [7] Firdaus ML, Norisuye K, Sato T, Urushihara S, Nakagawa Y, Umetani S, et al. 2007. Preconcentration of Zr, Hf, Nb, Ta and W in seawater using solid-phase extraction on TSK-8-hydroxyquinoline resin and determination by inductively coupled plasma-mass spectrometry. *Anal Chim Acta*. 583:296–302.
- [8] Nickson R, McArthur J. 2000. Mechanism of arsenic release to groundwater, Bangladesh and West Bengal. *Appl. Geochem*. 15:403-413.
- [9] Sohrin Y, Matsui M, Kawashima M, Hojo M, Hasegawa H. 1997. Arsenic Biogeochemistry Affected by Eutrophication in Lake Biwa, Japan. *Environ Sci Technol*. 31:2712–20.
- [10] Chanpiwat P, Sthiannopkao S. 2014. Status of metal levels and their potential sources of contamination in Southeast Asian rivers. *Environ Sci Pollut Res Int*. 21:220–33.
- [11] Weber KA, Achenbach LA, Coates JD. 2006. Microbes Pumping Iron: Anaerobic Microbial Iron Oxidation and Reduction. *Nat Rev Microbiol*. 764:752–64.

PATI BIJI CEMPEDAK (*Artocarpus champeden*) TERMODIFIKASI SEBAGAI BAHAN PENSUSPENSI PADA SUSPENSI

MODIFIED STARCH OF CEMPEDAK (*Artocarpus champeden*) SEED AS SUSPENDING AGENT ON SUSPENSION

Yusnaidar ^{1*}, Wilda Syahri ², Muhaimin ³

Prodi Pendidikan Kimia, PMIPA FKIP, Universitas Jambi, Mendalo Darat, Jambi ^{1*}
yusnaidary@gmail.com; Telp. 08127866961

Prodi Pendidikan Kimia, PMIPA FKIP, Universitas Jambi, Mendalo Darat, Jambi ²
Prodi Pendidikan Kimia, PMIPA FKIP, Universitas Jambi, Mendalo Darat, Jambi ³

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate physicochemical properties of suspension using modified starch of *Artocarpus champeden* seed as suspending agent. Stages in suspension formulation consists of preparation of suspension formulas using modified starch of *Artocarpus champeden* seed as suspending agent, determination of stability and characterization of suspensions. Modified *Artocarpus champeden* seed starch with concentrations of 1.5% and 3% can be used as a suspending agent in suspensions. pH of the suspensions were decrease during storage, probably due to the incomplete purification and isolation process resulting the compounds that degraded into acidic compounds during the storage. Viscosity of suspension were increased during storage, due to evaporation of water during storage. Based on physical stability tests such as pH, viscosity, sedimentation volume and redispersibility, it can be concluded that modified starch of *Artocarpus champeden* seed at concentrations of 1.5% and 3% were less effective than NaCMC as suspending agent from which at a concentration of 1% already have provided effectivity and good stability. It means that when using modified starch of *Artocarpus champeden* seed, higher amount of starch were needed more than the one from pure starch (NaCMC) to be used as a suspending agent.

Key words: *Artocarpus champeden* seed, modified starch, suspending agent, suspension

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisikokimia dari suspensi yang menggunakan bahan pensuspensi (*suspending agent*) pati biji cempedak (*Artocarpus champeden*) termodifikasi. Tahapan dalam formulasi suspensi terdiri atas pembuatan formula suspensi yang menggunakan bahan pensuspensi pati modifikasi, penentuan stabilitas dan karakterisasi suspensi yang dibuat. Pati biji cempedak hasil modifikasi dengan konsentrasi 1,5% dan 3% dapat digunakan sebagai bahan pensuspensi dalam sediaan suspensi. pH sediaan suspensi yang dibuat mengalami penurunan selama penyimpanan, kemungkinan disebabkan oleh belum sempurna dalam proses pemurnian dan isolasi sehingga masih terdapat senyawa yang pada penyimpanan terdegradasi menghasilkan senyawa asam. Viskositas sediaan suspensi meningkat selama penyimpanan, disebabkan karena menguapnya air dari sediaan selama penyimpanan. Berdasarkan pengujian kestabilan fisik yaitu pH, viskositas, volume sedimentasi dan redispersibilitas dapat disimpulkan bahwa pati biji cempedak hasil modifikasi pada konsentrasi 1,5% dan 3% kurang efektif sebagai zat pensuspensi dibandingkan dengan NaCMC yang pada konsentrasi 1% sudah memberikan efektivitas dan stabilitas yang baik. Hal ini berarti apabila menggunakan pati biji cempedak hasil modifikasi, dibutuhkan pati yang lebih banyak daripada pati murni (NaCMC) untuk dapat digunakan sebagai pensuspensi (*suspending agent*).

Kata kunci: biji cempedak, pati termodifikasi, pensuspensi, suspensi

PENDAHULUAN

Pati alami mempunyai beberapa kekurangan pada penggunaannya di industri seperti tidak larut dalam air dingin, tidak mempunyai viskositas, dan kekuatan memadat setelah pemasakan [1]. Selain itu, retrogradasi terjadi setelah kehilangan susunan struktur pada gelatinisasi pati, yang menghasilkan sineresis atau pelepasan air pada sistem makanan yang menggunakan pati. Bagaimanapun juga, kelemahan-kelemahan pada pati alami dapat diperbaiki, sebagai contoh, dengan menambahkan sejumlah kecil ion atau gugus hidrofobik ke dalam molekul pati. Pati termodifikasi berfungsi sebagai bahan pengisi, pengental, pengemulsi dan pemantap bagi makanan. Dengan penambahan pati termodifikasi produk makanan akan mempunyai keunggulan kualitas baik dari penampakan secara fisik, rasa, konsistensi, warna, zat gizi atau pun proses pengolahan yang lebih mudah dan cepat. Salah satu contoh penggunaan pati termodifikasi adalah sebagai bahan pengisi dalam pembuatan permen gum, memberikan sifat produk yang lebih padat. Di samping itu dapat digunakan sebagai bahan pengisi saus, sup, dan pie [2]. Modifikasi merubah sifat-sifat pati, meliputi viskositas kelarutan dan stabilitas yang baik pada produk akhir. Sifat fungsional pati dapat dimodifikasi secara fisik, kimia, dan bioteknologi. Tujuan lain dari modifikasi pati adalah untuk menstabilkan granul pati selama proses dan membuat pati cocok untuk beberapa makanan dan aplikasi di industri [3].

Pada penelitian terdahulu telah diisolasi dan dimodifikasi pati dari biji cempedak. Sifat fisikokimia pati hasil isolasi sebelum dan sesudah modifikasi secara hidrolisis asam, enzimatis dan pemanasan dengan gelombang elektromagnetik serta kesesuaiannya dengan persyaratan SNI juga ditentukan. Hasil dari penelitian ini memperlihatkan bahwa rendemen yang didapat adalah sebesar 33,66 %. Hasil identifikasi pati biji cempedak memperlihatkan bahwa secara mikroskopis pati biji cempedak memiliki bentuk yang sama dengan bentuk pati pada umumnya yaitu bentuk granul bulat dengan bagian ujung yang membulat. Hilus di tengah berupa titik, garis lurus bercabang tiga. Hasil identifikasi kimia memperlihatkan bahwa semua jenis sampel pati memberikan hasil yang sama yaitu membentuk warna biru, yang menghilang pada pemanasan dan timbul kembali ketika didinginkan. Semua jenis sampel pati telah memenuhi persyaratan Farmakope Indonesia dalam hal mikrobiologis, nilai persentase susut pengeringan, kadar abu dan sisa pemijaran serta senyawa pengoksidasi. Setelah proses modifikasi, pati biji cempedak memiliki nilai senyawa pengoksidasi yang lebih kecil dari pati alaminya. Hasil penentuan karakteristik fisiko kimia dari pati memberikan hasil bahwa semua jenis pati dalam air dingin dan etanol sebagai pelarut (FI III, 1979) praktis tidak larut [4]. Semua pati dari biji cempedak berkisar antara 4,5 – 7. Suhu gelatinasi dan viskositas pati modifikasi menurun dibandingkan pati alami dan memiliki kandungan amilosa yang lebih rendah daripada pati alami. Pati alami biji Cempedak memiliki nilai derajat putih yang lebih tinggi dibandingkan dengan pati modifikasi. Hasil SEM dapat memperlihatkan mikroskopik dari pati yang alami maupun yang modifikasi tidak memiliki perbedaan yang mencolok [5].

Pati hasil modifikasi ini selanjutnya diaplikasikan sebagai bahan tambahan dalam produk obat yaitu sebagai pensuspensi (*suspending agent*) pada sirop obat. Kemudian sifat fisikokimia dari suspensi yang menggunakan bahan pensuspensi (*suspending agent*) pati biji cempedak (*Artocarpus champeden*) termodifikasi ditentukan dengan berbagai eksperimen.

METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Kimia

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pati biji cempedak (*Artocarpus champeden*) termodifikasi, Paracetamol, NaCMC, Sirupus simpleks, Metil paraben, Propil paraben, Propilen glikol, dan aquades.

2.2 Formulasi Suspensi dengan Suspending Agent Pati biji Cempedak Termodifikasi

Untuk mengetahui efektivitas dari pati biji cempedak dalam sediaan obat berbentuk sirup, maka dibuat sediaan suspensi dengan zat aktif obat Paracetamol sebagai model zat aktif obat. Formula suspensi Paracetamol yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Formula Suspensi Paracetamol dengan *suspending agent* pati biji cempedak modifikasi

Bahan	Jumlah bahan								
	Blanko	F ₀	F _{A1}	F _{A2}	F _{B1}	F _{B2}	F _{C1}	F _{C2}	
Paracetamol	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	4%
Na CMC	-	1%	-	-	-	-	-	-	-
Pati biji cempedak	-	-	x%	2x%	y%	2y%	z%	2z%	
Sirupus simpleks	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Metil paraben	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Propil paraben	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%
Propilen glikol	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Dapar Fosfat pH 6,8	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Aquades sampai)))))))))

Keterangan :

Blanko = Formula suspensi tanpa zat pensuspensi

F₀ = Formula suspensi dengan NaCMC 1 %

F_{A1} = Formula suspensi dengan pati biji cempedak modifikasi asam konsentrasi rendah (x%)

F_{A2} = Formula suspensi dengan pati biji cempedak modifikasi asam konsentrasi tinggi (2x%)

F_{B1} = Formula suspensi dengan pati biji cempedak modifikasi enzimatis konsentrasi rendah (y%)

F_{B2} = Formula suspensi dengan pati biji cempedak modifikasi enzimatis konsentrasi tinggi (2y%)

F_{C1} = Formula suspensi dengan pati biji cempedak modifikasi panas konsentrasi rendah (z%)

F_{C2} = Formula suspensi dengan pati biji cempedak modifikasi panas konsentrasi tinggi (2z%)

Cara Pembuatan :

Pati biji cempedak yang sudah dimodifikasi didispersikan kedalam 300 ml air bersama metil paraben dan propil paraben, kemudian dipanaskan hingga membentuk kanji. Sirupus simpleks ditambahkan sedikit demi sedikit kedalam campuran no.1 sambil diaduk terus hingga homogen. Paracetamol didispersikan kedalam propilen glikol, kemudian dicampur tween 80 dan diaduk hingga merata. Campuran no. 3 dimasukkan kedalam campuran no. 2 sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga homogen. Ditambahkan larutan dapar fosfat. Aquades ditambahkan hingga mencapai 1000 ml.

2.3 Pengujian Stabilitas Suspensi Paracetamol

Pengujian stabilitas dilakukan baik pada suspensi Paracetamol pembanding (F₀) maupun suspensi paracetamol yang menggunakan berbagai konsentrasi pati biji cempedak modifikasi sebagai zat pensuspensi (F_{A1}, F_{A2}, F_{B1}, F_{B2}, F_{C1}, F_{C2}) meliputi pengamatan organoleptis (warna, bau dan rasa), pengamatan pH, pengukuran viskositas, pengukuran volume sedimentasi, pengukuran redispersibilitas.

- Pengamatan Organoleptis (Warna, Bau dan Rasa)

Diamati warna, bau dan rasa selama penyimpanan pada hari ke 1, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 sampai hari ke 91.

- Pengamatan pH

Suspensi yang dibuat masing-masing diamati pH-nya menggunakan pH meter selama penyimpanan pada hari ke 1, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 sampai hari ke 91.

- Pengukuran Viskositas

Pengukuran viskositas menggunakan alat viskometer Brookfield pada kecepatan geser (rpm) yang sama dan spindel yang sesuai, lama rotasi 5 menit. Pengukuran dilakukan pada hari ke 0, 1, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 sampai hari ke 91.

- Pengukuran Volume Sedimentasi

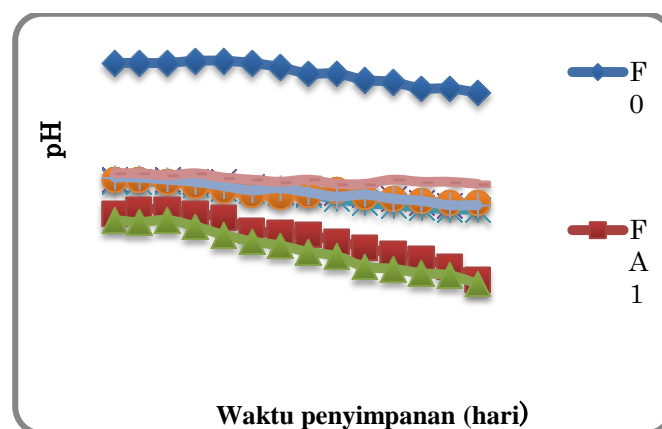
Suspensi yang telah dibuat dimasukkan ke dalam botol bertutup (volume 100 ml). Volume sedimentasi diukur terhadap perubahan tingginya endapan yang terjadi selama penyimpanan yaitu dengan menghitung perbandingan tinggi sedimentasi akhir (Vu) pada hari ke 1, 7, 14, 28, 35, 42, 49, 56 dengan tinggi sedimentasi awal (Vo) setelah suspensi dibuat (hari ke 0).

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengamatan Organoleptis

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa selama waktu penyimpanan 91 hari atau 3 bulan, sediaan suspensi yang dibuat dengan menggunakan suspending agent pati biji cempedak termodifikasi tidak mengalami perubahan warna, yaitu tetap berwarna putih; tidak mengalami perubahan bau, yaitu tetap tidak mempunyai bau; tidak mengalami perubahan dalam hal rasa, yaitu tetap berasa manis.

3.2 Hasil Pengamatan Perubahan pH



Gambar 1 Grafik perubahan pH suspensi Paracetamol dengan *suspending agent* pati cempedak modifikasi selama waktu penyimpanan

Keterangan :

Blanko = Formula suspensi tanpa zat pensuspensi

F₀ = Formula suspensi dengan NaCMC 1 %

F_{A1} = Formula suspensi dengan pati biji cempedak modifikasi asam konsentrasi rendah (1,5%)

F_{A2} = Formula suspensi dengan pati biji cempedak modifikasi asam konsentrasi tinggi (3%)

F_{B1} = Formula suspensi dengan pati biji cempedak modifikasi enzimatis konsentrasi rendah (1,5%)

F_{B2} = Formula suspensi dengan pati biji cempedak modifikasi enzimatis konsentrasi tinggi (3%)

F_{C1} = Formula suspensi dengan pati biji cempedak modifikasi panas konsentrasi rendah (1,5%)

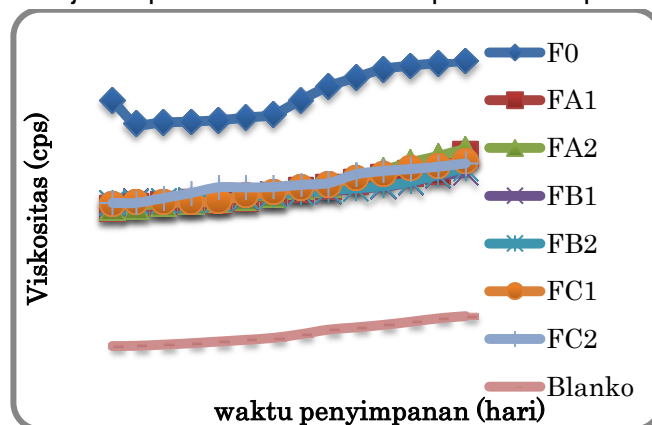
F_{C2} = Formula suspensi dengan pati biji cempedak modifikasi panas konsentrasi tinggi (3%)

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa semua formula suspensi memiliki kecenderungan penurunan pH selama penyimpanan. Hal ini disebabkan terjadinya penguraian dari beberapa komponen suspensi yang digunakan, akan tetapi penurunan tersebut masih dapat dikategorikan memenuhi persyaratan karena penurunan yang terjadi tidak terlalu drastis. Paracetamol dengan pensuspensi pati biji cempedak modifikasi asam memiliki pH paling kecil dari formula suspensi lain karena kemungkinan masih tertinggalnya HCl dalam pati yang digunakan. Bahan hidrolisis yang digunakan adalah asam klorida yang merupakan asam kuat. Sehingga pati termodifikasi yang dihasilkan mempunyai pH yang rendah.

Berdasarkan Analisis statistika dari data-data di atas dengan derajat kepercayaan 95%, diketahui bahwa H₀ ditolak karena F hitung > F tabel. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada perubahan pH selama waktu penyimpanan terhadap perbedaan formula. Hasil perhitungan uji lanjut Newman-Keuls memperlihatkan bahwa formula yang memiliki perbedaan terbesar adalah suspensi FA1 dan FA2, yaitu suspensi yang menggunakan pati biji cempedak modifikasi asam, dan F₀ yaitu formula blanko yang menggunakan suspending agent NaCMC 1%, akan tetapi pH dari formula ini relatif tinggi karena NaCMC memiliki pH 8,6 karena ion Na yang dimilikinya memberikan sifat basa terhadap sediaan.

3.3 Hasil Pengamatan Perubahan Viskositas

Perubahan viskositas dari sediaan sirop suspensi Paracetamol dengan menggunakan suspending agent dari pati biji cempedak termodifikasi diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik perubahan Viskositas suspensi Paracetamol dengan *suspending agent* pati cempedak modifikasi selama waktu penyimpanan

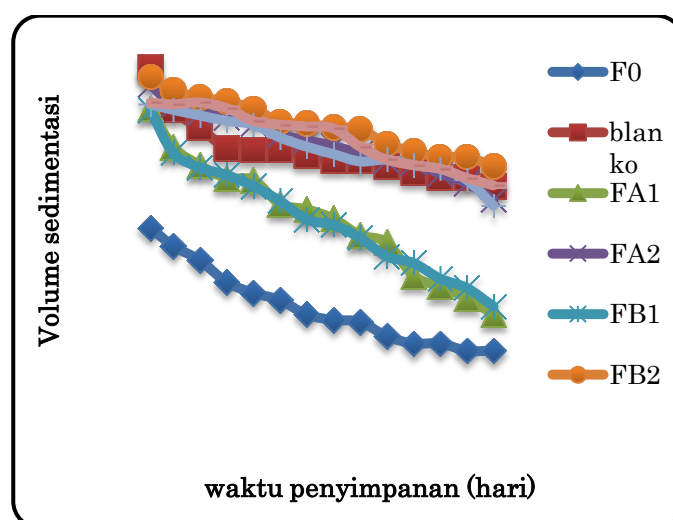
Hasil pengamatan terhadap perubahan viskositas suspensi Paracetamol selama penyimpanan memperlihatkan bahwa semua formula suspensi dengan menggunakan pati biji cempedak hasil modifikasi memiliki viskositas yang hampir sama yaitu sekitar 550 – 700 cps.

Nilai viskositas ini lebih kecil daripada yang diberikan oleh suspending agent standar NaCMC 1%. Hal ini dapat diartikan bahwa pati biji cempedak hasil modifikasi memiliki daya mengentalkan yang lebih kecil daripada NaCMC. Viskositas dari semua formula mengalami kenaikan selama penyimpanan. Hal ini disebabkan karena adanya penguapan dari air selama penyimpanan yang menyebabkan sediaan suspensi mengalami peningkatan kekentalan.

Berdasarkan Analisis statistika dari data-data pada grafik di atas dengan derajat kepercayaan 95%, diketahui bahwa H_0 ditolak karena F hitung $>$ F tabel. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada perubahan viskositas selama waktu penyimpanan terhadap perbedaan formula. Hasil perhitungan uji lanjut Newman-Keuls memperlihatkan bahwa formula yang memiliki perbedaan terbesar adalah suspensi F0 dan formula blanko.

3.4 Hasil Pengukuran Volume Sedimentasi Suspensi Paracetamol

Hasil pengukuran volume sedimentasi rata-rata berdasarkan perhitungan untuk masing-masing formula suspensi Paracetamol diperlihatkan pada Gambar 3.



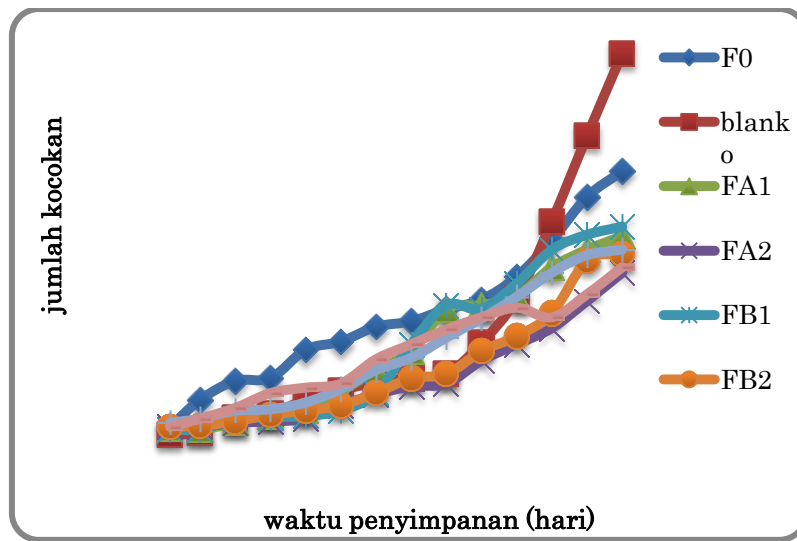
Gambar 3 Grafik perubahan Volume Sedimentasi suspensi Paracetamol dengan *suspending agent* pati cempedak modifikasi selama waktu penyimpanan

Analisis statistika dari data-data pada grafik di atas dengan derajat kepercayaan 95%, diketahui bahwa H_0 ditolak karena F hitung $>$ F tabel. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada perubahan volume sedimentasi selama waktu penyimpanan terhadap perbedaan formula.

Hasil pengukuran volume sedimentasi menunjukkan bahwa volume sedimentasi pada suspensi Paracetamol selama penyimpanan mengalami penurunan secara bervariasi sesuai dengan konsentrasi zat pensuspensi yang ditambahkan. Suspensi Paracetamol dengan variasi konsentrasi pati termodifikasi cenderung mengalami laju pengendapan yang lebih cepat sehingga harga volume sedimentasinya menjadi lebih kecil dibandingkan F_0 . Tetapi walaupun begitu sediaan tersebut mempunyai kemampuan untuk terdispersi kembali secara merata dan tidak terbentuk endapan yang mengeras pada dasar wadah.

3.5 Hasil Pengukuran Redispersibilitas Suspensi Paracetamol

Hasil pengukuran redispersibilitas pada masing-masing formula suspensi Paracetamol adalah sebagai berikut :



Gambar 4 Grafik perubahan Redispersibilitas suspensi Paracetamol dengan *suspending agent* pati cempedak modifikasi selama waktu penyimpanan

Hasil pengukuran redispersibilitas menunjukkan bahwa jumlah kocokan pada suspensi Paracetamol mulai hari ke-1 sampai hari ke-91 semakin bertambah. Hal ini berarti bahwa energi yang dibutuhkan untuk mendispersikan kembali Paracetamol sebagai zat tidak larut dalam sediaan semakin bertambah sesuai dengan lamanya penyimpanan. Namun secara umum seluruh formula di atas masih mudah untuk didispersikan kembali dengan pengocokkan dan tidak menimbulkan endapan yang mengeras pada dasar wadah.

Berdasarkan pengujian kestabilan fisik yaitu pH, viskositas, volume sedimentasi dan redispersibilitas dapat disimpulkan bahwa pati biji cempedak hasil modifikasi pada konsentrasi 1,5% dan 3% kurang efektif sebagai zat pensuspensi dibandingkan dengan NaCMC yang pada konsentrasi 1% sudah memberikan efektivitas dan stabilitas yang baik. Hal ini berarti apabila menggunakan pati biji cempedak hasil modifikasi, dibutuhkan pati yang lebih banyak daripada pati murni (NaCMC)

KESIMPULAN

Pati biji cempedak hasil modifikasi dengan konsentrasi 1,5% dan 3% dapat digunakan sebagai bahan pensuspensi dalam sediaan suspensi. pH sediaan suspensi yang dibuat mengalami penurunan selama penyimpanan, sedangkan viskositas sediaan suspensi meningkat selama penyimpanan. Berdasarkan pengujian kestabilan fisik yaitu pH, viskositas, volume sedimentasi dan redispersibilitas dapat disimpulkan bahwa pati biji cempedak hasil modifikasi pada konsentrasi 1,5% dan 3% kurang efektif sebagai zat pensuspensi dibandingkan dengan NaCMC yang pada konsentrasi 1% sudah memberikan efektivitas dan stabilitas yang baik. Hal ini berarti apabila menggunakan pati biji cempedak hasil modifikasi, dibutuhkan pati yang lebih banyak daripada pati murni (NaCMC) untuk dapat digunakan sebagai pensuspensi (*suspending agent*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada DP2M Ditjen Dikti atas pendanaan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2010.

PUSTAKA

- [1] Rismana, Eriawan. 2006. Modifikasi Pati untuk Farmasi. <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/0504/06/cakrawala/lainnya03.htm>. [Diakses tanggal 15 Desember 2006].
- [2] Afrianti, Herliani L. 2006. Pati Termodifikasi Dibutuhkan Industri Makanan. <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/0704/15/cakrawala/penelitian.htm>. [Diakses tanggal 15 Desember 2006].
- [3] Eskin NA, Michael. 1990. Biochemistry of Foods. Second Edition. London: Academic Press, Inc.
- [4] USP Convention Inc. 2002. The United States Pharmacopeia. 25th edition. The National Formulary. 23th edition. Rockville: USP Convention Inc.
- [5] Yusnaidar, Syahri W, Muhaimin. 2009. Pengembangan dan Pemanfaatan Pati Alami dari Biji Cempedak (*Artocarpus chempeden*) sebagai Bahan Baku Produk Makanan dan Kosmetik. Laporan Hibah Bersaing-DP2M DIKTI. Universitas Jambi. Jambi

KIMIA
PENDIDIKAN



2014
Semirata
Bidang MIPA

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PENILAIAN BERBASIS KELAS PADA POKOK
BAHASAN IKATAN KIMIA UNTUK PEMBELAJARAN KIMIA SEKOLAH
MENENGAH ATAS**

**DEVELOPMENT OF CLASSROOM-BASED ASSESSMENT TOOL FOR CHEMICAL BOND
FOR SENIOR HIGH SCHOOL STUDENT**

Betty Holiwarni

Universitas Riau, Pekanbaru

e-mail: warniholy@yahoo.com, Kampus Bina Widya Simpang Baru Pekanbaru

Telp. (0761) 63267 Fax. (0761) 65804

ABSTRACT

One of the causes that classroom-based assessment has not been applied in Senior High School nowadays because most of chemistry teachers have difficulties to develop the desired assessment as needed at the educational unit level curriculum. To solve this problem, a research was done to develop classroom-based assessment tool that is valid, practical, and effective for chemistry learning material in chemical bonds for Senior High School students. The research method used was a *development research*. Research activities were conducted two years consisting of three stages, namely *front-back analysis, prototyping, and implementation*. Data were collected through classroom observations, interviews with students, teachers, chemistry education expert, student work analysis, and test achievement. The result of first year showed that classroom-based assessment tool developed met the validity criteria in term of its content and construction. The device also met the practical criteria, meaning that students and teachers can use it without significant constraint. Implementation of assessment device in Senior High School conducted in the second year period. The implementation result showed that the achievement of student accessed by the classroom-based assessment was better than that accessed by the conventional based assessment.

Key words: Classroom-Based Assessment Tool

ABSTRAK

Salah satu faktor penyebab belum diterapkan penilaian berbasis kelas di sekolah-sekolah dewasa ini karena guru kimia mengalami kesulitan untuk mengembangkan penilaian sesuai yang diinginkan kurikulum tingkat satuan pendidikan. Untuk memecahkan masalah ini, maka dilakukan penelitian untuk mengembangkan perangkat penilaian berbasis kelas yang valid, praktikal, dan efektif untuk pembelajaran kimia SMA pokok bahasan ikatan kimia. Metode penelitian yang digunakan adalah *development research*. Kegiatan penelitian dilakukan dua tahun yang terdiri dari tiga tahap, yaitu analisis muka belakang, prototipe, dan implementasi. Data penelitian dikumpulkan melalui observasi kelas, wawancara dengan siswa, guru, pakar pendidikan kimia, analisis hasil kerja siswa, dan tes hasil belajar. Hasil penelitian tahun pertama menunjukkan bahwa perangkat penilaian berbasis kelas yang dikembangkan memenuhi kriteria valid dari segi isi dan konstruksi. Perangkat juga memenuhi kriteria praktis, artinya siswa dan guru dapat menggunakannya dalam pembelajaran kimia tanpa kendala berarti. Implementasi perangkat pembelajaran di sekolah dilakukan di tahun kedua penelitian. Hasil implementasi menunjukkan bahwa hasil belajar siswa yang diases dengan penilaian berbasis kelas lebih baik dari yang diases dengan penilaian konvensional.

Kata Kunci: Penilaian, berbasis, kelas

PENDAHULUAN

Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) telah diberlakukan mulai tahun ajaran 2006/2007, Salah satu perubahan mendasar yang terjadi dengan diterapkannya KTSP adalah perubahan penilaian pembelajaran. Selama ini, praktek penilaian pembelajaran yang dilakukan guru di kelas masih menekankan pada aspek kognitif. Penilaian tersebut lebih diarahkan pada penguasaan bahan yang diujikan dalam bentuk tes objektif dan kurang menggunakan cara dan alat penilaian yang bervariasi. Sedangkan, KTSP mengisyaratkan untuk menerapkan penilaian berbasis kelas (PBK).

PBK pada hakekatnya merupakan suatu proses pengumpulan, pengolahan, pelaporan, dan penggunaan informasi tentang hasil belajar bagi peserta didik dengan menerapkan prinsip-prinsip penilaian, pelaksanaan berkelanjutan, bukti-bukti otentik, akurat dan konsisten sebagai akuntabilitas publik yang dilakukan terpadu dengan kegiatan belajar mengajar di kelas dengan tujuan untuk mengungkap apa yang diketahui dan apa yang dapat dilakukan siswa, berbeda dengan penilaian pembelajaran konvensional yang hanya dapat mengungkap apa yang diketahui siswa. Melalui penilaian berbasis kelas guru tidak hanya mendapatkan gambaran tentang pemahaman siswa terhadap konsep-konsep kimia yang telah mereka pelajari. Lebih dari itu, guru dapat mengungkap sikap dan motivasi siswa terhadap pelajaran kimia serta kemampuan pemecahan masalah, penalaran, dan komunikasi [1]. Penilaian berbasis kelas dapat dilakukan guru melalui berbagai teknik penilaian otentik diantaranya: kinerja, pertanyaan, proyek, jurnal, portofolio, investigasi, observasi, wawancara, konferensi, evaluasi diri oleh siswa, tes buatan siswa dan *paper and pencil test* [2].

Salah satu prinsip penilaian berbasis kelas adalah, penilaian dilakukan oleh guru karena hanya guru yang bersangkutan yang paling tahu tingkat pencapaian belajar peserta didik yang diajarnya dan peserta didik harus diberi tahu oleh guru tersebut bentuk/cara penilaiannya agar peserta didik berusaha meningkatkan prestasi sesuai dengan kemampuannya.

Standar kompetensi mata pelajaran kimia di SMA mencakup kemampuan kerja ilmiah yang meliputi sikap ilmiah, kerja ilmiah, dan berkomunikasi ilmiah dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan pemahaman dan penerapan konsep kimia. Kerja ilmiah diajarkan secara terintegrasi dalam pemahaman konsep.

Dalam pembelajaran Kimia hendaklah menggunakan metode yang sesuai dengan karakteristik konsep kimia. Untuk konsep yang bersifat abstrak dapat diajarkan melalui pendekatan konstruktivis dengan menggunakan analogi inkuiri. Sedangkan untuk hitungan dapat digunakan pendekatan pembelajaran berbasis masalah (*problem base learning*) yang mampu mengkaitkan masalah keseharian dengan pemahaman konsep kimia. Untuk kimia terapan dapat menggunakan pendekatan pembelajaran kontekstual atau pendekatan pembelajaran berbasis proyek (*project base learning*) atau pendekatan sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat (salingtemas) atau SLTM. Namun apapun metode/pendekatan/model/teknik pembelajaran yang digunakan, sebaiknya siswa mengkonstruksi sendiri pengetahuannya dan guru lebih berperan sebagai fasilitator bukan sumber informasi utama [1].

Salah satu pokok bahasan yang dipelajari pada pembelajaran kimia di SMA adalah ikatan kimia. Ikatan kimia membahas tentang kenapa suatu unsur tidak berikatan dan ada unsur yang berikatan baik dengan sesama atau dengan unsur lain, jenis ikatan yang terjadi antara unsur-unsur, dan hubungan antara jenis ikatan dengan sifat fisis materi yang terbentuk. Kegiatan pembelajaran yang dilakukan untuk pokok bahasan ini sesuai dengan karakteristik

konsep ikatan kimia dan tuntutan kurikulum. Untuk materi jenis ikatan dan proses terbentuknya ikatan, kegiatan pembelajaran yang dilakukan adalah diskusi kelompok sedangkan untuk sifat materi dan hubungannya dengan jenis ikatan, kegiatan pembelajaran yang dilakukan adalah melakukan percobaan dan diskusi kelompok.

Penilaian dalam pembelajaran kimia meliputi ketiga ranah penilaian yang dikemukakan oleh Benyamin Bloom yaitu, ranah kognitif, afektif dan psikomotor. Penilaian ranah kognitif meliputi produk temuan saintis berupa pengetahuan kimia yang menyangkut fakta, teori, prinsip, hukum dan proses kimia yaitu melakukan penelitian (kerja ilmiah). Sedangkan penilaian ranah psikomotor untuk pembelajaran kimia adalah penilaian yang berkaitan dengan kompetensi melakukan pekerjaan dengan melibatkan koordinasi indra dan otot seperti merangkai dan menggunakan alat dalam penyelidikan ilmiah [3].

Permasalahan yang terjadi di sekolah-sekolah pada saat ini adalah pada umumnya guru kimia mengalami kesulitan untuk merancang dan menerapkan PBK seperti yang diharapkan oleh KTSP. Hasil penelitian pengembangan mutu pendidikan (PPMP) oleh Betty [4], di beberapa SMA di propinsi Riau ditemukan bahwa sebahagian besar guru kimia belum memahami tentang PBK, akibatnya penilaian yang dirancang oleh guru-guru kimia masih bersifat konvensional yaitu *paper and pencil test*.

Mengacu pada permasalahan-permasalahan yang terjadi di sekolah, serta belum tersedianya perangkat penilaian untuk pembelajaran kimia di SMA, maka melalui penelitian ini dikembangkan perangkat penilaian berbasis kelas untuk pembelajaran kimia SMA pada pokok bahasan ikatan kimia. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu guru kimia mengatasi kesulitan mereka dalam melaksanakan penilaian berbasis kelas. Permasalahan yang ingin dipecahkan melalui penelitian ini adalah: bagaimana mengembangkan perangkat penilaian berbasis kelas yang valid, praktikal, dan efektif untuk pembelajaran kimia SMA pokok bahasan ikatan kimia. Istilah valid, praktikal dan efektif yang digunakan mengacu pada kriteria yang dikemukakan oleh Guskey [5] dan Nieveen [6,7].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian pengembangan (*development research*). Metode atau langkah-langkah yang digunakan dalam pengembangan perangkat penilaian berbasis kelas ini mengadaptasi model pengembangan instructional yang dikemukakan oleh Thiagarajan, Semmel, and Semmel [8]. Model pengembangan perangkat penilaian terdiri dari empat tahap dan disebut *Four-D*. Empat tahap tersebut meliputi tahap pendefinisian (*define*), Perancangan (*design*), pengembangan (*development*), pendefinisian (*desseminate*). Penelitian pada tahun I difokuskan untuk merancang prototipe perangkat penilaian berbasis kelas yang valid dan praktis untuk pembelajaran kimia di kelas X SMA pokok bahasan ikatan kimia. Kegiatan penelitian diawali dengan analisis kebutuhan yang meliputi: analisis Kurikulum Kimia, melakukan wawancara dengan guru dan siswa, serta mereviu literatur tentang penilaian dan perancangannya. Berdasarkan hasil analisis dirancang prototipe perangkat penilaian berbasis kelas.

Untuk melihat praktikalitas (keterpakaian), prototipe perangkat hasil revisi telah diujicobakan di tiga sekolah di kota Pekanbaru, yaitu SMAN 4, SMAN 12, dan SMA Al Huda Pekanbaru. Pemilihan variasi sekolah dimaksudkan untuk melihat keterpakaian perangkat asesmen berbasis kelas di sekolah dengan kondisi yang berbeda. Data penelitian sewaktu ujicoba dikumpulkan melalui observasi kelas, wawancara dengan guru dan siswa, serta analisis hasil kerja siswa. Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif. Setelah proses

validasi dan ujicoba, yang dilanjutkan dengan revisi, diperoleh perangkat asesmen berbasis kelas yang valid dan praktis untuk pembelajaran kimia di SMA pokok bahasan ikatan kimia.

Pada tahun II, perangkat penilaian yang telah direvisi diimplementasikan pada tiga sekolah yang sama. Penelitian tahun II difokuskan untuk meneliti efektifitas perangkat penilaian berbasis kelas terhadap pemahaman konsep, kemampuan pemecahan masalah, aplikasi, dan terapan. Metode penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen. Pengambilan sampel di tiap sekolah dilakukan secara purposive.

Pelaksanaan penilaian di kelompok eksperimen menggunakan perangkat asesmen berbasis kelas, sedangkan asesmen di kelompok kontrol menggunakan *paper and pencil test*. Pada akhir implementasi diberikan tes kepada kedua kelompok. Tes yang diberikan meliputi lima aspek, yaitu pemahaman konsep, kemampuan pemecahan masalah, aplikasi, dan terapan. Dalam penelitian ini diajukan 5 hipotesis, yang semuanya diuji dengan uji kesamaan dua rata-rata.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dikemukakan hasil-hasil penelitian tentang efektifitas perangkat penilaian berbasis kelas. Setelah diberikan tes akhir kepada sampel penelitian, diperoleh data rata-rata hasil belajar kimia siswa yang meliputi kemampuan mengingat, pemahaman konsep, kemampuan mengaplikasikan konsep, dan kemampuan pemecahan masalah. Data tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Belajar Kimia Siswa

Sekolah	Hasil Belajar Kimia							
	Kelas Eksperimen				Kelas Kontrol			
	1	2	3	4	1	2	3	4
SMAN 4	9	8	9	7,5	7	7	6,5	5
SMAN 12	8,5	8	7,5	7	7	6	6	4
SMA Al Huda	7,5	7,5	6	6,5	7	6	5,5	4,5

Keterangan: kemampuan mengingat, pemahaman konsep, kemampuan mengaplikasikan konsep, dan kemampuan pemecahan masalah

Pada Tabel 1 terlihat bahwa rata-rata hasil belajar siswa untuk empat aspek yang diteliti pada kelompok eksperimen lebih tinggi dari rata-rata hasil belajar siswa pada kelompok kontrol. Simpangan baku hasil belajar siswa baik pada kelas kontrol maupun kelas eksperimen cenderung besar dan variasi antara kelas eksperimen dan kelas kontrol cenderung tidak homogen.

Hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar siswa di SMAN 4, SMAN 12, dan SMA Al Huda Pekanbaru antara kelompok siswa yang diases dengan perangkat penilaian berbasis kelas dengan kelompok siswa yang diases dengan *paper and pencil test*, atau kelompok siswa yang diases dengan perangkat penilaian berbasis kelas lebih tinggi daripada kelompok siswa yang diases dengan *paper and pencil test*.

Seerti diuraikan sebelumnya, penilaian berbasis kelas bertujuan untuk mengungkap apa yang diketahui dan apa yang dapat dilakukan siswa. Melalui penilaian berbasis kelas, siswa-siswa di SMAN 4, SMAN 12, dan SMA Al Huda Pekanbaru telah mendapat kesempatan untuk menunjukkan potensi mereka dalam kemampuan mengingat, pemahaman

konsep, kemampuan menerapkan konsep, dan kemampuan pemecahan masalah. Hal seperti ini tidak mereka temui dalam *paper and pencil tes* yang cenderung hanya mengukur aspek kognitif yang dangkal. Di samping itu, dalam penilaian berbasis kelas, siswa berkompetisi dengan diri mereka sendiri sehingga dapat memacu anak dalam belajar [1].

Pada pokok bahasan ikatan kimia, penilaian berbasis kelas yang dilakukan adalah; penilaian kinerja dalam menyelesaikan tugas kelompok dan mempresentasikan hasil diskusi, penilaian sikap ilmiah, penilaian produk, penilaian diri dan penilaian konsep (kognitif). Pada saat kerja kelompok sangat terlihat keaktifan masing-masing anggota kelompok agar mereka betul-betul menguasai materi karena setiap siswa mempunyai kesempatan untuk ditunjuk mempresentasikan hasil diskusi mereka di depan kelas dan nilai kelompok akan tergantung pada kemampuan masing-masing anggota kelompok yang tampil. Untuk menentukan kepolaran suatu ikatan siswa melakukan penyelidikan, untuk melakukan penyelidikan siswa diminta membuat alat untuk menentukan kepolaran suatu ikatan. Untuk dapat membuat alat yang baik dan benar siswa harus melalui tahap perencanaan, produksi dan tahap akhir. Setiap tahapan yang mereka lalui, akan memerlukan bermacam keterampilan sehingga akan membuat siswa lebih berkompeten. Pada tahap perancangan siswa harus merancang bentuk, bahan yang digunakan, membuat sketsa gambar, menyusun rancangan biaya dan lain-lain dan pada tahap produksi mereka harus tahu cara menggunakan alat, prosedur kerja, sikap pada waktu bekerja dan lain-lain, serta saat penyelesaian (tahap akhir) siswa harus menguji karyanya berfungsi atau tidak, melakukan finising agar karyanya indah dipandang [9]. Untuk dapat melakukan semuanya mereka harus menguasai konsep merancang alat dan materi pelajaran yaitu konsep kepolaran ikatan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan dari hasil penelitian pada tahun ke dua yang telah dikemukakan di atas dapat disimpulkan bahwa penilaian berbasis kelas yang dikembangkan untuk pembelajaran kimia SMA pokok bahasan ikatan kimia:

Memenuhi kriteria valid dari segi isi dan konstruksi

Perangkat penilaian berbasis kelas dapat digunakan oleh guru dan siswa sesuai dengan kriteria yang diharapkan (praktis digunakan).

Efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa meliputi kemampuan mengingat, pemahaman konsep, kemampuan mengaplikan konsep, dan kemampuan pemecahan masalah.

Dari hasil penelitian ini disarankan kepada guru-guru kimia untuk melaksanakan penilaian yang bervariasi untuk menarik minat dan meningkatkan motivasi siswa untuk belajar dalam rangka menguasai kompetensi sebagaimana yang ditetapkan dalam kurikulum kimia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada DP2M DIKTI yang telah mendanai program ini melalui skim penelitian Hibah Bersaing dan Lembaga penelitian Universitas Riau yang telah mensupport penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Pendidikan Nasional. (2002), Kurikulum 2004 Standar Kompetensi Mata Pelajaran Kimia SMA. Jakarta : Depdiknas.

- [2] Nur, M., 2005, "Ide-Ide Inovatif dalam KBK.dan Ide-Ide Inovatif dalam Mengajar, Belajar, dan Asesmen Mata Pelajaran Matematika dan Sains". Makalah disajikan pada seminar nasional bidang MIPA dalam Menyongsong Pelaksanaan KBK 2004 yang diselenggarakan oleh jurusan MIPA FKIP UNRI pada tanggal 23 Oktober 2005.
- [3] Muslimin, I. 2006. "Model-Model Pembelajaran Inovatif Dalam Rangka Inovasi Pembelajaran". Makalah yang disampaikan pada Pelatihan Strategi-Strategi Pembelajaran Bagi Dosen Jurusan PMIPA FKIP Unri tanggal 8-9 November 2006.
- [4] Betty, H. 2011. "Penelitian Pemetaan Mutu Pendidikan di Kota Dumai dan Kabupaten Rokan Hilir propinsi Riau". Laporan Penelitian, Pekanbaru, November.
- [5] Guskey, T.R. 1999. "New Perspectives on Evaluating Profesional Development". Paper Presented at AERA Annual Meeting, Montreal, Canada, April 1999
- [6] Guskey, T.R. 2000. "Evaluating Profesional Development". Thousand Oaks: SAGE.
- [7] Nieveen,N.M. 1999. Prototyping to Reach Product Quality. In J. vanden Akker, R, Branch, K. Gustafson, N. Nieveen and Tj. Plomp (Eds). Design and development Methodology in Education. Dodrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- [8] Thiagarajan., Semmel., Semmel., 1974, Instruksional Development for Training Teachers of Exceptional Children. A Source Book, Blomington Center of Inovasion on Teaching the Handicapped. Minneapolis Indiana University.
- [9] Hari, S, 2006. "Penilaian Kinerja: performance assesment". Pusat Penilaian Pendidikan Balitbangf Depdiknas. Jakarta.

PENENTUAN TRAYEK pH DARI EKSTRAK TANAMAN *Canna indica*, *Oryza sativa* Glutinosa, DAN *Curcuma longa* DAN INTEGRASINYA PADA POKOK BAHASAN ASAM BASA DI KELAS XI SMA/MA

DETERMINATION OF THE pH RANGE OF *Canna indica*, *Oryza sativa* Glutinosa, AND *Curcuma longa* EXTRACTS AND ITS INTEGRATION IN ACID BASE COURSE AT XI GRADE IN SENIOR HIGH SCHOOL

Elva Yasmi Amran, Johni Azmi, Susilawati, Muhammad Arief Hasibuan

Program Pendidikan Kimia FKIP, Universitas Riau, Pekanbaru Jalan Damai no. 84 Blok G7 RT/RW 02/02, Kompleks Purwodadi, kel. Sidomulyo Barat, kec. Tampan, Pekanbaru.
elvayasmi@gmail.com

ABSTRACT

Plants pigment extracts has been applied as an acid base natural indicator and can be used as an alternative indicator in practice learning of acid base course at senior high school. Research was conducted with the aims to determine pH range of *Canna indica*, *Oryza sativa* Glutinosa and *Curcuma longa* and also to estimate pH of natural solutions. Fresh *C. indica* petals and *O. sativa* Glutinosa grains were extracted with maceration using 25% ethanol containing 1,5% hydrochloric acid at 60°C for 40 minutes. *C. longa* rhizomes extracted with maceration using 50% ethanol containing 1,5% hydrochloric acid at room temperature for 24 hours. pH range of the yields was determined using bufer Khftalat-HCl (pH 2,2-3,8), bufer Khftalat-NaOH (pH 4,0-6,0), bufer KH₂PO₄-NaOH (pH 6,2-8,0), dan bufer H₃BO₃, KCl-NaOH (pH 8,2-10,0). The results revealed pH range of *C. indica* is 6,6-7,6 (red to green), pH range of *O. sativa* Glutinosa is 7,6-8,2 (red to green), and pH range of *C. longa* is 7,2-7,6 (yellow to green) were potentially applied as a natural indicator to estimate pH range of acid base solutions in acid base course at senior high school.

Keywords: acid base natural indicator, *Canna indica*, *Oryza sativa* Glutinosa, *Curcuma longa*.

ABSTRAK

Penggunaan ekstrak pigmen tanaman sebagai indikator asam basa alami dapat diterapkan sebagai alternatif pembelajaran praktikum pada pokok bahasan asam basa di SMA/MA. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan trayek pH dari ekstrak tanaman *Canna indica*, *Oryza sativa* Glutinosa dan *Curcuma longa* dan untuk memperkirakan pH larutan alami. Kelopak bunga *C. indica* yang baru dipetik dan biji *O. sativa* Glutinosa masing-masing diekstraksi secara maserasi menggunakan etanol 25% yang mengandung HCl 1,5% pada suhu 60°C selama 40 menit. Rimpang *C. longa* diekstrak secara maserasi menggunakan etanol 50% mengandung HCl 1,5% pada suhu ruangan selama 24 jam. Ekstrak tumbuhan *C. indica*, *O. sativa* Glutinosa dan *C. longa* ditentukan trayek pH-nya menggunakan larutan bufer KHftalat-HCl (pH 2,2-3,8), larutan bufer KHftalat-NaOH (pH 4,0-6,0), larutan bufer KH₂PO₄-NaOH (pH 6,2-8,0), dan larutan bufer H₃BO₃, KCl-NaOH (pH 8,2-10,0). Hasil pengamatan menunjukkan trayek pH *C. indica* adalah 6,6-7,6 (merah menjadi hijau), trayek pH *O. sativa* Glutinosa adalah 7,6-8,2 (merah menjadi hijau), dan trayek pH *C. longa* adalah 7,2-7,6 (kuning menjadi hijau) yang berpotensi untuk digunakan sebagai indikator asam basa alami pada pokok bahasan asam basa di SMA/MA.

Kata kunci : indikator asam basa alami, *Canna indica*, *Oryza sativa* Glutinosa, *Curcuma longa*

PENDAHULUAN

Pembelajaran merupakan suatu kegiatan guru dalam memilih, menetapkan, dan mengembangkan metode yang optimal untuk mencapai hasil belajar siswa yang diinginkan. Guru bertugas memilih berbagai metode pembelajaran yang tepat untuk menciptakan proses pembelajaran yang baik. Metode pembelajaran yang baik adalah metode yang dapat menumbuhkan kegiatan belajar siswa. Salah satu metode tersebut adalah kegiatan praktikum.

Praktikum merupakan proses pemecahan masalah melalui kegiatan manipulasi variabel dan pengamatan variabel. Praktikum memusatkan pengajaran pada peserta didik yang menggambarkan strategi-strategi pengajaran dimana guru memfasilitasi dari pada mengajar langsung. Dalam strategi pengajaran yang berpusat pada peserta didik, guru secara sadar menempatkan perhatian lebih banyak pada keterlibatan, inisiatif, dan interaksi sosial peserta didik. Tujuan-tujuan yang banyak dicapai dengan efektif meliputi: pengembangan proses keterampilan berkomunikasi, pengembangan pemahaman yang mendalam tentang pengajaran kimia dan pengembangan keterampilan-keterampilan penelitian dan pemecahan masalah.

Pada pokok bahasan asam basa di SMA/MA, pelaksanaan kegiatan praktikum yang dilakukan oleh guru kurang bervariasi. Umumnya hanya sebatas menggolongkan larutan bersifat asam atau basa menggunakan kertas lakmus atau kertas indikator universal. Padahal akan lebih menarik lagi apabila menyertakan lingkungan sebagai bahan pembelajaran. Dengan memanfaatkan lingkungan diharapkan akan menambah pemahaman siswa terhadap materi asam basa.

Beberapa sekolah sudah menerapkan pembelajaran asam basa berbasis lingkungan dengan memanfaatkan tanaman yang ada di sekitar lingkungan siswa sebagai indikator asam basa. Pelaksanaannya dilakukan dengan mengamati perubahan warna pada tanaman yang dimasukkan ke dalam larutan yang telah ditentukan tergolong bersifat asam, basa, dan netral. Namun kegiatan praktikum variasi ini masih memiliki kelemahan. Dibutuhkan larutan yang telah ditentukan bersifat asam dan basa untuk melihat perubahan warna pada tanaman. Hal ini akan menyulitkan bagi sekolah-sekolah yang memiliki keterbatasan dalam perangkat laboratorium.

Keterbatasan terhadap perangkat laboratorium baik alat maupun bahan juga sering menjadi alasan guru untuk tidak melaksanakan kegiatan praktikum pada mata pelajaran kimia khususnya pokok bahasan asam basa. Dalam kurikulum tingkat SMA yang dikeluarkan oleh pemerintah melalui departemen pendidikan dituntut adanya pelaksanaan kegiatan praktikum. Solusi terhadap masalah ini adalah dengan adanya alternatif pelaksanaan kegiatan praktikum asam basa yang berorientasi pada lingkungan.

Salah satu alternatif kegiatan praktikum pada pokok bahasan asam basa adalah dengan menentukan trayek pH dari tanaman yang dapat dijadikan sebagai indikator asam basa. Trayek pH dari tanaman yang telah ditentukan dapat dijadikan acuan dalam menggolongkan larutan bersifat asam, basa, atau netral.

METODE PENELITIAN

Kelopak bunga *C. indica*, rimpang tanaman *C. longa*, biji tanaman *O. sativa* Glutinosa, etanol 90%, larutan HCl, larutan NaOH, larutan KH_2PO_4 , larutan KH ftalat, larutan H_3BO_3 , larutan KCl, aluminium foil, dan akuades.

Kegiatan pertama yang dilakukan adalah pembuatan larutan bufer pH 2,2-10 menggunakan larutan KH_2PO_4 , larutan KH ftalat, larutan H_3BO_3 , larutan KCl , larutan HCl , larutan NaOH [1] dengan campuran sebagai berikut :

a. Larutan bufer untuk pH 2,2 – 3,8

50 ml larutan KH ftalat 0,2 M dicampur x ml larutan HCl 0,2 M, kemudian diencerkan menjadi 200 ml.

x ml HCl	46,60	39,60	33,00	26,50	20,40	14,80	9,65	6,00	2,65
pH	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8

b. Larutan bufer untuk pH 4,0 – 6,0

50 ml larutan KH ftalat 0,2 M dicampur x ml larutan NaOH 0,2 M, kemudian diencerkan menjadi 200 ml.

x ml NaOH	0,40	3,65	7,35	12,00	17,50	23,65	29,75	35,25	39,70	43,10	45,40
pH	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0

c. Larutan bufer untuk pH 6,2 – 8,0

50 ml larutan KH_2PO_4 0,2 M dicampur x ml larutan NaOH 0,2 M, kemudian diencerkan menjadi 200 ml.

x ml NaOH	8,55	12,60	17,74	23,60	29,54	34,90	39,34	42,74	45,17	46,85
pH	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0

d. Larutan bufer untuk pH 8,2 – 10,0

50 ml larutan campuran H_3BO_3 0,2 M dan KCl 0,2 M (larutan yang mengandung 12,369 gram H_3BO_3 dan 14,911 gram KCl per liter) dicampur x ml larutan NaOH 0,2 M, kemudian diencerkan menjadi 200 ml.

x ml NaOH	5,90	8,55	12,00	16,40	21,40	26,70	32,00	36,85	40,80	43,90
pH	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0

Setelah larutan bufer selesai dibuat, dilanjutkan dengan persiapan sampel. Sampel kelopak bunga *C. indica* diperoleh dari taman bunga di Universitas Riau. Sampel dipetik saat akan dilakukan maserasi. Sampel biji *O. sativa* Glutinosa dan rimpang *C. longa* diperoleh dari pasar tradisional kecamatan Tampan Pekanbaru. Sebelum dimaserasi, rimpang *C. longa* diiris kecil-kecil untuk mengoptimalkan proses ekstraksi. Sedangkan biji *O. sativa* Glutinosa dapat langsung ditimbang.

Pada tahap maserasi, prosedur yang dilakukan dibedakan berdasarkan pigmen warna yang terkandung. Berdasarkan literatur diketahui tanaman *C. indica* dan *O. sativa* Glutinosa mengandung pigmen warna antosianin sedangkan tanaman *C. longa* mengandung pigmen warna kurkumin. Sebanyak 16 gram kelopak bunga *C. indicasegar* dan 50 gram biji *O. sativa* Glutinosa masing-masing diekstraksi dengan cara maserasi (perendaman) menggunakan 150 mL pelarut etanol 25% ditambah larutan HCl 1,5%. Wadah yang digunakan adalah labu erlenmeyer yang telah dilapisi aluminium foil untuk menghindari

cahaya masuk. Proses maserasi dilakukan pada suhu 60°C menggunakan *hot plate* selama 40 menit.[2].Sebanyak 50 gram rimpang *C. longae*ekstraksi dengan cara maserasi (perendaman) menggunakan 150 mL pelarut etanol 50% ditambah larutan HCl 1,5%. Wadah yang digunakan sama dengan maserasi sebelumnya yaitu labu Erlenmeyer yang dilapisi dengan aluminium foil. Maserasi dilakukan selama 24 jam.

Setelah ketiga sampel selesai dimaserasi langsung dilakukan penentuan trayek pH menggunakan larutan bufer yang telah dibuat sebelumnya.Sebanyak 10 tetes larutan buferpH 2,2-10 dimasukkan ke dalam pelat tetes yang telah diberi tanda sesuai nilai pH. Kemudian, sebanyak 2 tetes ekstrak kelopak bunga *C. indica* dimasukkan ke dalam pelat tetes yang telah berisi larutan bufer. Selanjutnya diamati dan dicatat perubahan warna yang terjadi setiap perubahan nilai pH. Langkah di atas diulangi untuk ekstrak *O. sativa* Glutinosa dan *C. longa*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan trayek pH pada pigmen tanaman *C. indica* (bunga tasbih), *O. sativa* Glutinosa (beras ketan hitam), dan *C. longa* (kunyit) dilakukan pada suhu kamar.Pada pH tertentu diperoleh warna yang berbeda. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil pengamatan seperti yang tertera dalam Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Hasil uji terhadap perubahan warna ekstrak *C. indica*, *O. sativa* Glutinosa dan *C. longa* pada pH 2,2-10

No	pH	Perubahan warna ekstrak tanaman		
		<i>Canna indica</i>	<i>Oryza sativa g.</i>	<i>Curcuma longa</i>
1	2,2	Merah	Merah	Kuning
2	2,4	Merah	Merah	Kuning
3	2,6	Merah	Merah	Kuning
4	2,8	Merah	Merah	Kuning
5	3,0	Merah	Merah	Kuning
6	3,2	Merah	Merah	Kuning
7	3,4	Merah	Merah	Kuning
8	3,6	Merah	Merah	Kuning
9	3,8	Merah	Merah	Kuning
10	4,0	Merah	Merah	Kuning
11	4,2	Merah	Merah	Kuning
12	4,4	Merah	Merah	Kuning
13	4,6	Merah	Merah	Kuning
14	4,8	Merah	Merah	Kuning
15	5,0	Merah	Merah	Kuning
16	5,2	Merah	Merah	Kuning
17	5,4	Merah	Merah	Kuning
18	5,6	Merah	Merah	Kuning
19	5,8	Merah	Merah	Kuning
20	6,0	Merah	Merah	Kuning
21	6,2	Merah	Merah	Kuning

22	6,4	Merah	Merah	Kuning
23	6,6	Merah	Merah	Kuning
24	6,8	Tidak berwarna	Merah	Kuning
25	7,0	Tidak berwarna	Merah	Kuning
26	7,2	Tidak berwarna	Merah	Kuning
27	7,4	Tidak berwarna	Merah	Kuning kehijauan
28	7,6	Hijau	Merah	Kuning kehijauan
29	7,8	Hijau	Merah kehijauan	Hijau kekuningan
30	8,0	Hijau	Merah kehijauan	Hijau kekuningan
31	8,2	Hijau	Hijau kemerahan	Hijau kekuningan
32	8,4	Hijau	Hijau kemerahan	Hijau kekuningan
33	8,6	Hijau	Hijau	Hijau kekuningan
34	8,8	Hijau	Hijau	Hijau kekuningan
35	9,0	Hijau	Hijau	Hijau kekuningan
36	9,2	Hijau	Hijau	Hijau kekuningan
37	9,4	Hijau	Hijau	Hijau kekuningan
38	9,6	Hijau	Hijau	Hijau kekuningan
39	9,8	Hijau	Hijau	Hijau kekuningan
40	10,0	Hijau	Hijau	Hijau kekuningan

Penentuan trayek pH dilakukan berdasarkan perubahan warna. Berdasarkan perubahan warna yang terjadi ketika tanaman di atas dapat digolongkan ke dalam indikator dua warna. Warna dalam dalam keadaan asam dari ekstrak tanaman *C. indica* adalah merah sedangkan warna dalam keadaan basa adalah hijau. Warna dalam dalam keadaan asam dari ekstrak tanaman *O. sativa* G. adalah merah sedangkan warna dalam keadaan basa adalah hijau. Warna dalam dalam keadaan asam dari ekstrak tanaman *C. longa* adalah merah sedangkan warna dalam keadaan basa adalah hijau. Keadaan asam dan basa disini tidak berarti pH kurang atau lebih dari tujuh. Asam berarti pH lebih rendah dan basa berarti pH lebih besar dari trayek pH tanaman.

Tabel 2 Hasil penentuan trayek pH dan perubahan warnanya

Tanaman	Trayek pH	Warna larutan	
		Asam	basa
<i>C. indica</i>	6,6 -7,6	Merah	hijau
<i>O. sativa</i> g.	7,6 - 8,2	Merah	hijau
<i>C. longa</i>	7,2 – 7,8	Kuning	Hijau kekuningan

Perubahan warna pigmen dipengaruhi oleh pH larutan, suhu, cahaya, dan konsentrasi ion logam (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cu^{2+})[3], agar hasil yang diperoleh sesuai dengan warna tanaman, maka ekstrak pigmen warna dijaga agar tidak terpengaruh oleh factor-faktor tersebut.

KESIMPULAN DAN PROSPEK

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa trayek pH dari ekstrak tanaman *C. indica* (bunga tasbih merah), *O. sativa* glutinosa (beras ketan hitam), dan *C. longa* (kunyit) dapat digunakan untuk memperkirakan pH larutan pada pokok

bahasan asam basa di kelas XI SMA/MA. Penelitian ini berdasarkan pemanfaatan lingkungan, maka diharapkan hasil penelitian ini dapat diterapkan pada pembelajaran pokok bahasan asam basa sebagai alternatif bahan ajar praktikum sesuai tuntutan kurikulum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shevla, G. 1990. *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Terjemahan L. Setiono dan A. Hadyana Pudjaatmaka. Jakarta: PT. Kalman Media Pusaka.
- [2] Dam S.M., Le V.T. 2013. Study the Anthocyanin Extraction from the Rind of Mangosteen (*Garcinia mangostana*) in Vietnam. *International Conference on Environment, Energy and Biotechnology* 5: 28-31.
- [3] Mulyono HAM. 2010. *Membuat Reagen Kimia di Laboratorium*. Jakarta : Bumi Aksara.

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR IKATAN KIMIA BERBASIS CREATIVE MIND MAP DI KELAS X SMA NEGERI 10 KOTA JAMBI.

Drs. Fuldiaratman, M.Pd, Poppy Sundari

Pendidikan Kimia Fkip Universitas Jambi
Telp : 081366141490 e-mail : fuldia12@gmail.com

ABSTRAK

Bahan ajar adalah bahan-bahan atau materi pelajaran yang disusun secara sistematis, yang digunakan guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran. Dalam realitas pendidikan di lapangan, banyak pendidik yang masih menggunakan bahan ajar yang sudah jadi, seperti buku-buku teks pelajaran yang diperjualbelikan dan/atau LKS yang dibeli melalui para penyalur yang sering datang ke sekolah sehingga resikonya sangat dimungkinkan jika bahan ajar yang mereka pakai tidak menarik dan tidak sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Untuk itu, guru hendaknya membuat bahan ajar sesuai dengan kebutuhan peserta didik yang kaya inovasi dan kreatif sehingga menarik bagi peserta didik. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan produk berupa bahan ajar kimia berbasis *Creative Mind Map* pada materi ikatan kimia yang valid serta untuk melihat minat siswa terhadap bahan ajar materi ikatan kimia berbasis *Creative Mind Map*. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan yang menggunakan modifikasi model Borg & Gall. Dalam penelitian ini ada tiga tahap utama yang terdiri dari studi pendahuluan, pengembangan dan pengujian. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket penilaian ahli produk terhadap bahan ajar, angket tanggapan guru dan angket tanggapan siswa. Setelah bahan ajar dibuat maka bahan ajar tersebut divalidasi oleh tim ahli. Validasi dilakukan oleh empat orang tim ahli dengan nilai baik. Setelah bahan ajar direvisi, selanjutnya dilakukan uji coba produk. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah produk yakni bahan ajar ikatan kimia berbasis *Creative Mind Map*. Produk tersebut divalidasi oleh masing-masing ahli sebanyak dua kali dan dilakukan revisi produk juga sebanyak dua kali berdasarkan saran-saran ahli. Dari hasil analisis angket siswa, diperoleh 87,7% siswa menyatakan sangat setuju dengan adanya bahan ajar ikatan kimia berbasis *Creative Mind Map*. Ini artinya bahan ajar yang dibuat telah sesuai dengan tujuan penggunaan bahan ajar. Sehingga bahan ajar ini layak, valid dan menarik untuk digunakan oleh guru kimia SMA khususnya pada pembelajaran materi ikatan kimia.

Kata Kunci : Bahan Ajar, Strategi *Creative Mind Map*, Ikatan Kimia

PENDAHULUAN

Mata pelajaran kimia merupakan mata pelajaran wajib bagi siswa SMA yang mengambil jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Pada umumnya siswa menganggap bahwa mata pelajaran kimia sulit dan membosankan. Akibatnya, tidak sedikit siswa yang kurang bahkan tidak tertarik dalam memahami dan menguasai konsep-konsep dasar pada materi kimia. Akibat dari kesulitan yang ada diharapkan para guru kimia mampu menyajikan materi kimia dengan lebih menarik, sehingga anggapan yang keliru selama ini bahwa kimia merupakan mata pelajaran sulit bagi siswa SMA akan hilang dari benak mereka. Untuk menyajikan materi kimia menjadi lebih menarik guru harus memiliki kemampuan untuk mengembangkan strategi, metode dan pemanfaatan media pembelajaran sedemikian rupa sehingga tujuan pembelajaran dapat dicapai dengan baik.

Para pendidik pada umumnya hanya menyediakan bahan ajar yang monoton, yang sudah tersedia dan tinggal pakai, serta tidak perlu harus bersusah payah membuatnya. Sehingga, pada akhirnya yang harus menjadi korban adalah peserta didik. Peserta didik akan

merasa bosan mengikuti proses pembelajaran, sehingga proses pembelajaran menjadi tidak efektif dan efisien.

Para pendidik tampaknya kurang mengembangkan kreativitas mereka untuk merencanakan, menyiapkan dan membuat bahan ajar secara matang yang kaya inovasi sehingga menarik bagi peserta didik. Ini tentu menjadi persoalan serius, persoalan yang tidak sekedar bisa dipecahkan dalam dataran wacana semata, namun harus ada aksi nyata guna mengatasi persoalan tersebut. Salah satunya, para pendidik perlu membangun kreativitas mereka sendiri agar mampu membuat bahan ajar yang inovatif.

sangat dimungkinkan jika bahan ajar yang mereka pakai itu tidak menarik, monoton dan tidak sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Bentuk-bentuk bahan ajar yang sudah jadi biasanya seperti buku-buku teks pelajaran yang diperjualbelikan di toko-toko buku, buku sumbangan dari Pemerintah dan/atau LKS yang dibeli melalui para penyalur yang sering datang kesekolah-sekolah.

Namun, kita tentu tahu bahwa pembelajaran yang menarik, efektif dan efisien membutuhkan bahan ajar yang tidak cukup hanya seperti itu. Seorang pendidik dituntut kreativitasnya untuk mampu menyusun bahan ajar yang inovatif, variatif, menarik, kontekstual dan sesuai dengan tingkat kebutuhan peserta didik.

Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 10 Kota Jambi, merupakan salah satu sekolah menengah atas di kota Jambi. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara penulis dengan guru kimia kelas X di SMA Negeri 10 Kota Jambi, diperoleh informasi bahwa proses pembelajaran yang berlangsung selama ini cenderung terpusat pada guru (*teacher centered*). Metode ceramah masih dominan dalam kegiatan belajar-mengajar sehingga menimbulkan kejenuhan pada siswa, guru kurang memfasilitasi siswa sehingga siswa menjadi pasif, kurang kreatif dan kurang berpartisipasi dalam proses belajar. Selain itu bahan ajar yang digunakan guru selama ini kurang mendukung terhadap kebutuhan siswa dan kurangnya minat siswa untuk membaca buku pelajaran yang tersedia.

Pengembangan bahan ajar adalah salah satu cara yang dapat meningkatkan keaktifan siswa untuk belajar kimia. Untuk membantu mengatasi permasalahan di atas, diperlukan suatu tindakan guna memperbaiki proses maupun hasil belajar dari materi pelajaran yang bersangkutan. Diantaranya dengan pengembangan strategi pembelajaran, pengembangan media pembelajaran, metode atau cara untuk memperoleh hasil yang baik.

Creative Mind Map merupakan suatu strategi pembelajaran yang mengembangkan kemampuan otak kiri dan otak kanan dengan menggambarkan hal-hal yang bersifat umum kemudian baru ke hal-hal yang bersifat khusus dalam sebuah peta. *Creative Mind Map* memberikan kebebasan pada setiap siswa untuk mengkonstruksi ide atau konsep siswa sendiri sehingga mudah untuk dipahami. *Creative Mind Map* dipandang sebagai sebuah proses yang terjadi didalam otak manusia dalam menemukan dan mengembangkan sebuah gagasan baru (produk) yang lebih inovatif dan variatif. Strategi ini dapat digunakan guru untuk menarik perhatian anak untuk lebih tertarik mengikuti pelajaran [1].

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis bermaksud melakukan penelitian dengan mengangkat judul "Pengembangan Bahan Ajar Ikatan Kimia Berbasis *Creative Mind Map* di Kelas X SMA Negeri 10 Kota Jambi".

Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui cara mengembangkan bahan ajar kimia berbasis *Creative Mind Map* pada materi ikatan kimia yang valid.

2. Untuk melihat minat siswa terhadap bahan ajar materi ikatan kimia berbasis *Creative Mind Map*.

Spesifikasi Produk yang Diharapkan

1. Bahan ajar yang dikembangkan adalah bahan ajar cetak berbasis *Creative Mind Map*.
2. Bahan ajar yang dibuat memiliki urutan pembelajaran yang terstruktur dengan baik sehingga mendukung siswa untuk belajar aktif dan mandiri.

METODE PENGEMBANGAN

Desain Pengembangan

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*). Menurut Sugiyono [2] bahwa metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut.

Desain pengembangan yang digunakan adalah merujuk pada desain yang berasal dari Borg and Gall yaitu *research and development (R & D)* yang dimodifikasi oleh Sukmadinata [3].

Prosedur Pengembangan

Langkah-langkah penelitian dan pengembangan yang akan dilakukan adalah:

Studi Pendahuluan

Pada tahap ini, kegiatan yang akan dilakukan adalah melakukan analisis kebutuhan melalui survei lapangan. Dalam hal ini, peneliti melakukan survei lapangan terhadap masalah pembelajaran ikatan kimia yang terjadi di SMA Negeri 10 Kota Jambi.

Pengembangan

Berpegang pada hasil survei lapangan dan mengacu pada dasar-dasar teori atau konsep dari hasil studi pustaka, maka peneliti menyusun draft awal model produk yang dikembangkan. Draft produk tersebut selanjutnya direview oleh tim ahli. Tim ahli yang dimaksud adalah dosen yang telah berkompeten dibidang materi.

Pada tahap ini angket validasi produk yang telah disiapkan, diserahkan pada ahli produk. Angket tersebut akan menggambarkan data kualitatif berbentuk pertanyaan tertutup yang diperoleh dari deskripsi tentang perbaikan produk bahan ajar yang disarankan secara cermat oleh tim ahli.

Setelah tim ahli melakukan validasi terhadap produk maka dilakukan revisi terhadap bagian-bagian yang disarankan, maka diperoleh draft 1 desain produk yang siap di ujicobakan.

Uji Coba Produk

Uji coba produk ini dimaksudkan untuk mengumpulkan data tentang kualitas perangkat pembelajaran yaitu bahan ajar untuk mencapai standar kompetensi yang efektif. Data-data tersebut digunakan untuk memperbaiki dan menyempurnakan bahan ajar yang merupakan produk penelitian ini. Dengan uji coba ini kualitas bahan ajar yang dikembangkan benar-benar teruji secara empiris tidak hanya sekedar teoritis saja.

Desain Uji Coba

Pelaksanaan pengembangan meliputi tahap validasi ahli dan uji coba kelompok besar. Tahap uji coba sebagai berikut:

- a. Validasi Ahli

Bahan ajar divalidasi oleh 4 orang ahli selanjutnya di ujicobakan kepada 1 orang guru kimia sebagai calon pemakai.

b. Uji coba kelompok besar

Setelah produk didesain dan dikembangkan serta divalidasi oleh tim ahli, kemudian produk siap untuk di ujicobakan kepada siswa. Uji coba dilakukan terhadap 1 kelas X SMA Negeri 10 Kota Jambi.

Subjek Uji Coba

Uji coba dilakukan pada kelompok calon pemakai bahan ajar. Kegiatan uji coba merupakan bagian dari proses pengembangan, sehingga hasil dari uji coba menjadi bahan untuk menyempurnakan bahan ajar itu sendiri. Subjek uji coba adalah siswa kelas X SMA Negeri 10 Kota Jambi, 1 orang guru kimia SMA Negeri 10 Kota Jambi, dan 4 orang ahli produk yang akan melakukan validasi.

Jenis Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa data kualitatif. Data kualitatif ini diperoleh dari validasi produk oleh tim ahli, tanggapan guru kimia terhadap bahan ajar yang akan dikembangkan dan uji coba kelompok besar yang digunakan untuk melihat minat siswa dan kemenarikan bahan ajar. Instrumen pengumpulan data pada pengembangan ini berupa angket.

Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data pada penelitian pengembangan ini adalah angket yang terdiri dari angket validasi produk bahan ajar dan angket minat siswa

Teknik Analisis Data

Setelah data diperoleh, selanjutnya adalah menganalisis data tersebut. Data yang akan diperoleh dalam penelitian ini adalah data kualitatif. Data kualitatif berupa lembar validasi dari tim ahli yang berisi tanggapan, saran dan masukan. Dimana tanggapan, saran dan masukan dari tim ahli tersebut dipertimbangkan dan dianalisis untuk perbaikan produk.

Data yang diperoleh dari tim ahli dan masukan dari guru kimia SMA Negeri 10 Kota Jambi terhadap produk yang dikembangkan, digunakan untuk memperbaiki kekurangan dari bahan ajar yang telah dibuat. Sementara data yang diperoleh dari siswa melalui angket minat siswa digunakan untuk melihat kemenarikan bahan ajar.

Penelitian ini menggunakan pernyataan sikap positif dan negatif dengan skor yang diberikan, yaitu 1 = Sangat tidak baik, 2 = Tidak baik, 3 = Cukup baik, 4 = Baik, 5 = Sangat baik untuk ahli produk dan untuk angket minat siswa skor yang diberikan yaitu 1 = Sangat tidak setuju, 2 = Tidak setuju, 3 = Ragu-ragu, 4 = Setuju, 5 = Sangat Setuju. Selanjutnya skor yang diperoleh kemudian dihitung persentasenya untuk melihat keefektifan dan kemenarikan bahan ajar.

Deskriptor yang diberikan untuk uji coba kelompok besar sebanyak 15 item pertanyaan, sehingga secara teoritik akan diperoleh skor minimal 15 dan maksimal 75

Teknik analisis menggunakan rumus rata-rata, dimana:

$$\text{Persentase jawaban} = \frac{F}{N} \times 100 \%$$

Keterangan: F = jumlah total skor yang diperoleh

N = jumlah skor maksimal

HASIL PENGEMBANGAN

Penelitian pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk-produk untuk kepentingan pendidikan/pembelajaran yang diawali dengan studi pendahuluan dilanjutkan dengan pengembangan produk, kemudian produk dievaluasi diakhir dengan revisi dan penyebaran angket. Berpegang pada hasil survei lapangan dan mengacu pada dasar-dasar teori atau konsep dari hasil studi literatur, maka peneliti menyusun draft awal model produk yang dikembangkan. Pengembangan produk yang dihasilkan oleh peneliti adalah berupa bahan ajar ikatan kimia berbasis *Creative Mind Map*. Adapun secara rinci pengembangan yang dihasilkan yaitu:

- Bahan ajar ini dilengkapi dengan *Creative Mind Map* pada halaman depan sehingga memudahkan siswa untuk mempelajarinya.
- Bahan ajar ini disusun secara sistematis dan detail.
- Penggunaan variasi warna dan gambar yang menarik sehingga siswa tidak bosan untuk membacanya.
- Penggunaan bahasa yang komunikatif membuat siswa mudah untuk memahaminya.
- Soal-soal latihan yang diberikan berhubungan dengan materi yang disajikan

Hasil Validasi Tim Ahli

Setelah produk selesai dibuat, selanjutnya produk tersebut divalidasi oleh tim ahli. Pada tahap validasi ini, peneliti memilih 4 orang dosen kimia Universitas Jambi Hasil validasi yang telah dilakukan dipaparkan sebagai berikut :

Pada validasi pertama tim ahli I memberikan saran perbaikan pada silabus supaya indikator pada silabus diperbaiki dan disesuaikan dengan materi yang ada didalam bahan ajar. Di dalam silabus ada indikator untuk menyelidiki kepolaran beberapa senyawa dan hubungannya dengan keelektronegatifan melalui percobaan, namun didalam bahan ajar tidak terdapat lagkah-langkah percobaan yang akan dilakukan. Tim ahli I menyarankan agar indikator diganti sesuai dengan materi yang ada didalam bahan ajar. Setelah dilakukan revisi, indikator diganti menjadi Menjelaskan kepolaran beberapa senyawa dan hubungannya dengan keelektronegatifan.

Selain itu tim ahli I juga memberikan saran untuk memperbaiki materi yang sulit dipahami khususnya pada materi polarisasi ikatan kovalen. Saran tersebut peneliti terima karena kesulitan memahami materi mempengaruhi tahap pemahaman siswa. Namun, secara keseluruhan menurut validator bahan ajar sudah cukup baik. Dengan memperhatikan saran dari validator, peneliti kemudian memperbaiki silabus dan penyampaian materi pada bahan ajar.

Tabel 1 Hasil Validasi Tim Ahli I Sebelum Direvisi

No	Aspek yang dinilai	Sko
1	Kejelasan identitas mata pelajaran	4
2	Kesesuaian materi dengan silabus KTSP	3
3	Kesesuaian materi dengan SK, KD, dan Indikator pada silabus KTSP	4
4	Kebenaran substansi materi pembelajaran	4
5	Kejelasan tujuan pembelajaran	4
6	Kejelasan uraian materi pembelajaran	3
7	Kemudahan memahami materi ikatan kimia dalam bahan ajar ikatan kimia berbasis <i>Creative Mind Map</i>	3
8	Kelengkapan informasi pembelajaran	3
9	Keteraturan penyusunan materi ikatan kimia dalam bahan ajar ikatan kimia berbasis <i>Creative Mind Map</i>	4
10	Kesesuaian materi pembelajaran dengan tingkat kemampuan siswa	3
11	Pemberian motivasi	4
12	Daya tarik penyajian materi	5

13	Contoh soal mendukung pemahaman konsep siswa	3
14	Interaktivitas pembelajaran sesuai dengan strategi <i>Creative Mind Map</i>	4
15	Kesesuaian warna dengan tulisan	4
16	Kemudahan memahami bahasa	3
17	Uji kompetensi (latihan) relevan dengan sajian materi	4
18	Manfaat materi untuk penambahan wawasan siswa	5
19	Kesesuaian bahan ajar dengan <i>Creative Mind Map</i>	3
20	Penciptaan suasana belajar yang menyenangkan	4

Berdasarkan tabel hasil validasi pertama, jumlah skor yang diperoleh adalah 73. Berpedoman pada skor maksimal untuk analisis data hasil validasi produk adalah 100, sedangkan skor yang diperoleh adalah 73, maka persentasenya . Jadi produk dapat dikategorikan baik. Meskipun sudah dikategorikan baik, masih ada hal-hal yang harus diperbaiki oleh pengembang produk yaitu peneliti sesuai dengan saran dan masukan yang diberikan oleh validator. Hasil validasi pertama ini berupa perbaikan terhadap silabus dan indikator, kejelasan uraian materi, serta memperbaiki materi yang sulit dipahami terutama untuk materi polarisasi ikatan kovalen.

Setelah dilakukan revisi, selanjutnya dilakukan validasi kedua. Pada validasi kedua, tim ahli I hanya memberikan saran supaya menjelaskan pengertian "pol" pada materi molekul polar dan nonpolar, menambahkan soal pada latihan serta menyarankan untuk menggunakan media animasi 3 dimensi pada saat mengajar materi polarisasi ikatan kovalen. Saran tersebut sangat bagus untuk menyempurnakan produk peneliti dan peneliti memperbaiki bagian-bagian yang disarankan.

Berdasarkan hasil validasi tim ahli I setelah direvisi, jumlah skor yang diperoleh adalah 83. Berpedoman pada hasil validasi, skor maksimal untuk analisis data hasil validasi produk adalah 100, sedangkan skor yang diperoleh adalah 83, maka persentasenya . Jadi produk dikategorikan sangat baik dan layak untuk uji coba tanpa revisi.

Setelah tim ahli I menyatakan bahwa bahan ajar layak untuk di uji coba, selanjutnya dilakukan validasi oleh tim ahli II,III dan IV. Secara umum ketiga Tim ahli menyatakan produk bahan ajar sudah baik dan layak diuji cobakan.

Penyajian Hasil Uji Coba

Setelah produk yang dikembangkan di validasi dan dapat digunakan, maka langkah selanjutnya adalah melaksanakan uji coba. Uji coba yang dilakukan peneliti adalah uji coba kelompok besar.

Uji coba dilaksanakan dalam satu kali uji coba yaitu dengan uji coba kelompok besar. Uji coba kelompok besar ini dilaksanakan di SMA Negeri 10 Kota Jambi yaitu kelas X.1. Jumlah siswa yang terlibat dalam uji coba kelompok besar ini adalah 29 orang.

Hasil uji coba kelompok besar yaitu berupa angket minat siswa terhadap bahan ajar ikatan kimia yang telah dikembangkan dengan strategi *Creative Mind Map*. Hasil angket minat siswa dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2 Persentase Hasil Angket Minat Siswa

Pernyataan	Jumlah Siswa	(%)
Sangat Setuju	21 Orang	65,84%
Setuju	8 Orang	21,88%
Ragu-Ragu	-	-
Tidak Setuju	-	-
Sangat Tidak Setuju	-	-

KESIMPULAN DAN PROSPEK

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis angket 29 orang siswa, diperoleh 87,7% siswa menyatakan sangat setuju dengan adanya bahan ajar ikatan kimia berbasis *Creative Mind Map*. Ini artinya bahan ajar yang dibuat telah sesuai dengan tujuan penggunaan bahan ajar. Sehingga bahan ajar ini layak, valid dan untuk digunakan oleh guru kimia SMA khususnya pada pembelajaran materi ikatan kimia.

Prospek

- a. Pada peneliti selanjutnya disarankan untuk dapat menguji pengaruh penggunaan bahan ajar *Creative Mind Map* terhadap hasil belajar siswa.
- b. Bahan ajar berbasis *Creative Mind Map* ini dapat dijadikan sebagai alternatif pembelajaran mandiri yang dapat digunakan siswa diluar jam sekolah.. Bahan ajar *Creative Mind Map* ini dapat dijadikan sebagai variasi sarana pembelajaran dalam rangka meningkatkan kreativitas dan motivasi siswa untuk terus belajar kimia.

UCAPAN TERIMAKASIH

Syukur alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian yang ditulis dalam bentuk makalah dengan judul “Pengembangan Bahan Ajar Ikatan Kimia Berbasis *Creative Mind Map* di Kelas X SMA Negeri 10 Kota Jambi”.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah memberi masukan dan bantuan sehingga terlaksananya penelitian ini, Semoga bantuan dan masukan yang telah diberikan menjadi amal ibadah yang diridhoi oleh Allah SWT.

Akhir kata penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Buzan, Tony. 2004. *Mind map Untuk meningkatkan Kreatifitas*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama
- [2] Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR KIMIA BERORIENTASI KONSTRUKTIVISME PADA KONSEP BIOMOLEKUL UNTUK SISWA SMA

THE DEVELOPMENT OF CHEMISTRY TEACHING MATERIAL ORIENTED CONSTRUCTIVISM IN BIOMOLECULE CONCEPT AT SENIOR HIGH SCHOOL

Miharty, Rasmiwetti, Rini, Johni Azmi

Program Studi Pendidikan Kimia MIPA FKIP UNRI Pekanbaru 28293
miharti_eti@yahoo.com

ABSTRACT

The Research Development of teaching materials chemistry constructivism conducted aims to have a valid and practical concept of biomolecule at high school level. This research is a 4D- typed development. The instruments used is a questionnaire with suggested improvement. The practicality instruments is questionnaire fill -completed by the students. The teaching material product is analysed with descriptive mode and ratio analysis. The validity value of product is 85.75 and practicality product is 78.00. Based on the analysis data is concluded that the purpose of development of teaching materials is achieved. It is considered that the product have to be revised in order to have a better one

Keyword: Teaching materials , Constructivism , Biomolecule.

ABSTRAK

Penelitian pengembangan bahan ajar kimia berorientasi konstruktivisme ini bertujuan untuk mengembangkan konsep materi biomolekul di SMA yang valid dan praktis. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan tipe 4D. Instrument yang digunakan oleh validator adalah angket yang disertai saran perbaikan. Instrument praktikalitas berupa angket yang diisi oleh siswa. Teknik analisis data produk bahan ajar yang dilakukan adalah analisis deskriptif dan analisis rasio. Hasil dari analisis data nilai validitas bahan ajar sebesar 85.75 dan nilai praktikalitas sebesar 78,00. Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa tujuan penelitian mengembangkan bahan ajar biomolekul yang dikembangkan berdasarkan pendekatan konstruktivisme telah tercapai. Produk bahan ajar yang dihasilkan ini perlu dikembangkan lagi untuk lebih baik dan sempurna.

Kata Kunci, Bahan ajar, Konstruktivisme, Biomolekul.

PENDAHULUAN

Ilmu kimia termasuk rumpun Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), dalam proses pembelajaran melibatkan keterampilan dan penalaran. Pelajaran ilmu kimia mempelajari sesuatu tentang zat yang meliputi komposisi, struktur dan sifat, transformasi, dinamika dan energetika.. Untuk mempelajari ilmu kimia perlu diajarkan tujuan yang lebih khusus yaitu membekali peserta didik pengetahuan, pemahaman dan sejumlah kemampuan yang dipersyaratkan untuk memasuki jenjang pendidikan yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu dan teknologi [1]. Untuk mencapai tujuan ini siswa diberi kesempatan untuk terlibat aktif. Proses pembelajaran dikatakan berhasil apabila daya serap siswa terhadap materi pengajaran yang diajarkan mencapai prestasi belajar yang tinggi, baik secara individual maupun kelompok [2].

Belajar adalah proses perubahan tingkah laku seseorang berkat pengalaman dan latihan [3]. Perubahan ini adalah perubahan dalam pengetahuan, pemahaman, keterampilan,

kecakapan dan aspek lainnya pada diri siswa [4]. Pembelajaran adalah proses penyusunan informasi dan penataan lingkungan untuk menunjang proses penemuan pengetahuan. Informasi dan lingkungan yang disampaikan dapat berubah, tergantung pada tujuan pembelajaran yang akan dicapai [5]. Pembelajaran adalah usaha terencana dalam memanipulasi sumber belajar agar terjadi proses belajar siswa [6].

Pandangan konstruktivisme sangat penting peran siswa untuk dapat membangun *constructive habits of mind*. Agar siswa memiliki kebiasaan berpikir, maka dibutuhkan kebebasan dan sikap belajar [7]. Pengetahuan bukanlah seperangkat fakta konsep atau kaedah yang siap diambil dan diingat. Pengetahuan itu dapat dikonstruksi dan diberi makna melalui pengalaman nyata [8]. Apabila terjadi proses konstruksi pengetahuan maka siswa akan dapat meningkatkan pemahamannya terhadap materi dipelajari [9]. Pendekatan konstruktivisme merupakan proses pembelajaran yang memperoleh pengetahuan diawali dengan terjadinya konflik kognitif, yang dapat diatasi dengan pengetahuan diri [10]. Langkah dalam pembelajaran konstruktivisme adalah pengaktifan pengetahuan yang sudah ada, pemerolehan pengetahuan baru, pemahaman pengetahuan, menerapkan pengetahuan dan pengalaman yang diperoleh, siswa memerlukan waktu untuk memperluas pengetahuan dan melakukan refleksi [11].

Prinsip dari konstruktivisme menurut Suparno yang dikutip oleh Trianto 2009, antara lain; (1) pengetahuan dibangun oleh siswa, (2) tekanan proses belajar pada siswa, (3) mengajar adalah membantu siswa, (4) tekanan dalam belajar pada proses bukan pada hasil, (5) kurikulum menekankan partisipasi siswa, dan (5) guru sebagai fasilitator [12].

Belajar adalah suatu proses pribadi yang merupakan akibat kegiatan pembelajaran. Peserta didik dapat belajar dari berbagai sumber belajar yang tersedia dilingkungannya. Sumber belajar meliputi semua komponen sistem instruksional baik secara khusus dirancang maupun yang menurut sifatnya dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran, termasuk bahan ajar. Dengan bahan ajar memungkinkan siswa mempelajari kompetensi secara berurutan dan sistematis [13].

Bahan ajar berorientasi konstruktivisme adalah bahan ajar yang dirancang berdasarkan pendekatan konstruktivisme yang memberi peluang kepada siswa untuk membangun pengetahuannya dengan mencari dari pengalaman dan menemukan konsep secara mandiri. Unsur penyusun bahan ajar berdasarkan standar kompetensi, disajikan dalam bahasa yang mudah dipahami siswa, soal latihan yang berorientasi pada kompetensi dasar dan indikator dan soal-soal untuk pekerjaan rumah.

Dari hasil wawancara dengan guru Kimia SMA yang tergabung dalam Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Kimia Kota Pekanbaru, pembelajaran kimia pada konsep Biomolekul, belum dapat mengajarkannya secara tuntas. Dalam silabus waktu pembelajaran dijadwalkan pada semester genap kelas XII, waktu belajar efektifnya lebih pendek. Untuk mengatasi permasalahan ini guru memberikan tugas atau diberikan tugas baca dari suatu bahan bacaan.

Berdasarkan latar belakang permasalahan ini, peneliti menyadari perlunya mengembangkan bahan ajar yang dapat mengatasi masalah yang ditemukan dalam pembelajaran kimia di SMA. Bahan ajar ini diharapkan dapat digunakan dalam pembelajaran kimia, sehingga pembelajaran menjadi bermakna. Bahan ajar ini dibuat dengan berorientasi konstruktivisme. Sebagaimana yang dikemukakan Elizar [14], pendekatan konstruktivisme cara yang efektif dalam pembelajaran Kimia pada pokok bahasan laju reaksi, dan model pembelajaran konstruktivisme dapat meningkatkan hasil belajar. Dari penelitian Elvinawati [15] diperoleh bahwa penerapan konstruktivisme dapat meningkatkan aktivitas dan hasil

belajar mahasiswa pada mata kuliah kimia pemisahan. Penelitian ini akan mengembangkan bahan ajar pada konsep biomolekul. Judul penelitian ini adalah "Pengembangan Ajar Kimia Berorientasikan Konstruktivisme Pada Konsep Biomolekul Untuk Siswa SMA".

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan penelitian pengembangan. Penelitian ini akan mengembangkan produk dan menguji keefektifan. Produk yang dihasilkan adalah bahan ajar pelajaran kimia di SMA yang berorientasikan pada konstruktivisme.

Model pengembangan yang digunakan adalah model penelitian yang dikembangkan oleh Thiagaranja, yaitu model 4D yang diadaptasi menjadi model 4P. Model penelitian pengembangan ini 4 tahap. Tahap pertama adalah pendefinisian, tahap kedua perancangan, tahap ketiga pengembangan dan tahap keempat penyebaran [12]. Dalam penelitian ini tahap keempat tidak dilaksanakan.

Langkah-langkah prosedur pengembangan model 4D sebagai berikut: 1). Tahap pendefinisian, tahap ini terdiri 5 langkah yaitu; analisis ujung depan, analisis siswa, analisis tugas, analisis konsep dan analisis spesifikasi ujung. 2). Tahap perancangan adalah untuk menyiapkan bahan ajar kimia tentang konsep biomolekul yang berorientasi konstruktivisme. 3). Tahap pengembangan bertujuan untuk menghasilkan bahan ajar. Tahap ini ada tiga langkah. *Pertama*, tahap validasi isi dan validasi konstruk. *Kedua*, tahap uji pengembangan yaitu uji coba terbatas untuk memperoleh bagian-bagian yang perlu direvisi, kemudian uji coba kelompok besar.

Setelah bahan ajar dinyatakan valid dari dosen dan guru, maka dilakukan uji coba terbatas untuk mendapatkan data praktikalitas dan efektivitas bahan ajar, serta untuk mengetahui pemahaman siswa mengenai konsep yang terdapat dalam bahan ajar.

Instrumen penelitian yang digunakan, 1) Validasi produk bahan ajar oleh validator dari bidang ahli. 2) Instrumen praktikalitas produk yang dikembangkan.

Teknik pengumpulan data validasi produk dengan angket dan wawancara dengan tenaga pengajar di lingkungan Program Studi Kimia. Instrumen praktikalitas produk yang dikembangkan data dikumpulkan dengan angket kepada siswa SMA.

Data validasi dianalisis secara kualitatif, dengan cara menganalisis bahan ajar yang dikembangkan, yaitu dengan mengkaji bagian yang belum sesuai dengan tujuan pembelajaran dan ketepatan dari penyajian bahan ajar. Penilaian uji praktikalitas bahan ajar ditentukan oleh skor dari angket yang diberikan kepada siswa setelah melakukan pembelajaran dengan bahan ajar yang dikembangkan.

HASIL PENELITIAN

Secara umum ada tiga kategori dari penelitian pengembangan bahan ajar biomolekul ini. Ketiga hasil tersebut meliputi; (1) tahap pendefinisian, (2) tahap perancangan dan (3) tahap pengembangan.

Tujuan tahap pendefinisian adalah menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran. Pada tahap ini adalah analisis kurikulum, analisis konsep. Pengembangan bahan ajar biomolekul dengan menggunakan pendekatan pembelajaran berorientasikan konstruktivisme, karena materi biomolekul ini diajarkan setelah mendapat materi kimia karbon. Jadi dari pengetahuan yang telah diperoleh siswa pada kimia karbon, merupakan dasar untuk

mengkonstruksi materi ajar biomolekul. Selain hal ini materi ini diajarkan pada akhir pembelajaran kelas XII SMA.

Tahap perancangan bahan ajar adalah dengan pendekatan konstruktivisme. Bahan ajar ini dikembangkan pada materi biomolekul untuk kelas XII SMA. Pada tahap pengembangan ini memilih format bahan ajar yang dikembangkan. Format yang digunakan disesuaikan dengan indikator yang sudah dirumuskan. Format yang dimaksud adalah tampilan sistematika penyajian materi, dan isi bahan ajar. Sebagai cuplikan bahan ajar ini ditampilkan sebagai berikut ini.

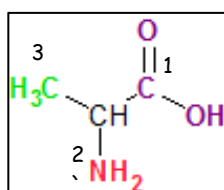
Asam Amino

Masih ingatkah kamu tentang gugus fungsi? Coba sebutkan 3 gugus fungsi yang kamu ingat

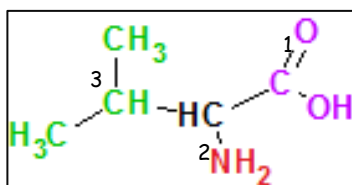
Perhatikan gugus fungsi berikut ini !

Gugus fungsi	Nama	Gugus fungsi	Nama	Gugus	Nama
	-NH ₂	-R

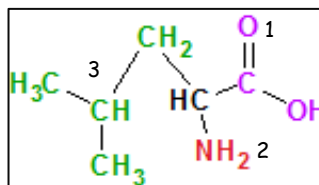
Tahukah kamu apa yang dimaksud dengan asam amino? Dimana didapatkan asam amino dan bagaimana rumusnya? Perhatikan rumus asam amino berikut ini!



Alanin



Valin



Leusin

Struktur asam amino terdiri gugus-gugus, yaitu:

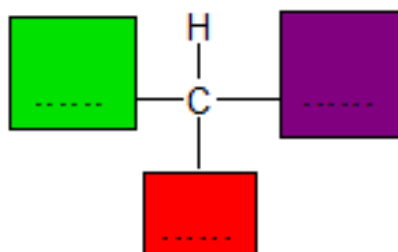
(Ungu).....

(Merah).....

(Hijau) Rantai samping yang disimbolkan

Yang membedakan asam amino alanin, leusin, dan valin adalah gugus

Coba kamu tuliskan rumus umum asam amino :



Definisikan apa yang dimaksud dengan asam amino! Asam amino.

Asam ammonia adalah

.....

Tahap pengembangan bertujuan untuk menghasilkan bahan ajar dengan pendekatan konstruktivisme yang sudah direvisi berdasarkan masukan dari para pakar yang siap untuk digunakan. Dalam tahap ini dilakukan langkah yaitu tahap validasi ahli, dan tahap praktikalitas.

Tahap validitas bahan ajar divalidasi oleh 5 orang dosen Kimia. Berdasarkan instrument penilaian validitas tenaga ahli, dianalisis enam kriteria penilaian, yaitu kelayakan isi, kebahasaan, sajian, pendekatan konstruktivisme dan bentuk fisik. Dari hasil pengolahan data didapatkan nilai setiap kategori penilaian pada Tabel 1.

Tabel 1 Validasi Bahan Ajar

Kriteria Penelian	Nilai	Kesimpulan
Kelayakan isi	90.67	Sangat baik
Kebahasaan	84.00	Sangat baik
Sajian	82.67	Sangat baik
Kelengkapan Komponen	88.00	Sangat baik
Pendekatan Kontrukstivisme	82.67	Sangat baik
Bentuk Fisik	88.00	Sangat baik
Rata-rata	85.75	Sangat baik

Dari data validasi bahan ajar kimia berorientasi konstruktivisme pada konsep biomoekul untuk SMA didapat nilai rata-rata 85,75. Nilai validasi ini berada pada kategori sangat tinggi. Tahap praktikalitas yaitu hasil kepraktisan bahan ajar ini dianalisis berdasarkan angket dari tanggapan siswa. Angket ini di respon siswa setelah proses pembelajaran. Pada lembaran praktikalitas tanggapan siswa ada enam kriteria. Keenam kriteria praktikalitas adalah kelayakan isi, kebahasaan, sajian, pendekatan konstruktivisme dan bentuk fisik. Dari hasil pengolahan data didapatkan nilai setiap kategori penilaian dicantumkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Praktikalitas Bahan Ajar

Kriteria Penelian	Nilai	Kesimpulan
Kelayakan isi	78.00	Baik
Kebahasaan	74.00	Baik
Sajian	78.00	Baik
Kelengkapan Komponen	78.00	Baik
Pendekatan Kontrukstivisme	80.00	Baik
Bentuk Fisik	80.00	Baik
Rata-rata	78.00	Baik

Dari hasil pengolahan data praktikalitas bahan ajar kimia berorientasi konstruktivisme pada konsep biomoekul didapat nilai rata-rata 78.00. Nilai praktikalitas ini berada pada kategori tinggi.

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk bahan ajar yang berorientasi pada pendekatan konstruktivisme. Produk bahan ajar ini dapat digunakan di SMA. Materi yang dikembangkan adalah konsep biomolekul kelas XII semester 2. Bahan ajar ini dapat digunakan sewaktu proses pembelajaran di sekolah dan diluar kelas secara mandiri.

Hasil analisis data valiasi bahan ajar konsep biomolekul dengan pendekatan konstruktivisme yang dinilai oleh ahli mencakup enam kriteria. Keenam kriteria itu adalah kelayakan isi, kebahasaan, sajian, pendekatan konstruktivisme dan bentuk fisik.

Kriteria pertama adalah kelayakan isi, nilai rata-rata 90.67. Nilai ini termasuk dalam kategori sangat baik, artinya konsep materi biomolekul yang dikembangkan sesuai dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar. Kesesuaian dengan kebutuhan siswa dan kesesuaian bahan ajar dengan materi sudah baik.

Kriteria kedua adalah kriteria kebahasaan, nilai rata-rata 84.00. Nilai kriteria yang didapatkan ini termasuk dalam kategori amat baik, artinya konsep materi biomolekul dikembangkan dengan ragam bahasa komunikatif, kalimat singkat dan lugas dan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia dari bahan ajar sudah baik.

Kriteria ketiga adalah kriteria sajian, nilai rata-rata 82.67. Nilai kriteria yang didapatkan ini termasuk dalam kategori amat baik, artinya konsep materi biomolekul dikembangkan dengan materi disajikan secara sistematis, materi disajikan secara sederhana dan jelas, dan instruksi yang diberikan cukup jelas dan dapat dipahami dari bahan ajar sudah baik.

Kriteria keempat adalah kriteria kelengkapan komponen, nilai rata-rata 88.00. Nilai kriteria yang didapatkan ini termasuk dalam kategori sangat baik, artinya konsep materi biomolekul yang dikembangkan dengan ada latihan-latihan dan evaluasi dari bahan ajar sudah baik.

Kriteria kelima adalah pendekatan konstruktivisme, nilai rata-rata 82.67. Nilai kriteria yang didapatkan ini termasuk dalam kategori sangat baik, artinya konsep materi biomolekul dikembangkan dengan kegiatan yang disajikan pada bahan ajar membuka kesempatan bagi siswa untuk membangun sendiri konsep yang sedang dipelajari, penyajian memunculkan proses konstruktivisme membangun pengetahuan kimia, dan materi dan kegiatan memungkinkan siswa terlibat secara aktif menemukan konsep kimia dari bahan ajar sudah baik.

Kriteria keenam adalah bentuk fisik bahan ajar, nilai rata-rata 88.00. Nilai kriteria yang didapatkan ini termasuk dalam kategori sangat baik, artinya konsep materi biomolekul dikembangkan dengan kemasan yang menarik dan penyajian yang menarik dari bahan ajar sudah baik.

Berdasarkan nilai rata-rata validasi oleh pakar yaitu 85,75, bahan ajar biomolekul dengan pendekatan konstruktivisme berada pada kriteria sangat baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bahan ini sudah valid dan layak digunakan.

Dari hasil analisis data praktikalitas bahan ajar konsep biomolekul dengan pendekatan konstruktivisme yang dinilai siswa mencakup enam kriteria, yaitu, kelayakan isi, kebahasaan, sajian, pendekatan konstruktivisme dan bentuk fisik.

Kriteria pertama adalah kriteria kelayakan isi, nilai rata-rata 78.00. Nilai kriteria yang didapatkan ini termasuk kategori baik, artinya konsep materi biomolekul yang dikembangkan sesuai taraf perkembangan siswa, sesuai dengan kebutuhan siswa dan sesuai dengan materi, dari bahan ajar sudah baik.

Kriteria kedua adalah kriteria kebahasaan. nilai rata-rata 74.00. Nilai kriteria yang didapatkan ini termasuk kategori baik, artinya konsep materi biomolekul yang dikembangkan ini siswa memahami kalimat bahan ajar, memahami setiap paragraf dan memahami isi materi bahan ajar, dari bahan ajar sudah baik.

Kriteria ketiga adalah kriteria sajian, nilai rata-rata 78.00. Nilai kriteria yang didapatkan ini termasuk dalam kategori baik, artinya sajian materi biomolekul yang dikembangkan, siswa dapat mengikuti kegiatan belajar tahap demi tahap, siswa lebih mudah belajar menggunakan bahan ajar dan siswa memahami materi dengan mudah, dari bahan ajar sudah baik

Kriteria keempat adalah kriteria kelengkapan komponen nilai rata-rata 78.00. Nilai kriteria yang didapatkan ini termasuk dalam kategori baik, artinya konsep materi biomolekul yang dikembangkan siswa dapat mengerjakan latihan dan evaluasi, dari bahan ajar sudah baik.

Kriteria kelima adalah kriteria pendekatan konstruktivisme, nilai rata-rata 80.00. Nilai kriteria yang didapatkan ini termasuk dalam kategori baik, artinya konsep materi biomolekul yang dikembangkan dengan uraian dan isi materi dapat mendorong siswa untuk mengembangkan berpikir kreatif dan aktif, petunjuk dalam bahan ajar mendorong siswa untuk mencari informasi lebih lanjut, dan memungkinkan siswa terlibat secara aktif menemukan konsep kimia dari bahan ajar sudah baik.

Kriteria keenam adalah kriteria bentuk fisik. nilai rata-rata 80.00. Nilai kriteria yang didapatkan ini termasuk dalam kategori baik, artinya konsep materi biomolekul dikembangkan dengan siswa memahami lambang, simbol bahan ajar ini dan siswa memahami rumus dan struktur bahan ajar dari bahan ajar sudah baik.

Berdasarkan nilai rata-rata praktikalitas oleh siswa yaitu 78.00, bahan ajar biomolekul dengan pendekatan konstruktivisme berada pada kriteria baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bahan ini sudah valid dan layak digunakan.

Dalam penelitian ini terdapat keterbatasan dan kendala. Keterbatasan dapat terlihat dari segi produk bahan ajar yaitu materi bahan ajar dirasa belum maksimal karena dalam materi biomolekul ini penulis agak kesulitan untuk mengemas materi pembelajaran berdasarkan pendekatan konstruktivisme dan waktu yang ditentukan relatif singkat, sehingga ada kesan dalam pengembangan materi ajar kurang sempurna.

Dari kendala, permasalahan dan keterbatasan yang ada dapat dikemukakan beberapa solusi dan alternatif untuk jalan keluar dari kendala dan keterbatasan. Keterbatasan materi ajar maka sebagai tindak lanjut kegiatan adalah mengembangkan bahan ajar dalam pembelajaran kimia untuk materi biomolekul.

KESIMPULAN DAN PROSPEK

Data hasil analisis penilaian pakar terhadap validitas bahan ajar yang dikembangkan pada materi biomolekul dengan pendekatan konstruktivisme adalah pada kategori sangat baik. Hasil analisis praktikalitas tanggapan siswa terhadap bahan ajar materi biomolekul yang dikembangkan dengan pendekatan konstruktivisme kategori baik.

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan dapat dikemukakan kesimpulan penelitian ini adalah bahan ajar konsep biomolekul yang berorientasikan pada model pembelajaran konstruktivisme untuk siswa SMA yang dihasilkan adalah valid dan praktis. Untuk melengkapi bahan ajar kimia di SMA khususnya pada materi biomolekul bahan yang disusun ini dapat digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyasa. E, 2007. *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*, Bandung: PT Remaja Karya,: 132.
- [2] Djamarah. B. S, dan Zain, Aswan, 2006. *Strategi Belajar Mengajar*, Jakarta: Rineka Cipta.
- [3] Sanjaya. Wina, 2010. *Strategi Belajar Berorientasi Standar Proses Pendidikan*, Jakarta: Kencana. 112.
- [4] Sudjana, Nana. 2005. *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*, Bandung: Sinar Baru Muda Algensindo.

- [5] Belawati, Tian, dkk. 2003. *Pengembangan Bahan Ajar*, Jakarta: Pusat Penerbitan Universitas Terbuka: 3-13.
- [6] Sadiman. Arief. S, 2011. *Media Pendidikan, Pengertian, Pengembangan dan Pemanfaatannya*, Jakarta: Rajawali Press. 7.
- [7] Sukardjo. M, Ukim Komarudin, 2009. *Landasan Pendidikan, Konsep dan Aplikasinya*, Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- [8] Rusman, 2011. *Model-Model Pembelajaran Mengembangkan Profesionalisme Guru*, Jakarta: Rajawali Press. 193.
- [9] Fajaroh, F dan Dasna, I. W. 2008, *Penggunaan Pembelajaran Silkus, Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran* Vol 1. Jurusan Kimia FMIPA UM Malang. 112-122,
- [10] Sa'ud. Udin Saefudin, 2008. *Inovasi Pendidikan*, Bandung: Alfabeta.
- [11] Nurhadi, 2004. *Pembelajaran Konstektual (Contekstual Theaching and Learning) dan penerapannya dalam KBK*, Malang Universitas Negeri Malang,,: 10.
- [12] Trianto, 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovativ Progresif*, Jakarta: Kencana Prenada Media Group.111.
- [13] Prastowo. Andi, 2012. *Pengembangan Sumber Belajar*, Yogyakarta: Pedagogia. 1- 10.
- [14] Elizar, 2009, *Model Teaching By Constructivism Approach With Module*, Didownload pada hari Senin, 9 Desember 2013. 15.
- [15] Elvinawati, 2011, *Optimalisasi Pembelajaran kimia Pemisahan Melalui Penerapan Pendekatan Kontrukvisme dan Model Peta Konsep*. Didownload pada hari Senin, 9 Desember 2013. 28.

**DESAIN DAN PENGEMBANGAN CD (COMPACT DISC) PEMBELAJARAN
INTERAKTIF KESETIMBANGAN FASA UNTUK CALON GURU KIMIA DI FKIP
UNIVERSITAS JAMBI**

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN INTERACTIVE LEARNING CD (COMPACT DISC)
OF PHASE EQUILIBRIA FOR CHEMISTRY TEACHER CANDIDATE AT FACULTY OF
TEACHER TRAINING AND EDUCATION UNIVERSITY OF JAMBI**

Wilda Syahri^{1*}, Yusnaidar¹, Muhaimin¹, Abu Bakar¹

Prodi Pendidikan Kimia, PMIPA FKIP, Universitas Jambi, Mendalo Darat, Jambi^{1*}
wildasyahri@yahoo.com; Telp. 081366125183*

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop a physical chemistry II learning media on phase equilibria. The developed media was interactive learning CD of phase equilibria. In this research, Akker and Plomp development method was adopted, which has been conducted on the early development of interactive learning CD of phase equilibria. Designing of interactive learning CD of phase equilibria uses Delphi 7 program as a main program supported by other programs such as Microsoft Word, acrobat reader, windows live movie maker and windows media player. Prototype I of interactive learning CD of phase equilibria has been validated by chemistry and multimedia experts. The results showed that quality of prototype I of interactive learning CD of phase equilibria is good based on validation results from chemistry experts with a mean score of 4.16 and while based on validation results of multimedia experts is very good with a mean score of 4.31. Validation results showed that the prototype I could be applied to the students in classroom after some revision from chemistry and multimedia experts. The prototype II is a revised version of prototype I, from which its content and display are better, in accordance with recent curriculum, the rules and elements of education.

Key words: interactive learning CD, prototype, phase equilibria

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan suatu media pembelajaran Kimia Fisika II untuk materi kesetimbangan fasa. Media yang dikembangkan adalah CD pembelajaran interaktif kesetimbangan fasa. Pada penelitian ini telah dilakukan pengembangan awal CD pembelajaran interaktif kesetimbangan fasa dengan mengadopsi metode pengembangan Akker dan Plomp. Perancangan CD pembelajaran interaktif kesetimbangan fasa menggunakan program Delphi 7 sebagai program induk yang didukung program lain seperti, *microsoft word, acrobat reader, windows live movie maker, dan windows media player*. Prototype-I CD pembelajaran interaktif kesetimbangan fasa divalidasi oleh ahli materi dan ahli media. Kriteria kualitas prototype-I CD pembelajaran interaktif kesetimbangan fasa hasil validasi tim ahli materi adalah baik dengan rerata skor 4,16 dan hasil validasi tim ahli media adalah sangat baik dengan rerata skor 4,31. Hasil validasi menunjukkan bahwa prototype-I layak untuk digunakan/uji coba lapangan dengan revisi sesuai saran ahli materi dan ahli media. Hasil revisi prototype-I adalah prototype-II, dimana isi dan tampilannya lebih baik, sesuai dengan kurikulum yang berlaku dan sesuai dengan kaidah-kaidah pendidikan serta mengandung unsur edukasi.

Kata kunci: CD pembelajaran interaktif, prototype, kesetimbangan fasa

PENDAHULUAN

Keseimbangan Fasa merupakan materi pokok bahasan yang sangat penting dalam mata kuliah Kimia Fisika II yang wajib diikuti oleh mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Jambi. Keberadaan pokok bahasan dan mata kuliah ini sangat penting, namun banyak mahasiswa yang kurang antusias dan kurang berminat mempelajarinya. Sejauh ini pembelajarannya di Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Jambi dilakukan dengan metode konvensional atau kuliah mimbar dan diskusi informasi padahal materi kuliah ini menuntut keterlibatan mahasiswa lebih aktif. Bila ditilik dari materinya yang sarat dengan teori-teori dan konsep yang abstrak, dimana menuntut penalaran yang sangat tinggi. Keterlibatan mahasiswa dalam proses belajar mengajar merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam pencapaian prestasi belajar, dan harus didukung oleh media pembelajaran dan metode atau model pembelajaran yang tepat oleh dosen. Menurut Wager (2002) dalam Widodo, C.S., dkk. [1], media ajar yang berbeda akan memberikan pengalaman yang berbeda bagi peserta didik.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran yang terbantuan dengan media komputer sangat signifikan. Media pembelajaran e-Media berupa animasi berbagai reaksi kimia yang dikembangkan dapat meningkatkan prestasi belajar yang sangat tinggi [2]. CD interaktif tentang Praktikum Kimia telah berhasil meningkatkan keahlian mahasiswa dalam melakukan praktek-praktek kimia [3]. Selanjutnya Fetton dkk. [4], menunjukkan bahwa penggunaan media VCD dalam pembelajaran ternyata lebih efektif. Media interaktif pembelajaran elektrokimia telah dikembangkan guna meningkatkan peran aktif mahasiswa dalam penguasaan konsep dan keterampilan proses sains mahasiswa [5]. CD pembelajaran interaktif termodinamika kimia telah digunakan dan efektif pada pembelajaran Termodinamika Kimia [6]. Tetapi perlu kita ketahui pada saat ini berbagai software kimia sebagai media pembelajaran telah berkembang dengan pesat, namun aplikasinya dalam pembelajaran untuk lembaga pendidikan di Indonesia masih terbatas karena berbagai faktor, seperti: bahasa (kebanyakan dalam bahasa asing), software masih bersifat umum, kompetensi yang ingin dicapai masih belum sesuai, dan media tersebut ada yang kurang cocok dengan latar budaya mahasiswa kita. Berdasarkan kelemahan tersebut, software pendidikan yang baik hanya akan dapat diciptakan oleh lembaga pendidikan itu sendiri, dalam hal ini oleh dosen-dosen yang mengasuh pembelajaran.

Oleh karena itu, dipandang perlu untuk mengembangkan suatu media pembelajaran yang dapat membantu mahasiswa untuk dapat secara mandiri mempelajari dan memahami materi Keseimbangan Fasa, sehingga memberikan keleluasaan dan keluwesan bagi mahasiswa. E-Media (*electronic-media*) dalam bentuk CD (*Compact Disc*) interaktif adalah salah satu alternatif jawabannya. Dengan CD Interaktif, akan dapat menggali kemampuan individual mahasiswa serta menimbulkan daya tarik, sehingga diharapkan dapat melahirkan motivasi bagi mahasiswa dalam meningkatkan prestasi dan hasil belajarnya. Disamping itu CD interaktif ini juga diharapkan dapat menjembatani permasalahan keterbatasan kemampuan daya serap mahasiswa dan keterbatasan kemampuan dosen dalam proses belajar mengajar di kelas, untuk memahami dan memberikan perlakuan sesuai dengan karakteristik mahasiswa secara individual, serta dengan adanya bantuan CD interaktif ini dapat menjembatani persoalan rendahnya aktualisasi diri mahasiswa, sehingga materi-materi yang kurang dipahami dapat di eksplorasi kembali melalui CD interaktif ini. Dengan cara ini diharapkan tingkat penguasaan konsep dan keterampilan proses sains mahasiswa terhadap materi Keseimbangan Fasa akan lebih baik.

METODE PENELITIAN

Pengembangan CD Pembelajaran Interaktif Kestimbangan Fasa merupakan pengembangan awal dengan mengadopsi model pengembangan van den Akker dan Plomp [7] meliputi beberapa tahap yaitu: a. Persiapan pembuatan CD Interaktif Kestimbangan Fasa, b. Pembuatan CD Interaktif Kestimbangan Fasa, c. Evaluasi dan revisi, dan d. Uji coba [7]. Pada tahap persiapan, dilakukan analisis pada materi pokok bahasan Kestimbangan Fasa. Tahap pembuatan/perancangan CD pembelajaran interaktif Kestimbangan Fasa adalah: 1) menyusun konsep, 2) pengumpulan bahan, dan 3) pembuatan program menggunakan komputer (*computer based* berdasarkan pada program Delphi yang didukung program lainnya (microsoft word, acrobat reader, windows live movie maker, dan windows media player). Tahap evaluasi, dilakukan validasi *prototype-I* oleh tim ahli materi dan tim ahli media melalui angket validasi produk. Selanjutnya dilakukan revisi *prototype-I* berdasarkan saran perbaikan tim ahli materi dan media dan dihasilkan *prototype-II*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Persiapan perancangan CD Pembelajaran Interaktif Kestimbangan Fasa

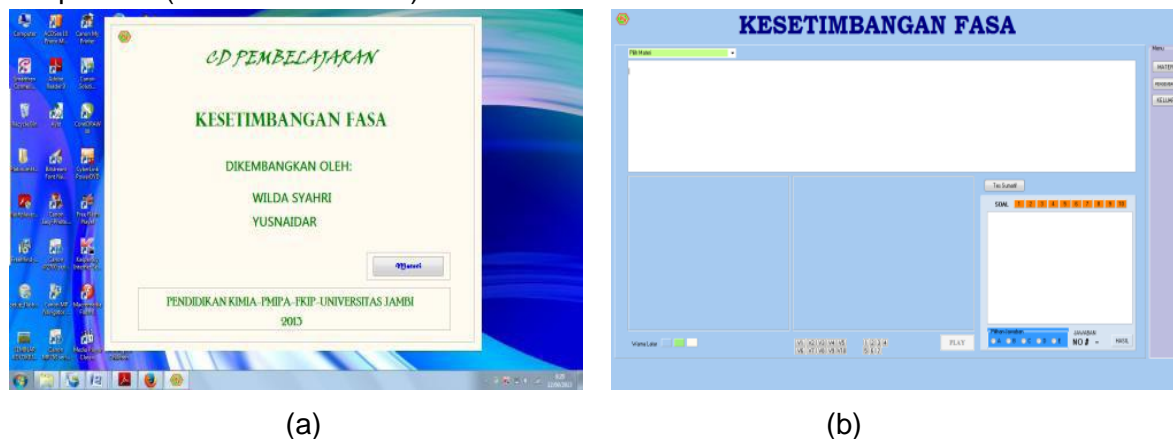
Sesuai dengan GBPP mata kuliah Kimia Fisika II, prasyarat materi Kestimbangan Fasa adalah mahasiswa telah mempelajari materi Hukum-hukum Termodinamika. Adapun materi Kestimbangan Fasa yang digunakan dalam perancangan CD Interaktif Kestimbangan Fasa terdiri dari: (1) Kondisi Kestimbangan, (2) Persamaan Clapeyron, (3) Integrasi Persamaan Clapeyron, (4) Efek Tekanan pada Tekanan Uap, (5) Aturan Fasa dan (6) Diagram Fasa. Kompetensi dasar dan indikator yang digunakan untuk mengukur apakah mahasiswa telah memenuhi standar kompetensi dapat dilihat pada Tabel 1. Selain materi, video dan gambar yang sesuai materi Kestimbangan Fasa juga dikumpulkan.

Tabel 1 Hubungan antara kompetensi dasar dengan indikator pada materi Kestimbangan Fasa

Kompetensi Dasar	Indikator
Menjelaskan Kondisi Kestimbangan	- Memahami kondisi kestimbangan suatu system
Menjelaskan Persamaan Clapeyron	- Memahami hubungan temperatur kestimbangan dengan tekanan - Mengaplikasikan persamaan Clapeyron
Menjelaskan Integrasi Persamaan Clapeyron	- Memahami persamaan Clausius-Clapeyron - Mengaplikasikan persamaan Clausius-Clapeyron
Menjelaskan Efek Tekanan pada Tekanan Uap	- Menghitung harga tekanan uap suatu sistem
Menjelaskan Aturan Fasa	- Memahami aturan fasa - Menentukan fasa sistem pada kestimbangan - Menentukan derajat kebebasan pada kestimbangan
Menjelaskan Diagram Fasa	- Memahami diagram fasa sistem - Menjelaskan diagram fase suatu sistem

3.2 Perancangan CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa

Desain perancangan CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa dilakukan dengan menggunakan program Delphi 7 dibantu dengan program lain seperti Microsoft Word, Total Video Converter, *Acrobat Reader*, Windows Movie Maker dan Media Player Classic menghasilkan *prototype-I*. *Prototype-I* dilengkapi autorun agar program dapat langsung terbuka menampilkan tampilan awal CD. Tampilan *prototype-I* terdiri dari tampilan cover dan tampilan isi (Gambar 1 a dan b).



Gambar 1. Tampilan cover (a) dan Tampilan isi (b) *Prototype-I* CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa

Tampilan isi *prototype-I* ini terdiri dari tombol untuk materi, video, evaluasi, musik, tampilan gambar, serta pengembang. Tombol materi berisi uraian materi, tombol video berisi video pendukung materi, tombol evaluasi berisi evaluasi dari keseluruhan materi, tombol musik berisi musik instrumen, dan tombol pengembang berisi data pengembang dan pemrogram. Agar program dapat berjalan dengan baik maka data yang dimasukkan harus kompatibel dengan program Delphi 7. Video dengan ekstensi wmv atau mov, materi dengan ekstensi rtf atau pdf, gambar dengan ekstensi bmp atau jpeg, dan musik berekstensi winamp. Hasil perancangan CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa dengan komputer adalah *prototype-I* selanjutnya divalidasi tim ahli materi dan media.

3.3 Validasi *Prototype-I* CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa

CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa divalidasi oleh tim ahli materi dan ahli media. Kuesioner untuk validasi materi terdiri dari 39 item yang mencakup aspek pembelajaran dan isi. Kuesioner untuk validasi media terdiri dari 30 item yang mencakup aspek tampilan, penyajian, dan pemrograman.

3.3.1 Validasi Ahli Materi

Hasil validasi oleh tim ahli materi terhadap *prototype-I* CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa yang dikembangkan diperoleh berupa data penilaian tim ahli materi dan saran-saran untuk melakukan perbaikan. Saran perbaikan yang diberikan tim ahli materi digunakan sebagai acuan untuk revisi *prototype-I*. Jenis kesalahan dan saran tim ahli materi dapat dilihat pada Tabel 2.

Secara keseluruhan tim ahli materi juga menyatakan bahwa sebagai media pembelajaran CD interaktif ini dapat mempermudah mahasiswa dalam memahami materi Kesetimbangan Fasa serta penggunaan waktu dalam pembelajaran menjadi lebih efisien.

Tabel 2. Jenis kesalahan dan saran perbaikan dari tim ahli materi

No	Bagian yang salah	Jenis kesalahan	Saran perbaikan
1	Soal	Soal yang ada belum lengkap	Soal yang ada dilengkapi sesuai dengan materi dan kompetensi dasar
2	Buku acuan	Belum ada 1	Buku acuan dilengkapi dalam bentuk e-book

3.3.2 Validasi Ahli Media

Hasil validasi oleh tim ahli media terhadap *prototype-I* CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa yang dikembangkan diperoleh berupa data penilaian tim ahli media dan saran-saran untuk melakukan perbaikan. Saran perbaikan yang diberikan tim ahli media digunakan sebagai acuan untuk revisi *prototype-I*. Jenis kesalahan dan saran tim ahli media dapat dilihat pada Tabel 3.

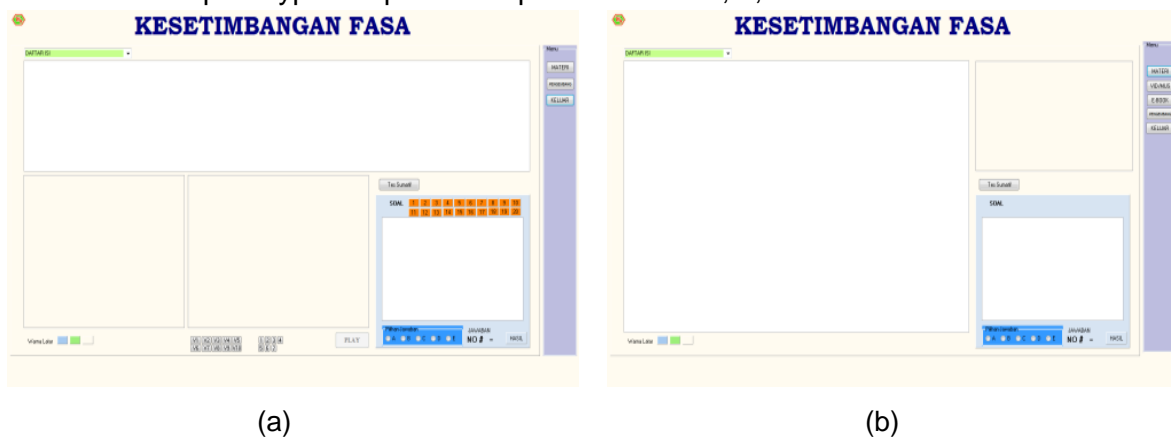
Tabel 3. Jenis kesalahan dan saran perbaikan dari tim ahli media

No	Bagian yang salah	Jenis kesalahan	Saran perbaikan
1	Uraian materi	Ukuran tampilan kecil	Ukuran tampilan diperbesar
2	Video	Tampilan kecil	Tampilan diperbesar

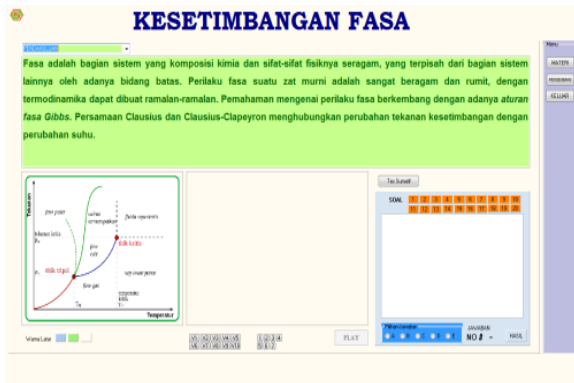
Secara keseluruhan tim ahli media menyatakan bahwa secara keseluruhan produk ini sudah baik, namun ada kesalahan yang perlu diperbaiki.

3.4 Revisi Prototype-I CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa

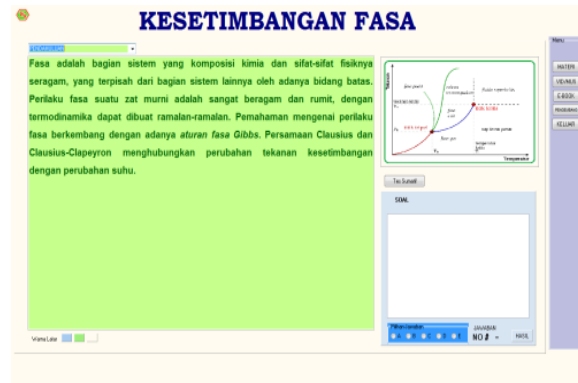
Proses revisi dilakukan berdasarkan saran-saran dari tim ahli materi dan tim ahli media. Beberapa tampilan CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa sebelum dan sesudah revisi *prototype-I* dapat dilihat pada Gambar 2, 3, dan 4.



Gambar 2 Tampilan isi CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa sebelum (a) dan sesudah (b) revisi



(a)

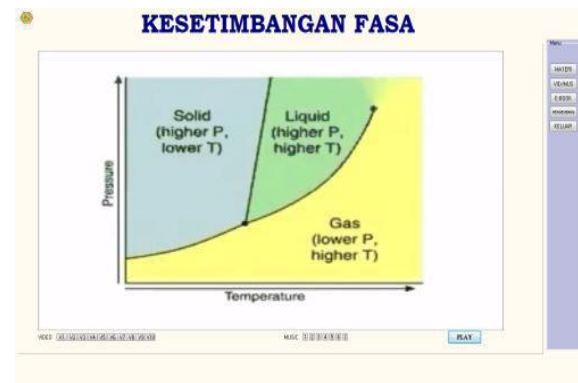


(b)

Gambar 3 Tampilan uraian materi CD Pembelajaran Interaktif Kestetim-bangan Fasa sebelum (a) dan sesudah (b) revisi



(a)



(b)

Gambar 4 Tampilan video CD Pembelajaran Interaktif Kestetim-bangan Fasa sebelum (a) dan sesudah (b) revisi

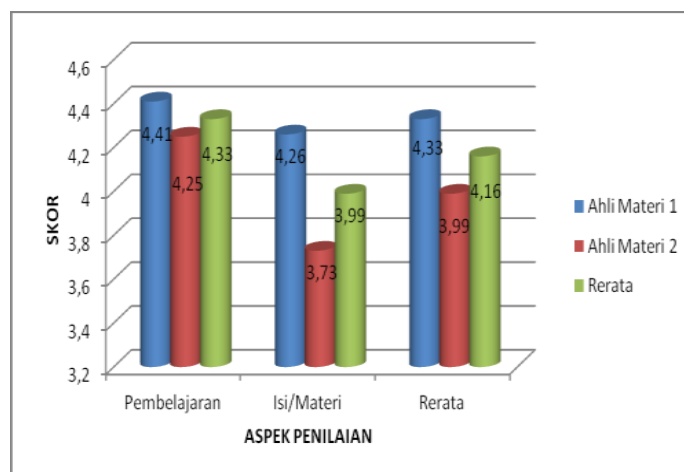
3.5 Analisis Data

3.5.1 Analisis data hasil validasi ahli materi

Data dari validasi ahli materi terdiri dari dua aspek yaitu aspek pembelajaran dan aspek isi/materi. Kriteria aspek pembelajaran dinilai “sangat baik” dan kriteria aspek isi/materi dinilai “baik” oleh tim ahli materi. Diagram batang penilaian pada Gambar 6 menunjukkan secara jelas bahwa skor rata-rata *prototype-I* CD Pembelajaran Interaktif Kestetim-bangan Fasa yang dikembangkan ditinjau dari aspek pembelajaran dan isi/materi adalah 4,16 termasuk dalam kriteria baik.

Tabel 4. Kualitas *prototype-I* CD Pembelajaran Interaktif Kestetim-bangan Fasa Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek penilaian	Rerata skor			Kriteria
	Ahli materi 1	Ahli materi 2	Rerata	
Aspek pembelajaran	4,41	4,25	4,33	Sangat baik
Aspek isi/materi	4,26	3,73	3,99	Baik
Rerata	4,33	3,99	4,16	Baik



Gambar 6 Diagram Batang Penilaian *Prototype-I* CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa oleh Ahli Materi

Meskipun penilaian oleh tim ahli materi termasuk kategori baik, namun masih ada beberapa saran atau masukan yang diberikan oleh tim ahli materi untuk merevisi *prototype-I* untuk lebih meningkatkan kualitas *prototype-I* yang dikembangkan. Revisi *prototype-I* telah dilakukan sesuai saran yang diberikan oleh tim ahli materi menghasilkan *prototype-II* CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa.

3.5.2 Analisis data hasil validasi ahli media

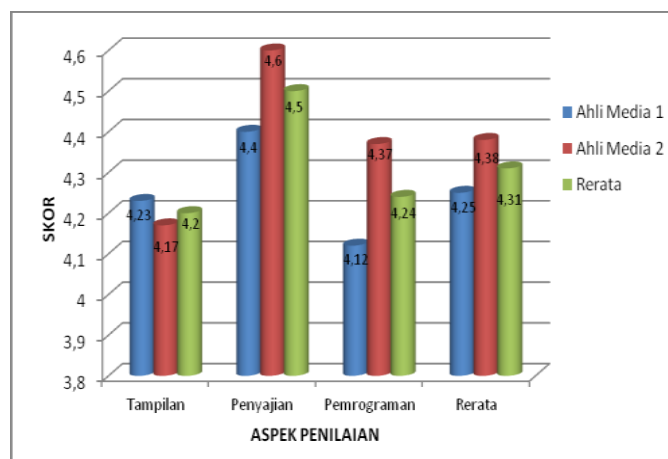
Data yang diperoleh dari validasi ahli media terdiri dari tiga aspek yaitu aspek tampilan, aspek penyajian, dan aspek pemrograman selanjutnya dianalisis dan dijadikan acuan untuk melakukan revisi *prototype-I* yang sedang dikembangkan. Aspek tampilan dinilai baik, aspek penyajian dan aspek pemrograman dinilai sangat baik oleh ahli media. Diagram batang penilaian pada Gambar 7 menunjukkan secara jelas bahwa skor rata-rata *prototype-I* CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa yang dikembangkan ditinjau dari aspek tampilan, penyajian dan pemrograman adalah 4,31 termasuk dalam kriteria sangat baik.

Tabel 5. Kualitas *prototype-I* CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa Hasil Validasi Ahli Media

Aspek penilaian	Rerata skor			Kriteria
	Ahli media 1	Ahli media 2	Rerata	
Aspek tampilan	4,23	4,17	4,2	Baik
Aspek penyajian	4,4	4,6	4,5	Sangat baik
Aspek pemrograman	4,12	4,37	4,24	Sangat baik
Rerata	4,25	4,38	4,31	Sangat baik

KESIMPULAN

Media CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa merupakan pengembangan awal yang mengadopsi metode pengembangan Akker dan Plomp. Kriteria kualitas *prototype-I* CD pembelajaran interaktif kesetimbangan fasa hasil validasi tim ahli materi adalah baik dengan rerata skor 4,16 dan hasil validasi tim ahli media adalah sangat baik dengan rerata skor 4,31. Hasil validasi menunjukkan bahwa *prototype-I* layak untuk digunakan/uji coba lapangan dengan revisi sesuai saran ahli materi dan ahli media. Hasil revisi *prototype-I* adalah *prototype-II*, dimana isi dan tampilannya lebih baik, sesuai dengan kurikulum yang berlaku dan sesuai dengan kaidah-kaidah pendidikan serta mengandung unsur edukasi.



Gambar 7 Diagram Batang Penilaian *Prototype-I* CD Pembelajaran Interaktif Kesetimbangan Fasa oleh Ahli Media

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Program Pendidikan Tinggi PKUPT Universitas Jambi dan DP2M Ditjen Dikti atas pendanaan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widodo CS, Jasmadi. 2008. Panduan Menyusun Bahan Ajar Berbasis Kompetensi. Jakarta: Kompas Gramedia.
- [2] Acree B, Cormae RM, Fulbright G, Weaver S, Krantzman KD. 1995. Creating animation of chemical reactions. *J. Chem. Ed.*, 72 (12): 1077-1082.
- [3] Jones LL, Smith SG. 1993. Multimedia technology: a catalyst for change in chemical education. *Pure and Applied Chemistry*. 65:245-249.
- [4] Fetton LA, Keesee K, Mattox R, McClosky R, Medley G. 2000. Comparison of video instruction and conventional learning methods on students' understanding. *Am. J. Pharm. Educ.*, 65:53-57.
- [5] Syahri W. 2010. Pengembangan Media Interaktif Pembelajaran Elektrokimia dengan Model Kooperatif tipe Jigsaw untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa. Tesis. Universitas Jambi.
- [6] Syahri W, Yusnaidar. 2012. Pengembangan CD Pembelajaran Interaktif Termodinamika Kimia untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa. Prosiding Bidang Pendidikan MIPA Tanggal 11-12 Mei 2012 BKS Wilayah Barat. Medan.
- [7] Akker JJHVD. 1999. Principle and methods of development research, In J.J.H. van den Akker RM, Branch K, Gustafson NM. Nieveen and Tj. Plomp (Eds). *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Dordrecht:Kluwer.

KIMIA
SAINS



2014

Semirata

 Bidang MIPA

PENGGUNAAN TiO₂-NiFe₂O₄, TiO₂-CuFe₂O₄, dan TiO₂-MnFe₂O₄ untuk DEGRADASI RHODAMIN-B SECARA FOTOLISIS DAN OZONOLISIS

THE USE OF TiO₂-NiFe₂O₄, TiO₂-CuFe₂O₄, dan TiO₂-MnFe₂O₄ FOR DEGRADATION OF RHODAMINE-B BY PHOTOLYSIS AND OZONOLYSIS

Safni¹, Deliza¹, Rahmayeni²

Laboratorium Kimia Analisis Terapan Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Andalas¹ Kampus Limau Manis Padang 25163
safni@yahoo.com

Laboratorium Kimia Material, Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Andalas²

ABSTRACT

Degradation of Rhodamine-B has been done by photolysis and ozonolysis using TiO₂-NiFe₂O₄, TiO₂-CuFe₂O₄, and TiO₂-MnFe₂O₄ as catalysts. Photolysis method used UV lamp (λ 365 nm), while ozonolysis method used ozon reactor, and analysis of Rhodamine-B by using spectrophotometer UV-Vis. TiO₂-NiFe₂O₄, TiO₂-CuFe₂O₄, TiO₂-MnFe₂O₄ catalyst were characterized by XRD to determine size and structure of crystal. Degradation of Rhodamine-B using ozonolysis was faster than photolysis method. By photolysis process within 180 minutes, 2 mg/L Rhodamine-B was degraded as 93.33 % without catalyst. Otherwise, it was degraded as 99.55 %, 99.77 %, 100 %, 100 % after adding 0.02 g of TiO₂-MnFe₂O₄, TiO₂-CuFe₂O₄, TiO₂-anatase, TiO₂-NiFe₂O₄ catalyst, respectively. By ozonolysis process within 25 minutes, 2 mg/L Rhodamine-B was degraded as 99.33% without catalyst and after adding 0.02 g of TiO₂-MnFe₂O₄, TiO₂-CuFe₂O₄, TiO₂-anatase, TiO₂-NiFe₂O₄ catalysts as 99.77 %, 99.77 %, 99.77 %, 100 %, respectively.

Keywords : Degradation, Rhodamine-B, Photolysis, Ozonolysis, TiO₂-Ni/Cu/Mn-Fe₂O₄

ABSTRAK

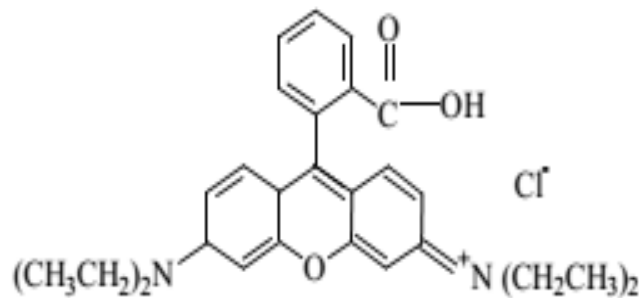
Degradasi zat warna rhodamin-B telah dilakukan secara fotolisis dan ozonolisis dengan penambahan katalis TiO₂-NiFe₂O₄, TiO₂-MnFe₂O₄, dan TiO₂-CuFe₂O₄. Metoda fotolisis menggunakan lampu UV (λ 365 nm) dan metoda ozonolisis menggunakan reaktor ozon. Larutan rhodamin-B dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis. Katalis TiO₂-NiFe₂O₄, TiO₂-MnFe₂O₄; dan TiO₂-CuFe₂O₄ dikarakterisasi dengan XRD untuk menentukan ukuran kristal dan struktur kristal. Metoda ozonolisis lebih cepat mendegradasi rhodamin-B dibanding fotolisis. Secara fotolisis selama 180 menit, larutan 2 mg/L rhodamin-B dapat didegradasi sebesar 93,33 % tanpa penambahan katalis dan setelah penambahan 0,02 g katalis TiO₂-MnFe₂O₄, TiO₂-CuFe₂O₄, TiO₂-anatase, TiO₂-NiFe₂O₄ secara berturut-turut terdegradasi sebesar 99,55 %, 99,77 %, 100 %, 100 %. Secara ozonolisis selama 25 menit, larutan 2 mg/L rhodamin-B dapat didegradasi sebesar 99,33 % dengan tanpa penambahan katalis dan setelah penambahan 0,02 g katalis TiO₂-MnFe₂O₄; TiO₂-CuFe₂O₄; TiO₂-anatase; TiO₂-NiFe₂O₄ secara berturut-turut terdegradasi sebesar 99,77 %; 99,77 %; 99,77 %; 100 %.

Kata kunci: Degradasi, Rhodamin-B, Fotolisis, Ozonolisis, TiO₂-Ni/Cu/Mn-Fe₂O₄

PENDAHULUAN

Rhodamin-B memiliki struktur molekul seperti pada Gambar 1. Rhodamin-B merupakan zat warna toksik, apabila masuk ke dalam tubuh dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti kerusakan ginjal, kanker, dan gangguan hati. Keberadaan rhodamin-B dalam limbah cair akan berpotensi menjadi penyebab pencemaran air yang berarti menurunkan

kualitas air yang dikonsumsi oleh makhluk hidup. Oleh karena itu perlu dilakukan proses degradasi terhadap senyawa rhodamin-B ini.



Gambar 1 Struktur Rhodamin B

Beberapa penelitian sebelumnya, degradasi rhodamin-B telah dilakukan dengan berbagai metode, yaitu fotolisis [1-9], sonolisis [1-3,10] dan ozonolisis [11]. Beberapa jenis katalis juga telah diujicobakan dalam proses degradasi rhodamin-B ini seperti TiO₂-anatase [1-2], TiO₂-rutil [2], ZnO-H₂O₂ [3], ZnO [4], nanosperik SiO₂/TiO₂ [5], nanopartikel Bi₂WO₆ [6], C-, S-, N-, dan Fe-*doped* TiO₂ [7], ZnWO₄ [8], Pb₃Nb₄O₁₃/fumed SiO₂ [9]

Sejauh ini belum ada yang membandingkan sifat fotokatalitik dan pengujian terhadap penggunaan katalis magnetik TiO₂-NiFe₂O₄, TiO₂-CuFe₂O₄, dan TiO₂-MnFe₂O₄ (TiO₂-Ni/Cu/Mn-Fe₂O₄). Pada penelitian ini dilakukan pengujian kecepatan proses degradasi zat warna rhodamin-B secara fotolisis atau ozonolisis.dengan penggunaan beberapa katalis, yaitu; TiO₂-NiFe₂O₄, TiO₂-CuFe₂O₄, dan TiO₂-MnFe₂O₄ (TiO₂-Ni/Cu/Mn-Fe₂O₄).

METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bubuk Rhodamin-B, TiO₂-anatase (Ishihara Sangyo, Ltd. *Japan*), titanium isopropoksida 97%, Ni(NO₃)₂·6H₂O, Cu(NO₃)₂·6H₂O, Mn(NO₃)₂·6H₂O dan Fe(NO₃)₃·9H₂O 98%, etanol, dan akuades.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah lampu UV (Germicidal CE G 13 Base 8FC11004, λ 365 nm, 10 watt), reaktor ozon (*Sterilizer ozone maker* Hanaco), spektrofotometer UV-Vis (S.1000 Secomam, Sarcelles, Perancis), sentrifus dengan kecepatan 6000 rpm (Profuge Model PRF 6Kp, Korea), timbangan analitik, (AA- 200, Denver Instrument Company), pengaduk, oven, *hot plate stirrer*, *furnace*. Karakterisasi sampel menggunakan XRD (Philip X'Pert Powder Type PW4030/60)

2.2 Pengaruh Variasi Waktu, Variasi Katalis terhadap Degradasi Rhodamin-B secara Fotolisis atau Ozonolisis

Larutan 2 mg/L rhodamin-B dimasukkan ke dalam enam buah petridish 20 mL. Selanjutnya ditambahkan ke dalam masing-masingnya 0,02 g TiO₂-Ni-Fe₂O₄. Larutan yang telah ditambah katalis difotolisis selama 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit. Larutan yang telah didegradasi kemudian disentrifus untuk memisahkan filtrat dengan katalis. Filtratnya diukur dengan Spektrofotometer UV-Vis. Setelah itu dilakukan perhitungan persen degradasi. Perlakuan yang sama dilakukan untuk katalis TiO₂-Cu-Fe₂O₄ dan TiO₂-Mn-Fe₂O₄. Untuk metoda ozonolisis, dilakukan hal sama seperti untuk metoda fotolisis, kecuali variasi

waktunya yaitu; 5, 10, 15, 20 dan 25 menit. Sebagai pembandingan dilakukan juga prosedur yang sama untuk katalis TiO₂-anatase.

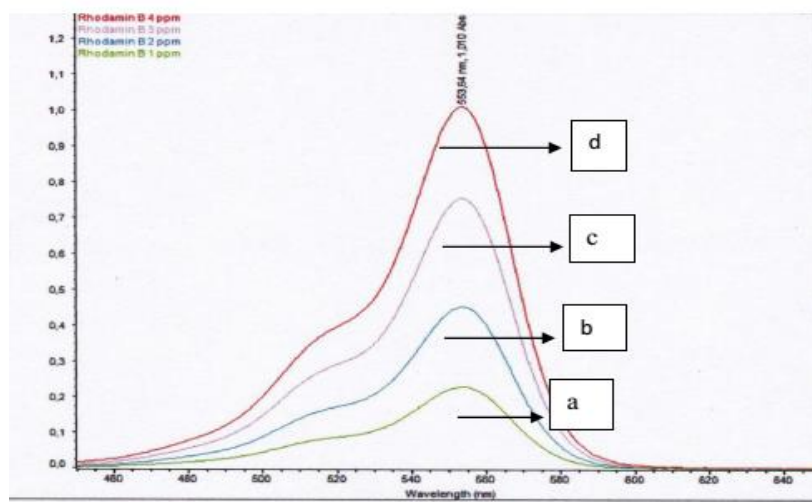
HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembuatan Nanopartikel TiO₂-Ni/Cu/Mn-Fe₂O₄

Partikel TiO₂-Ni/Cu/Mn-Fe₂O₄ dibuat dengan metode kopresipitasi. Bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan nanopartikel adalah nikel/tembaga/mangan nitrat berhidrat sebagai sumber nikel, tembaga atau mangan. Besi nitrat berhidrat sebagai sumber besi dan isopropanol sebagai pelarut. Metode kopresipitasi digunakan pada proses pengendapan garam-garam nitrat yang akan menghasilkan endapan logam berupa Fe(OH)₃, Ni(OH)₂. Pencampuran besi nitrat dengan nikel/tembaga/mangan nitrat dilakukan dengan perbandingan 2:1. Pencampuran ini dilakukan pada suhu 65 °C sambil diaduk.

Metode hidrolisis digunakan pada pembentukan TiO₂ dari prekursoranya, yaitu titanium isopropoksida (TIP). Pada saat pembuatan prekursor logam, TIP dilarutkan terlebih dahulu dengan alkohol, yang bertujuan untuk mencegah hidrolisis yang berlebihan dari TiO₂. Pada saat terbentuk gel dilakukan pengeringan sampel dengan oven pada suhu 120 °C selama 24 jam untuk menguapkan air serta pengotor-pengotor lainnya. Setelah dipanaskan didapat campuran logam berbentuk bongkahan-bongkahan lalu digerus sampai halus dan dikalsinasi pada suhu 500 °C selama 3 jam, sehingga diperoleh TiO₂ dengan struktur anatase [2]. Katalis TiO₂-NiFe₂O₄, TiO₂-CuFe₂O₄, TiO₂-MnFe₂O₄ dibuat dengan perbandingan 1:0,1.

3.2 Pengukuran Spektrum Serapan Rhodamin-B



Gambar 2 Spektrum serapan Rhodamin B pada variasi konsentrasi (a) 1 mg/L, (b) 2 mg/L, (c) 3 mg/L dan (d) 4 mg/L

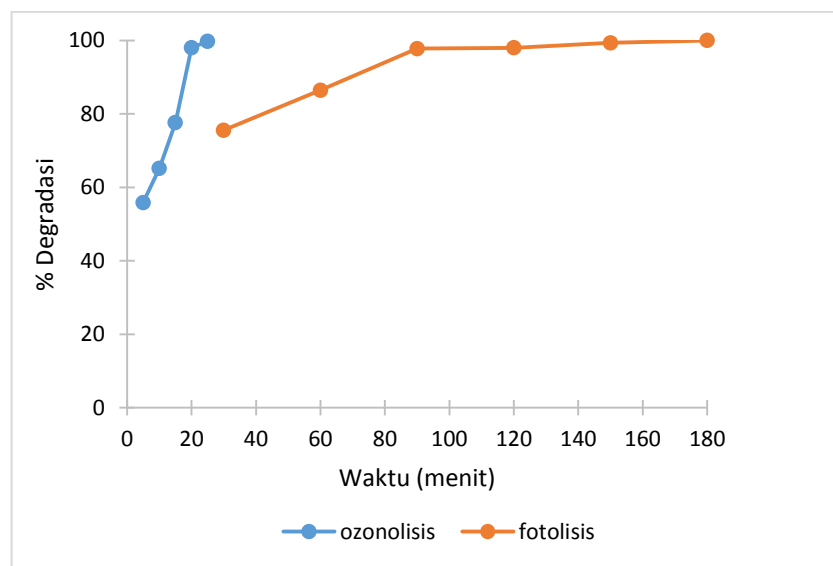
Gambar 2 memperlihatkan bahwa rhodamin-B memberikan serapan maksimum pada panjang gelombang 553,5 nm. Nilai absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi rhodamin-B, dengan persamaan regresi kurva kalibrasi standardnya; $Y = 0,265X + 0,051$ dan nilai $R^2 = 0,9977$. Berdasarkan nilai serapan hasil pengukuran dengan spektrum UV-Vis dapat dihitung nilai absorptivitas molar (ϵ) dari rhodamin-B. Perhitungan dilakukan berdasarkan Hukum Lambert-Beer, dan didapat nilai absorptivitas molar (ϵ) rhodamin-B

adalah $114423,861 \text{ Lmol}^{-1}\text{cm}^{-1}$. Nilai ini menunjukkan sensitivitas pendeteksian yang cukup tinggi.

3.3 Perbandingan Kecepatan Metode Fotolisis dengan Ozonolisis pada Proses Degradasi Rhodamin-B

Gambar 3 memperlihatkan pengaruh waktu fotolisis dan ozonolisis terhadap persentase degradasi 2 mg/L rhodamin-B dengan penambahan 0,02 g TiO_2 -anatase. 2 mg/L rhodamin-B dapat didegradasi sebanyak 100% setelah 180 menit proses fotolisis dengan penambahan 0,02 g TiO_2 -anatase. Akan tetapi secara ozonolisis, dengan waktu yang lebih singkat, yaitu 25 menit rhodamin-B dapat didegradasi sebanyak 99,77%.

Pada metode ozonolisis, rhodamin-B didegradasi oleh ozon dan radikal OH. Jarak pipa kapiler dari reaktor ozon ke permukaan larutan akan berpengaruh terhadap kecepatan degradasi senyawa organik. Semakin dekat jarak pipa kapiler ke larutan maka tekanan ozon untuk mendegradasi semakin kuat. Akan tetapi pada metode fotokatalisis, rhodamin-B didegradasi oleh radikal OH saja.



Gambar 3 Perbandingan kecepatan metoda fotolisis dengan ozonolisis dalam mendegradasi rhodamin-B dengan penambahan TiO_2 -anatase

3.4 Pengaruh Katalis terhadap Degradasi Rhodamin-B secara Fotolisis

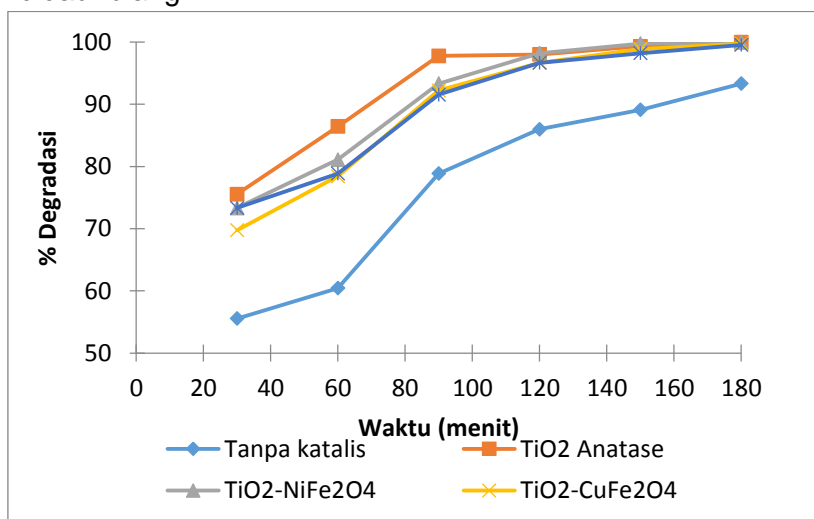
Gambar 4 memperlihatkan pengaruh beberapa katalis, yaitu TiO_2 -anatase, TiO_2 - NiFe_2O_4 , TiO_2 - CuFe_2O_4 dan TiO_2 - MnFe_2O_4 terhadap kecepatan proses degradasi rhodamin-B secara fotolisis. Degradasi rhodamin-B 2 mg/L secara fotolisis dilakukan dengan variasi waktu, yaitu 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit. Semakin lama diiradiasi maka persen degradasi rhodamin-B juga meningkat.

Secara fotolisis selama 180 menit, larutan rhodamin-B 2 mg/L dapat didegradasi sebesar 93,33 % tanpa penambahan katalis dan setelah penambahan 0,02 g katalis TiO_2 - MnFe_2O_4 , TiO_2 - CuFe_2O_4 , TiO_2 -anatase, TiO_2 - NiFe_2O_4 secara berturut-turut terdegradasi sebesar 99,55 %, 99,77 %, 100 %, 100 %.

Dengan penambahan katalis pada proses degradasi rhodamin-B, maka waktu degradasi akan menjadi lebih cepat dibandingkan dengan tanpa penambahan katalis. Penambahan katalis selama proses degradasi akan membantu memperbanyak radikal OH, jika katalis hanya menumpuk maka tidak akan banyak yang berinteraksi di dalam larutan

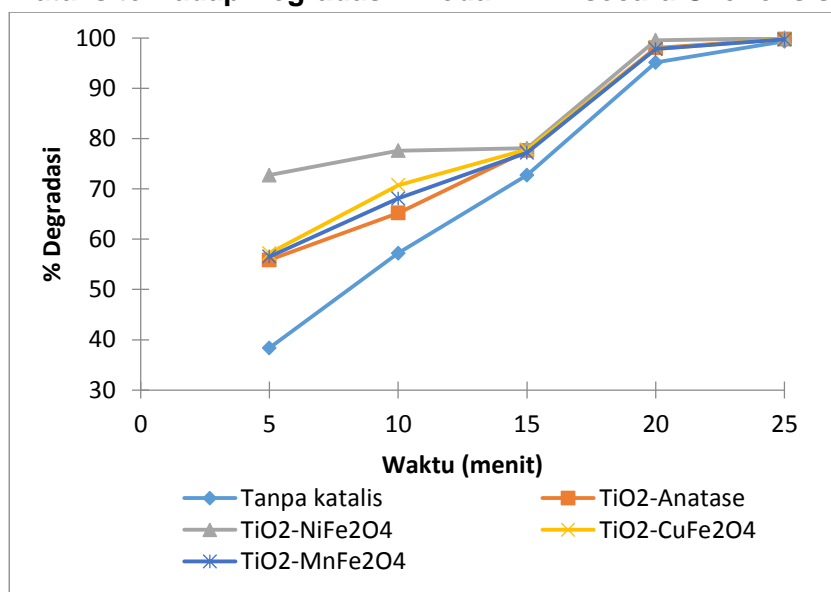
yang nanti akan membantu dalam proses pendegradasian. Mekanisme degradasi akan lebih mudah dipelajari setelah 30 – 120 menit proses fotolisis.

Penambahan $\text{TiO}_2\text{-Ni/Cu/Mn-Fe}_2\text{O}_4$ dapat mempercepat proses degradasi rhodamin-B seperti halnya dengan penambahan $\text{TiO}_2\text{-anatase}$. Fotorespon dan aktifitas fotokatalitik $\text{TiO}_2\text{-Ni/Cu/Mn-Fe}_2\text{O}_4$ tidak berbeda secara signifikan dibandingkan dengan $\text{TiO}_2\text{-anatase}$. Akan tetapi $\text{TiO}_2\text{-Ni/Cu/Mn-Fe}_2\text{O}_4$ memiliki sifat magnet sehingga lebih mudah dipisahkan dan didaur ulang.



Gambar 4. Pengaruh katalis terhadap degradasi rhodamin-B secara fotolisis

3.5 Pengaruh Katalis terhadap Degradasi Rhodamin-B secara Ozonolisis



Gambar 5 Pengaruh katalis terhadap degradasi rhodamin-B secara ozonolisis

Gambar 5 memperlihatkan hubungan persentase degradasi rhodamin-B tanpa penambahan dan dengan penambahan 0,02 g katalis $\text{TiO}_2\text{-MnFe}_2\text{O}_4$, $\text{TiO}_2\text{-CuFe}_2\text{O}_4$, $\text{TiO}_2\text{-anatase}$ atau $\text{TiO}_2\text{-NiFe}_2\text{O}_4$ secara ozonolisis. Degradasi 2 mg/L rhodamin-B secara ozonolisis dilakukan dengan variasi waktu 5, 10, 15, 20 dan 25 menit. Semakin lama waktu ozonolisis maka jumlah rhodamin-B yang dapat didegradasi juga semakin meningkat.

Jarak pipa kapiler ke permukaan larutan pada proses ozonolisis akan berpengaruh terhadap degradasi senyawa organik. Semakin dekat jarak pipa kapiler ke larutan maka tekanan ozon untuk mendegradasi semakin kuat, dimana terjadi pemecahan ikatan antara

C=C sehingga menghasilkan C=O. Secara ozonolisis selama 25 menit, larutan 2 mg/L rhodamin-B dapat didegradasi sebesar 99,33 % dengan tanpa penambahan katalis dan setelah penambahan 0,02 g katalis TiO_2 -anatase; TiO_2 - MnFe_2O_4 ; TiO_2 - CuFe_2O_4 ; TiO_2 - NiFe_2O_4 secara berturut-turut terdegradasi sebesar 99,77 %; 99,77 %; 99,77 %; 100 %.

TiO_2 - NiFe_2O_4 memiliki ukuran kristal 39,787, lebih besar dari TiO_2 - CuFe_2O_4 yang ukuran kristalnya sebesar 13,279 dan TiO_2 - MnFe_2O_4 . Dengan demikian TiO_2 - NiFe_2O_4 lebih menyebar di dalam larutan rhodamin-B pada saat proses degradasi dibanding dengan ukuran kristal yang lebih kecil yang akan sering menumpuk kalau tidak dilakukan pengadukan. Mekanisme degradasi akan lebih mudah dipelajari setelah 5 – 15 menit proses ozonolisis.

KESIMPULAN

Metode ozonolisis dapat mendegradasi rhodamin-B dalam waktu yang relatif jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode fotolisis. Katalis TiO_2 -Ni/Cu/Mn- Fe_2O_4 memiliki kemampuan fotokatalitik relatif sama. Zat warna rhodamin-B dapat didegradasi 100 % dengan penambahan katalis 0,02 g TiO_2 - NiFe_2O_4 setelah difotolisis selama 180 menit dan 25 menit setelah diozonolisis.

PUSTAKA

- [1] Safni, Putri TNH, Suyani H. 2008. Degradation of Rhodamin B dyes by sonolysis and photolysis methods with addition of TiO_2 -anatase. *Jurnal Sains Teknologi Farmasi* 13(1): 38 – 42.
- [2] Arief S, Safni, Roza PP. 2007. Degradation of Rhodamin B dyes by sonolysis method with addition of TiO_2 synthesized by sol-gel process. *Jurnal Riset Kimia* 1(1): 64 – 69
- [3] Safni, Amelia F, Liansari O, Suyani H, Yusuf Y. 2009. Degradation of Rhodamin-B and Alizarin-S dyes by sonolysis dan photolysis methods with $\text{ZnO-H}_2\text{O}_2$ as catalyist. *Jurnal Riset Kimia* 3(1): 76-82.
- [4] Byrappa K, Subramani AK, Ananda S, Rai KML, Dinesh R, Yoshimura M. 2006. Photocatalytic degradation of rhodamine B dye using hydrothermally synthesized ZnO . *Bulletin of Materials* 29 (5): 433-438.
- [5] Wilhelm P, Wilhelm D. 2007. Photodegradation of Rhodamine B in Aqueous Solution Via $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ Nano-Spheres. *Journal of Photochemistry and Photobiology* 185: 19–25.
- [6] Fu H, Pan C, Yao W, Zhu Y. 2005. Visible Light Induced degradation of rhodamine B by nanosized Bi_2WO_6 . *Journal of Physical Chemistry B* 109 (47): 22432-22439.
- [7] Yang X, Cao C, Erickson L, Hohn K, Maghirang R, Klabunde K. 2009. Photocatalytic degradation of rhodamine B on C-, S-, N-, and Fe-doped TiO_2 under visible-light irradiation. *Applied Catalysis B: Environmental* 91 (3-4): 657-662.
- [8] Zhao X, Zhu Y. 2006. Synergetic degradation of rhodamine B at a porous ZnWO_4 film electrode by combine electro-oxidation and photocatalysis. *Environmental Science & Technology* 40 (10): 3367-3372.
- [9] Li X, Ye J. 2007. Photocatalytic degradation of rhodamine B over $\text{Pb}_3\text{Nb}_4\text{O}_{13}$ /fumed SiO_2 composite under visible light irradiation. *Journal of Physical Chemistry* 111 (35): 13109-13116.
- [10] Merouani S, Hamdaoui O, Saoudi F, Chiha M, Petrier C. 2010. Influence of bicarbonate and carbonate ions on sonochemical degradation of rhodamine B in aqueous solution. *Journal of Hazardous* 175 (1-3): 593-599.
- [11] Cuiping B, Xianfeng X, Wenqi G, Dexin F, Mo X, Zhongxue G, Nian X. 2011. Removal of rhodamine B by ozone-based advance oxidation process. *Desalination* 278 (1-3):84-90.

PENGGUNAAN TiO₂/ZEOLIT SEBAGAI PENDEGRADASI KARBARIL SECARA OZONOLISIS

TiO₂/ZEOLITE AS A DEGRADATION AGENT FOR CARBARYL BY OZONOLYSIS

Zilfa,^{1*} Hamzar Suyani² Prima Nuansa³

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas, Padang^{1*}

Email: zilfa_58@yahoo.com dan (0751) 71681

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas, Padang^{2,3}

ABSTRACT

An investigation of TiO₂/Zeolite as degradation agent for Carbaryl was done by ozonolysis. Zeolite are silica alumina compound that serve as support for TiO₂, to increase the catalytic activity of TiO₂. Carbaryl is an organic compound of the carbamate group found in insecticide Sevin® 85SP, used widely by farmers. Ozonolysis is one of many degradation methods for organic compound by using ozone (O₃) thus producing simple compound. The degradation result of 10 mL carbaryl 15 mg/L with addition of catalyst 15 mg TiO₂/Zeolite was 80,65 % after 90 minutes ozonolysis, whereas the addition of 14,4 mg Zeolite the percentage of degradation reach 32,55 % during ozonolysis 90 minutes and with the addition of 0,6 mg TiO₂-anatase reach 59,36 % during 90 minutes ozonolysis. Percentage degradation of carbaryl compared with the addition of TiO₂/Zeolite, Zeolite, and TiO₂. TiO₂/Zeolite turned out to be more effective and for the carbaryl degradation if compound with.

Keywords : degradation, carbaryl, ozonolysis, TiO₂/Zeolite

ABSTRAK

Penelitian tentang penggunaan TiO₂/Zeolite dalam pendegradasian karbaril secara ozonolisis telah dilakukan. Zeolite merupakan senyawa alumina silika yang berfungsi sebagai penyangga bagi TiO₂, sehingga dapat meningkatkan aktivitas katalitik dari TiO₂. Karbaril adalah senyawa organik golongan karbamat yang terkandung dalam insektisida Sevin® 85SP, cukup banyak digunakan oleh para petani. Ozonolisis merupakan proses penggunaan senyawa ozon untuk degradasi senyawa-senyawa organik, sehingga dihasilkan senyawa yang lebih sederhana. Degradasi Karbaril 15 mg/L sebanyak 10 mL mencapai 80,65 % dengan penambahan 15 mg TiO₂/Zeolite, penambahan 14,4 mg Zeolite persentase degradasi mencapai 32,55 %, penambahan 0,6 TiO₂ persentase degradasi 59,36 %, waktu ozonolisis selama 90 menit. Degradasi karbaril dengan penambahan TiO₂/Zeolite, lebih efektif dan efisien dibandingkan penambahan Zeolite dan TiO₂ saja.

Kata kunci : degradasi, karbaril, ozonolisis, TiO₂/Zeolite

PENDAHULUAN

Zeolite merupakan salah satu mineral yang banyak terkandung di bumi Indonesia yang pemanfaatannya belum maksimal. Zeolite merupakan batuan atau mineral alam yang secara kimiawi termasuk golongan mineral silika dan dinyatakan sebagai alumina silikat terhidrasi dan berbentuk halus. Zeolite alam mempunyai beberapa sifat di antaranya dehidrasi, adsorpsi, penukar ion, katalisator dan separator [1]. Zeolite memiliki bentuk kristal yang sangat teratur dengan rongga yang saling berhubungan ke segala arah yang menyebabkan luas permukaan zeolite sangat besar sehingga sangat baik digunakan sebagai adsorben [2].

Penelitian tentang pemanfaatan zeolit untuk berbagai aplikasi terutama yang diarahkan pada aspek peningkatan dan efisiensi proses industri dan pencemaran lingkungan telah dilakukan. Diantaranya adalah penggunaan Zeolit alam sebagai katalis dalam pembuatan biodiesel [3], penggunaan zeolit sebagai pendegradasi senyawa Permetrin dengan metode fotolisis [4], dan penggunaan zeolit sebagai adsorben terhadap ion kromium [2].

Selain zeolit alam, TiO_2 juga merupakan senyawa yang banyak digunakan untuk berbagai aplikasi. TiO_2 merupakan katalis yang paling banyak digunakan dalam penanganan masalah lingkungan seperti purifikasi dan pengolahan limbah cair, pengendalian limbah berbahaya, purifikasi udara dan desinfeksi air. TiO_2 juga merupakan salah satu katalis yang paling stabil, bersifat inert baik secara biologi maupun secara kimia, stabil dan tahan korosi kimia selama reaksi berlangsung [5]. Hal ini didukung oleh beberapa penelitian diantaranya, degradasi senyawa Sudan I secara sonolisis dan fotolisis dengan penambahan TiO_2 -anatase [6]. Degradasi zat warna Alizarin secara sonolisis dan fotolisis dengan penambahan TiO_2 -anatase [7].

Sifat adsorpsi dan katalisator pada zeolit dapat dimanfaatkan sebagai pendukung atau penyangga bagi TiO_2 . Hal ini dapat dilakukan melalui pengembunan TiO_2 pada zeolit. Penggunaan TiO_2 /Zeolit sebagai katalis telah dilakukan pada pengolahan limbah cair tapioca [8], degradasi senyawa profenofos dalam insektisida Curacron 500 EC [9].

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian penggunaan TiO_2 /Zeolit sebagai pendegradasi senyawa karbaril yang terkandung dalam insektisida Sevin® 85SP secara ozonolisis. Karbaril (*1-naphthyl-N-methylcarbamate*) merupakan senyawa organik sintesis golongan karbamat yang diperkenalkan pada tahun 1956 oleh *Union Carbide Corporation* [10]. Karbaril cukup beracun sehingga dapat memberikan dampak buruk pada manusia jika terjadi kontak pada kulit, terhirup, dan tertelan. Gejala-gejala keracunan akut jika kontak dengan mata dan kulit dapat menyebabkan luka bakar. Jika terhirup atau tertelan dalam jumlah besar, dapat menimbulkan rasa mual, kejang perut, diare, dan air liur berlebihan. Degradasi karbaril dalam tanah sebagian besar disebabkan oleh sinar matahari dan mikrobakteri. Ozonolisis merupakan metode degradasi senyawa organik dengan menggunakan ozon (O_3), dimana terjadi pemutusan ikatan antara C=C sehingga menghasilkan ikatan rangkap C=O [8].

METODE PENELITIAN

Bahan kimia, peralatan dan instrumentasi

Bahan yang digunakan adalah insektisida Sevin® 85SP dengan bahan aktif Karbaril ($\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{NO}_2$) 85% (PT. Bayer Indonesia), Titanium dioksida (TiO_2 -anatase) (Ishihara Sangyo, LTD, Japan), zeolit alam (Tasik Malaya, Bandung), asetonitril (CH_3CN) 95% (Merck), perak nitrat (AgNO_3) (Merck), natrium klorida (NaCl) (Merck) dan akuabides (H_2O).

Peralatan yang digunakan adalah Spektrofotometer UV/Vis (Evolution 201), reactor ozon (Bioozone Space age sterilizer, Natural Health Sciencs, sdn. Bhd. Malaysia), sentrifus (Profuge Model PRF 6 Kp, Korea), neraca analitik, oven, pengayak, hotplate, magnetic stirrer, Erlenmeyer, gelas ukur, pipet takar dan peralatan gelas lainnya.

Prosedur Penelitian

Preparasi katalis TiO_2 /Zeolit

Preparasi Na-Zeolit

Sebanyak 200 mg Zeolit alam diayak menggunakan pengayak berukuran 250 mesh. Kemudian dicuci dengan akuades, disaring dan dikeringkan dalam oven. Kemudian zeolit dijenuhkan dengan NaCl sambil diaduk selama 24 jam, kemudian dicuci dengan menggunakan akuabides. Setelah dicuci, pada filtrat ditambahkan AgNO₃. Pencucian dilakukan sampai tidak diperoleh kembali endapan putih

Pilarisasi Zeolit

Sebanyak 25 mg Na-Zeolit dimasukkan ke dalam akuabides dan diaduk dengan pengaduk magnet selama 5 jam. Na-Zeolit yang telah dimasukkan ke dalam akuabides dicampur dengan 1 mg TiO₂-anatase sedikit demi sedikit. Hasil pencampuran dipisahkan dengan penyaringan vakum dan dikeringkan dalam oven pada temperatur 110-120°C. Setelah kering, sampel digerus sampai halus kemudian diayak dengan menggunakan pengayak 100 mesh. Hasil ayakan dikalsinasi pada temperatur 350° C selama 12 jam⁴. Perbandingan pemakaian TiO₂ dengan zeolit adalah 1:25.

Pembuatan Variasi Pelarut

Untuk menentukan perbandingan pelarut asetonitril dan akuabides yang digunakan, 0,05 g Sevin® 85SP dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Sampel diujicobakan dengan beberapa perbandingan pelarut asetonitril : akuabides (0:10, 1:9, 2:8, 3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3, 8:2, 9:1 dan 10:0). Selanjutnya dipilih perbandingan pelarut yang mulai menghasilkan larutan bening atau tidak berwarna.

Pembuatan larutan stok karbaril 85 mg/L

Larutan induk dibuat dengan melarutkan sebanyak 0,100 g bubuk Sevin® 85SP ke dalam labu ukur 10 mL. Sampel diencerkan dengan menggunakan pelarut (asetonitril : akuabides) sampai tanda batas. Kemudian diencerkan dengan pengenceran bertingkat hingga diperoleh larutan stok karbaril dengan konsentrasi 85 mg/L.

Penentuan spektrum serapan karbaril dari beberapa konsentrasi

Larutan karbaril 85 mg/L diencerkan menjadi lima variasi konsentrasi, yaitu 5, 10, 15, 20, dan 25 mg/L. Kemudian dilakukan pengukuran spektrum serapan terhadap lima variasi konsentrasi larutan tersebut dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 230-330 nm.

Pengaruh waktu ozonolisis terhadap persentase degradasi karbaril dengan penambahan 15 mg TiO₂/Zeolit

Larutan Karbaril 15 mg/L dimasukkan ke dalam tujuh buah Erlenmeyer dengan volume masing-masing 10 mL. Ke dalam masing-masing larutan ditambahkan 15 mg TiO₂/Zeolit dengan jumlah optimum yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah itu, masing-masing larutan diozonolisis dengan variasi waktu yaitu: 15, 30, 45, 60, 75, 90 dan 105 menit. Kemudian larutan yang telah diozonolisis diukur serapannya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang serapan maksimum.

Pengaruh waktu ozonolisis terhadap persentase degradasi karbaril dengan penambahan 0,6 mg TiO₂-anatase

Larutan Karbaril 15 mg/L dimasukkan ke dalam tujuh buah Erlenmeyer dengan volume masing-masing 10 mL. Ke dalam masing-masing larutan ditambahkan 0,6 mg TiO₂-anatase dengan jumlah yang sebanding dengan kadar TiO₂ yang terdapat dalam TiO₂/Zeolit optimum. Setelah itu, masing-masing larutan diozonolisis dengan variasi waktu yaitu: 15, 30, 45, 60, 75, 90, dan 105 menit. Kemudian larutan yang telah diozonolisis diukur

serapannya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang serapan maksimum. Untuk menghitung nilai persentase degradasi, digunakan persamaan:

$$\text{Persentase degradasi} = \frac{A_{\text{awal}} - A_{\text{akhir}}}{A_{\text{awal}}} \times 100 \%$$

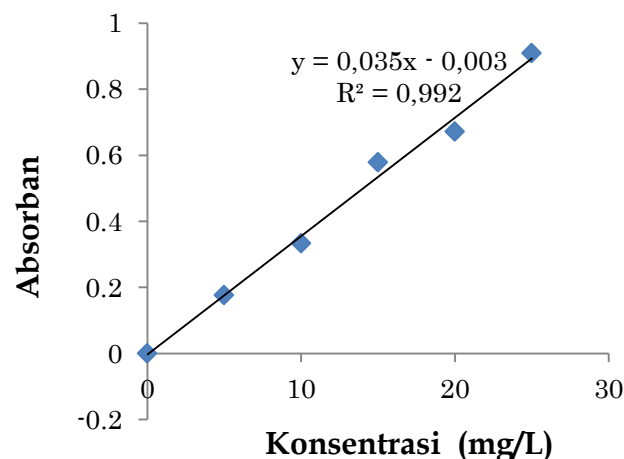
Pengaruh waktu ozonolisis terhadap persentase degradasi karbaril dengan penambahan 14,4 mg Zeolit

Larutan Karbaril 15 mg/L dimasukkan ke dalam tujuh buah Erlenmeyer dengan volume masing-masing 10 mL. Ke dalam masing-masing larutan ditambahkan zeolit dengan jumlah yang sebanding dengan kadar zeolit yang terdapat dalam TiO₂/Zeolit optimum. Setelah itu, masing-masing larutan diozonolisis dengan variasi waktu yaitu: 15, 30, 45, 60, 75, 90, dan 105 menit. Kemudian larutan yang telah diozonolisis diukur serapannya dengan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang serapan maksimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kurva kalibrasi standar

Spektrum serapan yang diberikan oleh senyawa karbaril menunjukkan serapan maksimum pada panjang gelombang 280 nm. Selain itu, juga dapat diamati bahwa semakin tinggi konsentrasi maka nilai absorban juga semakin besar. Hal ini memunculkan hubungan yang linier antara konsentrasi dengan nilai absorban seperti yang dapat diamati pada Gambar1.



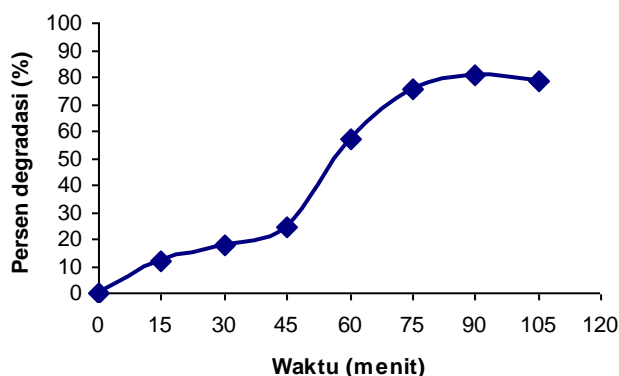
Gambar 1 Kurva Kalibrasi Karbaril Terhadap Absorban ($\lambda = 280 \text{ nm}$)

Kurva pada Gambar 1 memiliki kelinieran yang cukup tinggi. Hal ini ditandai dengan nilai koefisien determinasi (R^2) yaitu sebesar 0,992. Mengingat Hukum Lambert-Beer mengenai rentang absorban yang ideal, untuk proses penelitian selanjutnya digunakan larutan karbaril dengan konsentrasi 15 mg/L dengan perbandingan pemakaian pelarut asetonitril : akuades adalah (6:4).

Pengaruh waktu ozonolisis terhadap persentase degradasi karbaril dengan penambahan 15 Mg TiO₂/Zeolit

Degradasi 15 mg/L karbaril sebanyak 10 mL adalah 42,14 % selama waktu ozonolisis 60 menit. Sedangkan pengaruh pemakaian TiO₂/zeolit 15 mg persen degradasi 56,62 %.¹⁰ Pengaruh waktu ozonolisis terhadap persentase degradasi karbaril dengan

penambahan TiO₂/Zeolit sebanyak 15 mg diamati pada waktu ozonolisis yang digunakan yaitu: 15, 30, 45, 60, 75, 90, dan 105 menit. Hasil penentuannya dapat diamati pada Gambar 2.



Gambar 2 Pengaruh waktu ozonolisis terhadap persentase degradasi karbaril dengan penambahan TiO₂/Zeolit (15 mg, konsentrasi karbaril = 15 mg/L)

Persentase degradasi bertambah seiring dengan bertambahnya waktu ozonolisis sampai pada waktu 90 menit, namun pada 105 menit persentase degradasi menurun tetapi tidak terlalu signifikan atau cenderung konstan. Peningkatan persentase degradasi tertinggi terjadi pada waktu 90 menit, yaitu sebesar 80,65 %. Adanya peningkatan persentase degradasi karbaril dengan penambahan TiO₂/Zeolit terjadi karena pembentukan radikal ·OH yang semakin cepat, sehingga jumlahnya juga meningkat, sebagai akibat dari adanya material katalis TiO₂. Material ini berperan mempercepat transformasi ozon (O₃) menjadi radikal ·OH. Selain itu, adanya penyangga dari zeolit sebagai material pendukung menimbulkan radikal ·OH yang dihasilkan semakin banyak. Kondisi ini memberikan kerja sinergis melalui proses adsorpsi-ozonisasi dalam mendegradasi senyawa karbaril⁸. Namun perlu pengkajian lebih lanjut untuk mempelajari adanya dua kecenderungan meningkatnya persentase degradasi yaitu dari waktu 15 – 45 menit dan 60 – 105 menit.

Pengaruh waktu ozonolisis terhadap persentase degradasi karbaril dengan penambahan 0,6 mg TiO₂-anatase

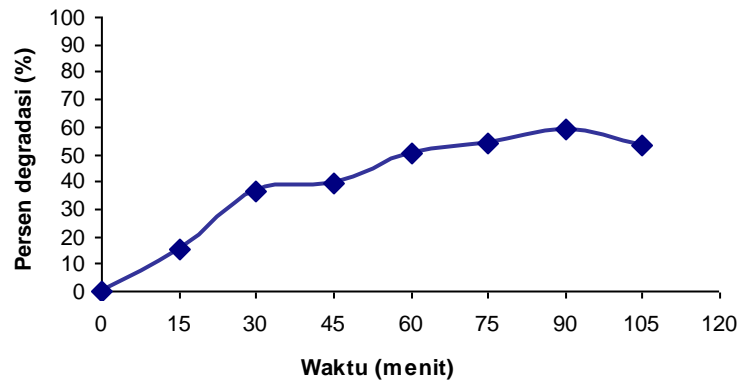
Oleh karena perbandingan pembentukan TiO₂/zeolit adalah 1:25 maka untuk 15 mg TiO₂/zeolit dibutuhkan TiO₂ 0,6 mg dan zeolit 14,4 mg. Ke dalam tujuh buah larutan karbaril 15 mg/L masing-masingnya dimasukkan 0,6 mg TiO₂-anatase, kemudian diozonolisis selama 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 menit. Hasil pengukuran serapan karbaril dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan persentase degradasi karbaril meningkat dengan bertambahnya waktu ozonolisis dengan bantuan 0,6 mg katalis TiO₂-anatase. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya waktu ozonolisis, maka reaksi pembentukan radikal ·OH yang terbentuk semakin banyak. Radikal ·OH berperan dalam dekomposisi substrat karbaril. Gambar 3, menunjukkan persentase degradasi maksimum terjadi pada waktu ozonolisis 90 menit, yaitu 59,36 %.

Pengaruh waktu ozonolisis terhadap persentase degradasi karbaril dengan penambahan 14,4 mg zeolit

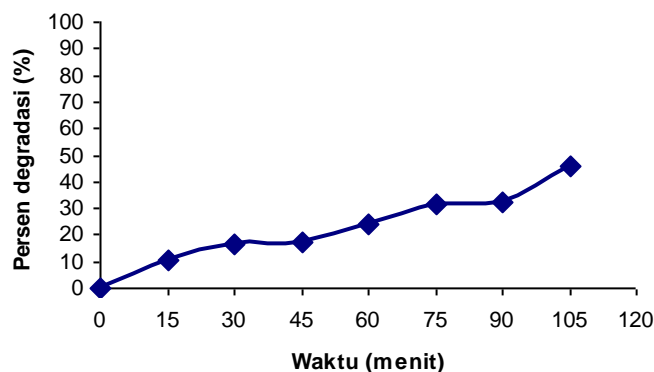
Larutan karbaril yang telah ditambah dengan 14,4 mg zeolit masing-masingnya diozonolisis dengan waktu ozonolisis 15, 30, 45, 60, 75, 90, dan 105 menit. Setelah dilakukan

pengukuran serapan terhadap masing-masing sampel, diperoleh hasil seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 3 Pengaruh waktu ozonolisis terhadap persentase degradasi karbaril dengan penambahan TiO_2 -anatase (0,6 mg, konsentrasi karbaril = 15 mg/L)

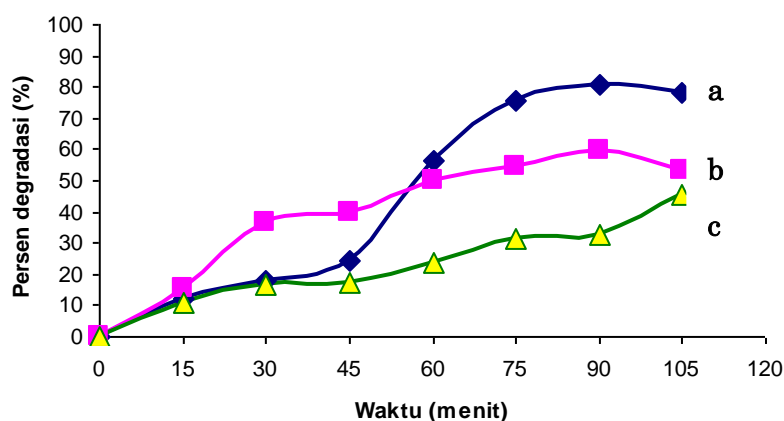
Dari Gambar 4, dapat diamati bahwa persentase karbaril yang didegradasi mengalami peningkatan dengan bertambahnya waktu ozonolisis. Persentase degradasi maksimum diperoleh sebesar 45,60 % pada waktu 105 menit. Meningkatnya persentase degradasi disebabkan oleh sifat katalisator pada zeolit yang mempercepat pembentukan radikal hidroksil sehingga jumlahnya juga semakin banyak dalam larutan. Berdasarkan grafik tersebut aktivitas katalitik zeolit dalam mendegradasi karbaril dapat ditingkatkan dengan bertambahnya waktu ozonolisis. Untuk mencapai persen degradasi yang lebih banyak dibutuhkan waktu yang lebih lama.



Gambar 4 Pengaruh waktu ozonolisis terhadap persentase degradasi karbaril dengan penambahan zeolit 14,4 mg pada konsentrasi karbaril 15 mg/L

Grafik gabungan pengaruh waktu ozonolisis terhadap persentase degradasi karbaril

Secara teoritis, sifat katalisator pada zeolit karena adanya pori-pori yang besar dengan permukaan yang luas dan memiliki sisi aktif- memberikan *support* memperbesar luas permukaan TiO_2 . Untuk pengujian tersebut, dilakukan perbandingan antara TiO_2 sebelum dipilarisasi, dengan zeolit (TiO_2 -anatase), dengan TiO_2 yang telah dipilarisasi oleh zeolit (TiO_2 /Zeolit) sebagai katalis dalam mendegradasi karbaril selama variasi waktu yang telah ditentukan.



Gambar 5 Grafik gabungan pengaruh waktu ozonolisis terhadap persentase degradasi karbaril dengan penambahan: a) TiO₂/Zeolit, b) TiO₂-anatase, c) zeolit

Dari gambar 5, dapat diamati bahwa katalis yang paling berpengaruh dalam degradasi karbaril secara ozonolisis adalah TiO₂/Zeolit dengan persentase degradasi tertinggi mencapai 80,65 % pada waktu ozonolisis 90 menit. Sedangkan waktu yang sama persentase degradasi untuk katalis TiO₂-anatase dan zeolit mencapai 59,36% dan 32,55%. Dari data tersebut, dapat dikatakan bahwa aktivitas katalitik TiO₂/Zeolit lebih tinggi daripada TiO₂-anatase dan zeolit. Hal ini disebabkan oleh TiO₂/Zeolit memiliki luas permukaan yang lebih besar dengan adanya pilarisasi oleh zeolit, dibandingkan dengan TiO₂-anatase saja. Dengan adanya pilarisasi zeolit ini, maka kemampuan TiO₂ sebagai katalis dalam proses degradasi karbaril semakin meningkat.

KESIMPULAN

TiO₂/Zeolit dapat digunakan sebagai katalis yang baik dalam proses degradasi karbaril secara ozonolisis. Persentase degradasi karbaril secara ozonolisis dengan penambahan 15 mg katalis TiO₂/Zeolit adalah sebesar 80,65 % dengan waktu ozonolisis 90 menit. Sedangkan persentase degradasi karbaril dengan penambahan 14,4 mg Zeolit sebesar 32,55% setelah waktu ozonolisis 90 menit dan dengan penambahan 0,6 mg TiO₂-anatase persentase degradasi sebesar 59,36 %. Sehingga dapat dikatakan TiO₂/Zeolit cukup efektif dan efisien digunakan dalam degradasi karbaril secara ozonolisis

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D.K. Rini, dan F.A. Lingga, *Optimasi Aktivasi Zeolit Alam Untuk Dehumidifikasi*, Skripsi, Universitas Diponegoro, (2010).
- [2] S., I Nyoman, Optimisasi Daya Adsorpsi Zeolit Terhadap Ion Kromium (III). *J. Penelitian dan Pengembangan Sains & Humaniora*. 2(1): 17- 33 (2008).
- [3] Isalmi, Siti Nurbayti dan Arif Rahman. Penggunaan Zeolit Alam Sebagai Katalis dalam Pembuatan Biodiesel. *J. Valensi* 2(4): 511-515 (2012).
- [4] Zilfa, H. Suyani, Safni, dan N. Jamarun. Penggunaan Zeolit Sebagai Pendegradasi Senyawa Permetrin Dengan Metoda Fotolisis. *J. Natur Indonesia*. 14(1): 14-18 (2011).
- [5] A.K Fujishima, T. N. Rao dan D. A. Tryk, Titanium Dioxide Photocatalyst. *J. Photochem. and Photobio. C. Photochem. Rev*, 1-12, (2000).

- [6] Safni, U. Loekman dan F. Febrianti, Degradasi Senyawa Sudan I Secara sonolisis dan Fotolisis Dengan Penambahan TiO_2 -anatase, *J. Ris. Kim.*, 2(1): 64-69, (2007)
- [7] Safni, Z. Zuki, C. Haryati dan Maizatisna, Degradation of Alizarin Dyes By Sonolysis and Photolysis Methods with Addition of TiO_2 -anatase, *J. Pilar Sain*, 17(1): 31-36, (2008)
- [8] I.Fatimah dan K. Wijaya, Sintesis TiO_2 /Zeolit Sebagai Fotokatalis Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka Secara Adsorpsi-Fotodegradasi, *J. Teknoin*, 10(4): 257-267, (2005).
- [10] Y.Febrika, Zilfa dan Safni, Degradasi Senyawa Profenofos Dalam Insektisida Curacron 500 EC Secara Ozonolisis Dengan Penambahan TiO_2 /Zeolit. *J. Kimia Unand*. 2(1): 41-45 (2013).
- [11] Zilfa, Hamzar Suyani dan Prima Nuansa, Degradasi Senyawa Karbaril dalam Insektisida SEVIN® 85SP Secara Ozonolisis Dengan Penambahan TiO_2 /Zeolit E-Jurnal accepted 2014

ANALISIS LOGAM TEMBAGA (CU) DAN SENG (ZN) DALAM SAYURAN DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM

Amrin

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian analisis tembaga (Cu) dan seng (Zn) dalam sayuran. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kandungan Cu dan Zn dalam lima macam sayuran yaitu: wortel, kol, kubis bunga sawi dan kentang dari daerah Padang Panjang Sumatera Barat dengan menggunakan metoda spektrofotometri serapan atom. Hasil penelitian diperoleh kandungan tembaga berkisar antara 13,185 mg/kg – 27,765 mg/kg, sedangkan kandungan seng 29,060 mg/kg – 98,170 mg/kg.

Kata kunci: tembaga, seng, sayuran

PENDAHULUAN

Sayur merupakan tanaman yang memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia guna memenuhi kebutuhan pangan dan peningkatan gizi. Kandungan gizi dan serat alami dalam sayuran akan menjaga kesehatan serta dapat memperlancar saluran pencernaan. Besarnya peranan sayuran bagi manusia, sehingga higienitas dan keamanan sayuran yang dikonsumsi menjadi sangat penting agar tidak menimbulkan gangguan terhadap kesehatan. Tanah berperan sebagai media pertumbuhan dari sayuran. Tanah mengandung unsur – unsur esensial yang bermanfaat bagi tanaman, namun tanah juga dapat menjadi media yang terkontaminasi oleh zat – zat berbahaya, seperti logam berat.

Kandungan logam dalam tanah sangat berpengaruh terhadap kandungan logam pada tanaman yang tumbuh di atasnya, kecuali terjadi interaksi diantara logam itu sehingga terjadi hambatan penyerapan logam [1]. Logam – logam berat yang jumlahnya berlebih yang terdapat dalam tanah ini selanjutnya akan mencemari tanaman yang tumbuh di atas tanah yang tercemar yang akan mengakumulasi logam – logam pada semua bagian akar, batang, daun dan buah pada tanaman tersebut [1].

Penelitian tentang penentuan kandungan logam berat pada sayuran sebelumnya telah dilakukan oleh Kihampa et al [2] yakni tentang penentuan kandungan logam Zn, Pb, Cu, Cd dan Cr dalam sayuran di pertanian Dar es Salaam, Tanzania. Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa kadar logam berat yang terkandung dalam sayuran melebihi batas yang ditentukan oleh FAO/WHO.

Lanas, Afniati [3] telah melakukan penelitian analisis kandungan Cu dan Mn dalam Wortel dengan menggunakan variasi pelarut (HNO_3 , HClO_4 dan $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$). Dari hasil penelitian, menggunakan pelarut HNO_3 menghasilkan konsentrasi tembaga dan mangan yang paling tinggi dari pada pelarut yang lainnya. Sehingga, pelarut HNO_3 tepat digunakan untuk analisis kandungan logam berat tersebut.

Logam berat seperti Cu dan Zn termasuk unsur esensial untuk tanaman, hewan dan manusia yang diperlukan pada berbagai sistem enzim dalam jumlah yang kecil. Apabila kelebihan Zn pada tanaman menyebabkan berkurangnya pertumbuhan akar tanaman dan pelebaran daun diikuti klorosis atau bercak-bercak. Kadar Zn yang tinggi menekan serapan P dan Fe oleh tanaman [4]. Sedangkan kelebihan Cu menyebabkan klorosis pada daun dan ini terjadi karena Cu mampu menghambat atau menggantikan unsur logam lainnya seperti Fe

yang sangat penting dalam proses fisiologi dalam tubuh tanaman (Daniel et al., 1972 dalam [5]).

Kelebihan tembaga (Cu) dalam tubuh menyebabkan gangguan pencernaan seperti sakit perut, mual, muntah, diare dan gangguan sistem peredaran darah. Sedangkan kelebihan seng (Zn) menyebabkan defisiensi mineral lain, penurunan kadar Cu, perubahan fungsi Fe, pengurangan imunitas tubuh [6].

Untuk mencegah agar tidak terjadi keracunan bagi manusia, perlu dilakukan penentuan kandungan logam berat dalam sayuran. Salah satu cara untuk menganalisis logam berat dapat menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Adapun logam berat yang akan diteliti yaitu tembaga (Cu) dan seng (Zn) yang didestruksi menggunakan pereaksi HNO₃. Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah berapakah kandungan tembaga (Cu) dan seng (Zn) yang terdapat dalam sayuran (wortel, kol, kubis bunga, sawi dan kentang) yang berasal dari Padang Panjang Sumatera Barat

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kandungan tembaga dan seng dalam sayur (wortel, kol, kubis bunga, sawi dan kentang) di Padang Panjang Sumatera Barat secara spektrofotometri serapan atom.

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam memberikan informasi mengenai kandungan tembaga (Cu) dan seng (Zn) dalam sayur (wortel, kol, kubis bunga, sawi dan kentang) di Padang Panjang Sumatera Barat.

Wortel (*Daucus carota* L.) termasuk kelompok sayuran yang merupakan tanaman hortikultura. Tanamannya berbentuk rumput, batangnya pendek, dan akarnya tunggang. Wortel ini berwarna kuning sampai kemerah – merahan karena kandungan karotenoidnya tinggi.

Tanaman kol (*Brassica oleracea* var. *Sylvertris*) dibudidayakan umumnya tumbuh semusim (annual) ataupun dwi musim (binnual) yang berbentuk perdu. Tanaman kol mempunyai sistem perakaran relatif dangkal, yakni menembus kedalam antara 20 – 30 cm. Batang tanaman kol umumnya pendek dan banyak mengandung air. Di batang hingga titik tumbuh, terdapat helai daun yang bertangkai pendek. Daun kol bentuknya bulat telur sampai lonjong dan lebar, berwarna hijau sampai merah. Daun atau pada fase generatif akan saling menutupi satu sama lain membentuk krop. Bentuk krop sangat variatif antara bulat telur, dan gepeng [7].

Kubis bunga (*Brassica oleracea* var. *capitata*) berasal dari kawasan Eropa, pertama kali ditemukan di Cyprus, Italia Selatan dan Mediteran. Kubis bunga termasuk tanaman yang mempunyai batang agak pendek, daunnya berbentuk bujur telur atau panjang dan bergerigi, tangkai bunga dan pangkal daun menebal, serta menghasilkan massa bunga yang berwarna putih dan lunak. Daun kubis bunga umumnya lebih panjang dan lebih sempit dibandingkan kubis krop. Daun – daun yang tumbuh sebelum terbentuk massa bunga, umumnya berukuran kecil dan melengkung untuk melindungi bunga [8]. berkhasiat untuk mengobati pirai (*gout*, pembengkakan sendi), diare, tuli, dan sakit kepala. Lumutan kubis adalah ramuan yang biasa digunakan untuk mengobati keracunan jamur [9]. Selain itu, tanaman kubis juga secara tradisional sering digunakan sebagai obat gatal akibat jamur *Candida (candidiasis)*, jamur di kulit kepala, tangan dan kaki, kadar kolesterol darah tinggi, radang sendi (arthritis), antidotum pada mabuk alkohol (*hangover*), racun di hati, membantu sulit buang air besar, mencegah pembesaran tumor, dan meningkatkan produksi ASI [10].

Sawi cocok ditanam di wilayah tropika dataran tinggi yang bersuhu dingin. Tanah yang cocok untuk budidaya sawi adalah tanah gembur, banyak mengandung humus, kaya

bahan organik, dan derajat kemasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhannya berkisar antara 6-7 [11].

Sawi hijau mengandung banyak antioksidan dan memiliki banyak vitamin. Menurut pakar, sawi seperti juga sayur hijau lainnya berfungsi sebagai pencegah kanker. Bagi perempuan, sawi punya banyak manfaat di masa menopause, karena bisa melindungi kaum hawa dari penyakit jantung dan kanker payudara. Kandungan nutrisi seperti kalsium, asam folat, dan magnesium juga dapat mendukung kesehatan tulang.

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) adalah tanaman yang berasal dari daerah Eropa. Tanaman kentang masuk ke Indonesia pada abad ke 17 atau 18. Kentang termasuk jenis tanaman sayuran semusim, berumur pendek dan berbentuk perdu/semak dan bersifat menjalar. Batangnya berbentuk segiempat, panjangnya bisa mencapai 50-120 cm dan tidak berkayu. Batang dan daun berwarna hijau kemerahan atau keunguan. Bunganya berwarna kuning keputihan atau ungu, tumbuh di ketiak daun teratas [12].

Umbi kentang merupakan salah satu sumber utama senyawa antioksidan dalam makanan manusia. Senyawa antioksidan memiliki kemampuan untuk melawan radikal bebas yang berpengaruh negatif terhadap senyawa penting secara biologi (lipid, protein, dan asam nukleat). Senyawa antioksidan utama yang biasanya dalam kentang kuning adalah polifenol (asam klorogenik, asam neoklorogenik, asam kafeik, asam ferulik), asam askorbat, karotenoid, tocopherol, asam lipoik dan selenium [13].

Tembaga di alam tidak begitu melimpah dan ditemukan dalam bentuk bebas maupun dalam bentuk senyawaan. Sebagai bijih tembaga ditemukan yaitu kalkosit (Cu_2S), kovelit (CuS), kalkopirit (CuFeS_2), dan enargit (Cu_3AsS_4). Tembaga merupakan logam merah-muda, lunak, dapat ditempa dan liat, tembaga melebur pada suhu 1038°C [6].

Unsur tembaga bersumber dari hasil pelapukan/pelarutan mineral-mineral yang terkandung dalam bebatuan [5]. Tembaga dilepaskan oleh pelapukan dalam bentuk ion Cu^{2+} dalam tanah. Kandungan rata-rata tembaga dalam tanah $20 \mu\text{g/g}$ [1]. Selanjutnya, ion Cu^{2+} akan diserap oleh akar tanaman, dan berperan dalam proses oksidasi, reduksi dan pembentukan enzim [14].

Keracunan tembaga pada tanaman menyebabkan munculnya klorosis pada daun dan ini terjadi karena Cu mampu menghambat atau menggantikan unsur logam lainnya seperti Fe yang sangat penting dalam proses fisiologi dalam tubuh tanaman. Sehingga keracunan Cu sejalan dengan defisiensi Fe [15].

Cemaran logam tembaga pada bahan pangan awalnya terjadi karena penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan. Penyemprotan pestisida yang banyak dilakukan untuk membasmi siput dan cacing pada tanaman sayur dan buah. Selain itu, garam Cu juga digunakan sebagai bahan dari larutan "bordeaux" yang mengandung 1-3% CuSO_4 untuk membasmi jamur pada sayur dan tanaman buah. Senyawa CuSO_4 juga sering digunakan untuk membasmi siput sebagai inang dari parasit, cacing dan untuk mengobati penyakit pada kuku domba [1]. Ambang batas maksimum residu tembaga dalam sayuran yang ditetapkan oleh FAO/WHO-*Codex alimentations commission*, 2001 dalam Naser, Habib Mohammad et al, 2012 yaitu $73,3 \mu\text{g/g}$. Kandungan logam tembaga (Cu) dalam berbagai jenis pupuk yaitu: pupuk fospat 1-300 $\mu\text{g/g}$, pupuk kandang 2-172 $\mu\text{g/g}$, kapur 2-125 $\mu\text{g/g}$ dan kompos 13-3580 $\mu\text{g/g}$.

Meskipun berbahaya, unsur tembaga termasuk unsur esensial. Tembaga dibutuhkan oleh tubuh untuk aktivitas biological seperti oksidasi-amino dan sebagai kofaktor pada enzim tirosinase. Tirosinase diperlukan untuk perubahan katalitik dari tirosin menjadi melanin, pigmen penting yang berada di bawah kulit, sebagai pelindung kulit dari radiasi yang

berbahaya. Menurut Darmono [1] unsur tembaga berperan dalam pembentukan enzim oksidatif dan pembentukan kompleks Cu-Protein yang dibutuhkan untuk pembentukan hemoglobin, pembuluh darah dan meylin.

Kekurangan logam Cu akan menyebabkan anemia karena Cu diperlukan untuk absorpsi dan mobilisasi yang diperlukan dalam pembuatan hemoglobin. Tembaga dibutuhkan oleh tubuh (Acceptance Daily Intake/ADI = 0,05 mg/kg berat badan). Pada kadar ini tidak terjadi akumulasi pada tubuh manusia normal. Akan tetapi asupan dalam jumlah yang besar pada tubuh manusia dapat menyebabkan gejala-gejala yang akut [16]. Batas kandungan tembaga dalam tubuh manusia yaitu 8 – 10 g atau 130 mg/kg berat badan. Keracunan tembaga dapat menyebabkan gangguan pencernaan seperti sakit perut, mual, muntah dan diare, serta gangguan sistem peredaran darah [6].

Seng (Zn) berasal dari pelapukan mineral seperti Smithsonite, seng sulfida (ZnS), Spalerit [(ZnFe)S], Smithzonte (ZnCO₃), Wellemite (ZnSiO₄). Pelarutan mineral – mineral yang mengandung Zn terjadi secara alami sehingga unsur – unsur yang terkandung di dalamnya terbebas dalam bentuk ion dalam tanah [5]. Kandungan rata-rata seng dalam tanah yaitu 50 µg/g [1].

Unsur seng termasuk unsur esensial bagi tanaman yang dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit. Pada tanaman, seng memegang peran kunci sebagai penyusun struktur atau kofaktor pengatur banyak jenis enzim yang berbeda pada banyak jalur biokimia yang penting. Fungsi seng berhubungan dengan metabolisme karbohidrat, baik fotosintesis maupun pengubahan gula menjadi pati, metabolisme protein, metabolisme auksin [17]. Namun, unsur seng digolongkan logam berat yang dapat terakumulasi dalam tanaman sehingga dapat mengganggu pertumbuhan tanaman.

Penambahan Zn dapat terjadi dengan berbagai cara yaitu melalui polusi, penggunaan sarana produksi seperti pupuk, pestisida dan fungisida, sehingga terjadi kontaminasi logam-logam pada tanah dan tumbuh – tumbuhan [5]. Tabel berikut akan memperlihatkan kandungan seng dalam berbagai jenis pupuk baik pupuk organik maupun pupuk anorganik (ppm). Keracunan Zn menyebabkan berkurangnya pertumbuhan akar tanaman dan pelebaran daun diikuti klorosis atau bercak-bercak. Kadar Zn yang tinggi menekan serapan P dan Fe oleh tanaman [4]. Ambang batas maksimum residu seng dalam sayuran yang ditetapkan oleh FAO/WHO – *Codex alimentations commission*, 2001 dalam Naser, Habib Mohammad et al, 2012 yaitu 99,4 µg/g. Bahan pangan yang telah tercemar apabila dikonsumsi akan terakumulasi dalam jaringan tubuh, maka apabila konsentrasinya cukup besar logam ini akan meracuni manusia tersebut. Kelebihan mengkonsumsi seng (Zn) akan berpengaruh buruk pada tubuh manusia karena dapat menyebabkan mual, muntah, pusing, mulas/sakit perut, demam, dan diare [6].

Meskipun berbahaya, tubuh manusia tetap memerlukan seng (Zn) dalam jumlah sedikit. Sebab logam seng berperan sebagai kofaktor untuk enzim arginase dan diaminase. Membantu dalam sintesis DNA, protein dan insulin. Logam seng sebagai unsur esensial berperan dalam sintesis protein, metabolisme karbohidrat, pertumbuhan sel dan pembelahan sel [18]. Menurut Widowati, dkk [6] kebutuhan seng untuk anak umur 7 bulan – 3 tahun yaitu 3 mg/hari, 4 – 8 tahun sebesar 5 mg/hari, 9 – 13 tahun sebesar 8 mg/hari, laki – laki diatas 19 tahun sebesar 11 mg/hari dan wanita diatas 19 tahun sebesar 8 mg/hari.

Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) merupakan metode analisis unsur logam secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas [19]. Keuntungan dari metode spektrofotometri serapan atom adalah waktu pengerjaan yang cepat, alatnya yang

sensitif, dan sangat spesifik untuk unsur-unsur yang akan dianalisis. Metode spektrofotometri serapan atom dapat menentukan kadar logam dengan konsentrasi yang sangat kecil, yaitu sampai part per million (ppm) [20].

Menurut Pecsok [21] Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merupakan alat yang canggih dalam analisisnya, ketelitian sampai tingkat runtu, tidak memerlukan pemisahan terlebih dahulu. Metode SSA memiliki kepekaan yang tinggi untuk analisis logam, baik untuk analisis kuantitatif maupun kualitatif dimana kadar logam kurang dari 1 ppm masih dapat ditentukan. Keutamaan lain dari metode SSA adalah preparasi sampel yang mudah dan tiap unsur memiliki limit deteksi tertentu.

Berdasarkan hukum Lambert – Beer diperoleh nilai absorban sebanding dengan konsentrasi atom unsur yang dianalisis pada panjang gelombang tertentu sehingga didapat kurva kalibrasi sebagai hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi, maka berdasarkan kurva kalibrasi ini konsentrasi sampel dapat ditentukan.

METODE PENELITIAN

Alat – alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *hot plat*, lumpang dan alu, labu kjedahl, labu ukur, pipet tetes, pipet gondok, pipet ukur, bola hisap, timbangan analitik, labu semprot, peralatan Spektrofotometer Serapan Atom. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sayur (wortel, kentang, kubis bunga, sawi dan kol), HNO₃ p.a, aquadest.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang, mulai bulan Oktober 2013 sampai Januari 2014 dan menggunakan instrument Spektrofotometer Serapan Atom

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah lima jenis sayur (wortel, kol, kubis bunga, sawi dan kentang) yang diperoleh dari Padang Panjang Sumatera Barat sampel sayuran diambil lima titik. Bagian sayuran yang diteliti yaitu pada bagian yang dikonsumsi manusia.

Sampel sayuran (wortel, kol, kubis bunga, sawi dan kentang) terlebih dahulu dicuci bersih dengan air, diiris – iris halus dan dikeringkan dalam oven. Kemudian ditimbang 1 gram.

Pembuatan Larutan Standar

Larutan Standar Tembaga (Cu²⁺) 1000 ppm. Ditimbang 0,5015 g logam tembaga kemudian dilarutkan dengan 10 ml HNO₃ pekat lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 500 ml kemudian ditambahkan aquades sampai tanda batas. Selanjutnya dibuat standar 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2,0 ppm dengan pengenceran.

Larutan standar Zn²⁺ 1000 ppm. Ditimbang 0,5078 g serbuk Zn kemudian dilarutkan dengan 10 ml HNO₃ pekat lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 500 ml kemudian diencerkan dengan aquades sampai tanda batas. Selanjutnya dibuat standar 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2,0 ppm dengan pengenceran.

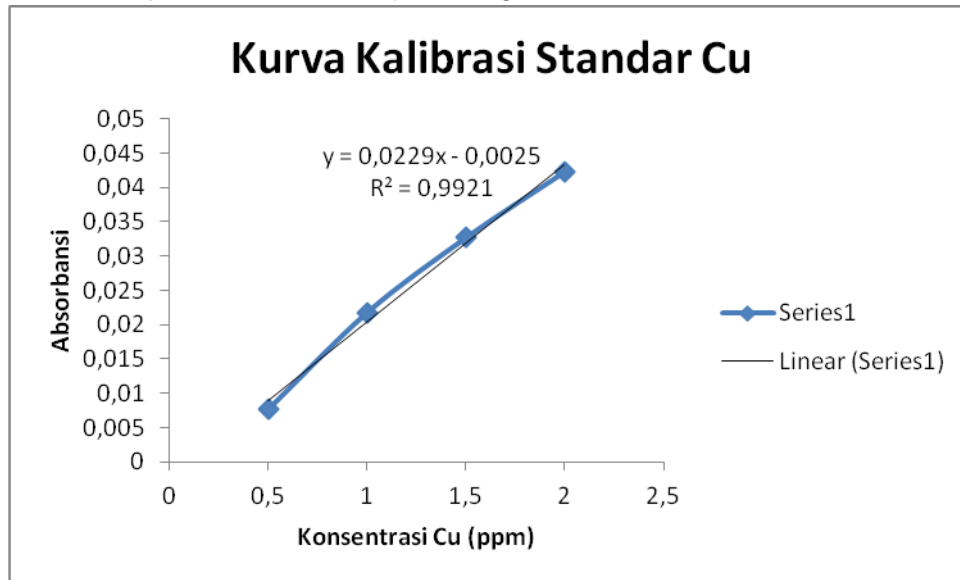
Pembuatan Kurva Kalibrasi standar

Masing – masing deret standar diukur serapannya dan dibuat kurva kalibrasi Cu dan Zn antara absorban versus konsentrasi. Kemudian diperoleh kurva kalibrasinya, seperti pada table 1 dan gambar 1.

Tabel 1. Konsentrasi larutan standar Cu^{2+} dan absorbansi

Konsentrasi Cu^{2+} (ppm)	Absorbansi
0,5	0,0077
1	0,0218
1,5	0,0327
2	0,0423

Dari table 1, jika dibuat kurva diperoleh gambar 1

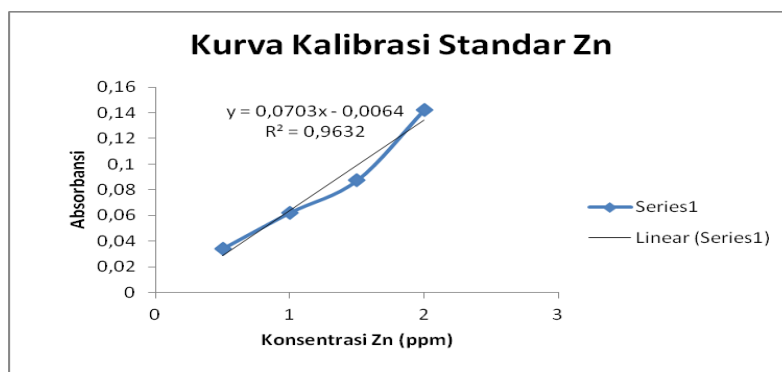


Gambar 1. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Cu

Kurva kalibrasi larutan standar Zn seperti table 2 dan gambar 2.

Tabel 2. Konsentrasi larutan standar Zn dan absorbansi

Konsentrasi	Absorbansi
0,5	0,0338
1	0,062
1,5	0,0873
2	0,1425



Gambar 2. Kurva kalibrasi larutan standar Zn

Penentuan kandungan Cu dan Zn

- Ditimbang sampel (sayur kering) sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam labu kjedahl 100 ml lalu tambahkan 20 ml HNO_3 p.a lalu didiamkan 1 malam.

- Larutan dididihkan di atas mantel pemanas sampai larutan jernih. Kemudian larutan didinginkan selama 10 menit.
- Larutan disaring, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml dan ditambahkan aquades sampai tanda batas.
- Larutan diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom dengan panjang gelombang untuk tembaga 324,8 nm dan seng 213,9 nm.

HASIL DAN DISKUSI

Kandungan Tembaga dan Seng

Dari penelitian yang dilakukan diperoleh data absorbansi seperti dalam tabel 3.

Tabel 3. Data absorbansi Tembaga dan Seng pada wortel, kol, kubis, sawi, dan kentang

Logam	Titik	Wortel	Kol	Kubis Bunga	Sawi	Kentang
Tembaga (Cu)	1	0,5373	0,3335	0,4159	0,2812	0,3003
	2	0,4699	0,3422	0,4159	0,2724	0,3198
	3	0,4384	0,3335	0,3710	0,2812	0,2965
	4	0,4609	0,4159	0,4384	0,2812	0,2887
	5	0,4519	0,5553	0,4249	0,2637	0,2873
Seng (Zn)	1	1,7107	0,7349	0,9215	0,7634	0,9608
	2	1,5035	0,6439	1,7714	0,6666	0,6516
	3	1,3680	0,5983	1,7328	0,5827	0,8435
	4	0,8470	1,4287	1,4228	0,5812	0,7513
	5	0,6845	1,9634	1,2427	0,9896	0,8147

Dari data absorbansi dapat ditentukan konsentrasi Cu dan Zn dalam ppm dan dirobah ke mg/kg sayuran maka diperoleh data seperti dalam tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Rata-rata Tembaga dan seng dalam Sayuran(wortel, kol, kubis bunga, sawi dan kentang) di Padang Panjang Sumatera Barat

Logam	Titik	Wortel	Kol	Kubis Bunga	Sawi	Kentang
Tembaga (Cu)	1	26,865	16,675	20,795	14,060	15,015
	2	23,495	17,110	20,795	13,620	15,990
	3	21,920	16,675	18,550	14,060	14,825
	4	23,045	20,795	21,920	14,060	14,435
	5	22,595	27,765	21,245	13,185	14,365
Seng (Zn)	1	85,535	36,745	46,075	38,170	48,040
	2	75,175	32,195	88,570	33,330	32,580
	3	68,400	29,915	86,640	29,135	42,175
	4	42,350	71,435	71,140	29,060	37,565
	5	34,225	98,170	62,135	49,480	40,735

Dari tabel dan grafik di atas, terlihat bahwa kandungan tembaga dalam sayuran (wortel, kol, kubis bunga, sawi dan kentang) di Padang Panjang Sumatera Barat memiliki kandungan yang berbeda – beda. Rentang kandungan tembaga dalam sayuran Kota Padang Panjang kisaran 13,185 mg/kg – 27,765 mg/kg, Ambang batas yang dipersyaratkan oleh FAO/WHO–*Codex alimentations commission* (2001) untuk kandungan tembaga dalam sayuran kering yaitu 73,3 mg/kg. Artinya, konsentrasi tembaga yang diperoleh dalam sayuran di Padang Panjang Sumatera Barat ini masih berada di bawah ambang batas yang ditentukan.

Kandungan rata – rata seng dalam lima jenis sayuran kota Padang Panjang kisaran 29,060 mg/kg – 98,170 mg/kg. Ambang batas yang dipersyaratkan oleh FAO/WHO–*Codex alimentations commission* (2001) untuk kandungan seng dalam sayuran kering yaitu 99,4

mg/kg. Artinya, konsentrasi seng yang diperoleh dalam sayuran di Sumatera Barat ini masih berada di bawah ambang batas yang ditentukan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa Kandungan tembaga dalam sayuran di Padang Panjang Sumatera Barat berkisar dalam range 13,185 mg/kg – 27,765 mg/kg, dan kandungan seng dalam sayuran berkisar dalam range 29,060 mg/kg – 98,170 mg/kg.

Saran, perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai kandungan logam tembaga dan seng dalam sayuran lain yang dikonsumsi oleh masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Universitas Negeri Padang yang telah memberikan dana serta fasilitas dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI Press
- [2] Kihampa, Charles., William J.S. Mwegoha dan Riziki S. Shemdoe. (2011). Heavy metals concentrations in vegetables grown in the vicinity of the closed dumpsite. *International Journal of Environmental Sciences*. 2(2). Hlm. 889–895.
- [3] Lanas, Afniati. 2013. Analisis Kandungan Tembaga (Cu) dan Mangan (Mn) dalam Wortel (*Daucus Carota L.*) dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Skripsi*. Padang. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- [4] Adriano, D. C., G. M. Paulsen, and L. S. Murphy. 1971. Phosphorus-iron and phosphorus-zinc relationship in corn (*Zea mays L.*) seedlings as affected by mineral nutrition. *Agron. J.* 63: 36–39.
- [5] Lahuddin. (2007). *Aspek Unsur Mikro dalam Kesuburan Tanah*. Medan. Universitas Sumatra Barat.
- [6] Widowati, W., Sastiono, A., & R. Jusuf, Raymond. (2008). *Efek Toksik Logam, Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta: Andi.
- [7] Harjono. 2001. *Sayur-sayuran Daun Primadona*. CV Aneka, Solo.
- [8] Rukmana, Rahmat. 1994. *Budidaya Kubis Bunga dan Broccoli*. Yogyakarta: Kanisius.
- [9] Vincent, and Yamaguchi. 1998. *Sayuran Dunia 2: Prinsip, Produksi dan Gizi*. Edisi 2. Penerbit ITB: Bandung.
- [10] Rusmiati, dkk. 2007. Pemanfaatan Kubis (*Brassica oleracea var capitata alba*) sebagai Kandidat Antikeputihan. “skripsi”. Bandung. Universitas Padjadjaran. Fakultas Farmasi.
- [11] Nurshanti, Dora Fatma. (2010). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassicca juncea L*) dengan Tiga Varietas Berbeda. *Jurnal Agronobis*. Vol 2. No 4. Universitas Batubara. Fakultas Pertanian.
- [12] Idawati, Nurul. 2012. *Pedoman Lengkap Bertanam Kentang*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- [13] Lachman J., dkk. 2009. Cultivar differences of total anthocyanins and anthocyanidins in red and purple-fleshed potatoes and their relation to antioxidant activity, *Department of Chemistry*, (27): 310-313.
- [14] Jaqob, A and H. V. Uexkull. 1963. *Fertilizer Use. Nutrition and Manuring Tropical Crops*, Haunover.

- [15] Daniel, R. R., B. E. Stuckmeyer and L. A. Peterson. 1972. Copper toxicity in *Phaseolus vulgaris* L. as influenced by iron nutrition. I. An anatomical study. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 9: 249–254.
- [16] Widaningrum, Miskiyah dan Suismono. 2007. *Bahaya Kontaminasi Logam Berat dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahan Cemarannya*. 3. Hal 1-12.
- [17] Cakmak, I and E. Engles. 1999. *Role of Mineral Nutrient in Photosynthesis and Yield Formation*. In *Mineral Nutrition of Crops Fundamentals Mechanism and Implication*. Rengel, Z. (ed). *Food Production Press*. New York. Pp. 205 – 223.
- [18] Dara, S.S. (1993). *Environmental Chemistry and Pollution Control*. First edition, published by S. Chand and Company Ltd., New Delhi, India, pp. 184–205.
- [19] Skoog, Douglas A. 1982. *Principle of Instrumental Analysis*. Saunders: Philadelphia.
- [20] Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Universitas Indonesia: Jakarta.
- [21] Pecsok, R.L, and Shields, L.D. 1968. *Modern Methods of Chemical Analysis*, John Willey & Sons Inc. America.

MODIFIKASI RANTAI ALILIK EUSIDERIN A DALAM MENINGKATKAN AKTIVITAS ANTIMAKAN TERHADAP HAMA TANAMAN HORTIKULTURA

(MODIFICATION OF ALLYLIC MOIETY OF EUSIDERIN A TO ENHANCE ANTIFEEDANT POTENCY AGAINST PEST OF HORTICULTURE CROPS)

Syamsurizal*¹, Afrida²

¹Program Magister Pendidikan IPA, Program Pascasarjana, Universitas Jambi
Jl. Raden Mattahter No. 16, Jambi, 36113, Tel. 0741-32258, Fax. 0741-34058
e-mail : syamsurizal68@gmail.com

²Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Jambi

ABSTRACT

Eusiderin A is a neolignan derivative which become major component in *Eusideroxylon zwageri* plant. This compound possesses potent activity as organic insecticide *i.e.* antifungal and antifeedant towards some pests of horticulture crops. This research aimed to modify the allylic moiety of the compound through hydroboration-oxidation, Dess-Martin, and osmium tetroxide oxidation in order to increase the hydrophilicity so that bring about enhanced antifeedant potency. Modification at the allylic moiety led to 3 compounds. Based on antifeeding assay against *Epilachna sparsa* pest, derivate with diol group showed 8 times higher activity than the original compound, whereas the other 2 derivatives demonstrated only 3 times higher activities.

Keywords: allylic moiety, antifeedant, eusiderin A, hydrophylicity.

ABSTRAK

Eusiderin A merupakan turunan neolignan yang menjadi komponen utama pada tumbuhan *Eusideroxylon zwageri*. Senyawa ini berpotensi sebagai insektisida hayati karena memiliki aktivitas yang kuat sebagai antijamur dan antimakan terhadap beberapa hama tanaman hortikultura. Penelitian ini bertujuan mengoksidasi rantai alilik dari eusiderin A melalui reaksi hidroborasi-oksidasi, reaksi oksidasi Dess-Martin dan dengan osmium tetraoksida guna meningkatkan hidrofilitas sehingga memperkuat aktivitasnya sebagai antimakan. Modifikasi pada rantai alilik menghasilkan 3 senyawa. Berdasarkan hasil uji antimakan terhadap hama *Epilachna sparsa*, salah satu turunan dengan gugus diol menunjukkan aktivitas antimakan 8 kali lebih tinggi daripada senyawa awal, sedangkan 2 turunan yang lain hanya menunjukkan aktivitas 3 kali lebih tinggi.

Kata kunci: antimakan, *eusiderin A*, hidrofilitas, rantai alilik.

PENDAHULUAN

Pada penelitian terdahulu ditemukan bahwa eusiderin A merupakan turunan neolignan langka yang berpotensi sebagai senyawa antimakan. Senyawa ini pada konsentrasi 0.01% menyebabkan hama tanaman sayuran (*Epilachna sparsa*) hanya mampu mengkonsumsi daun uji, *Salanum nigrum* sekitar 10%. Evaluasi aktivitas antimakan lebih lanjut terhadap serangga penggerek polong kedele, *Etiella zinckenella* memperlihatkan pada konsentrasi 0.5% tidak ada polong kedele, *Glycine max* (L) yang dirnakan (aktivitas antimakan 100%), sedangkan pada konsentrasi 0.01% aktivitas ini menjadi hilang [1]. Hasil uji letalitas terhadap larva udang *Artemia salina* menunjukkan bahwa eusiderin A memiliki toksisitas sangat rendah ($LC_{50} > 500 \mu\text{g/mL}$), yang mengindikasikan kemungkinan senyawa ini tidak membahayakan kesehatan manusia dan mengganggu keseimbangan lingkungan [2].

Aktivitas biologis lainnya dari eusiderin A sebagai antijamur pelapuk kayu dan antirayap juga telah dilaporkan [3].

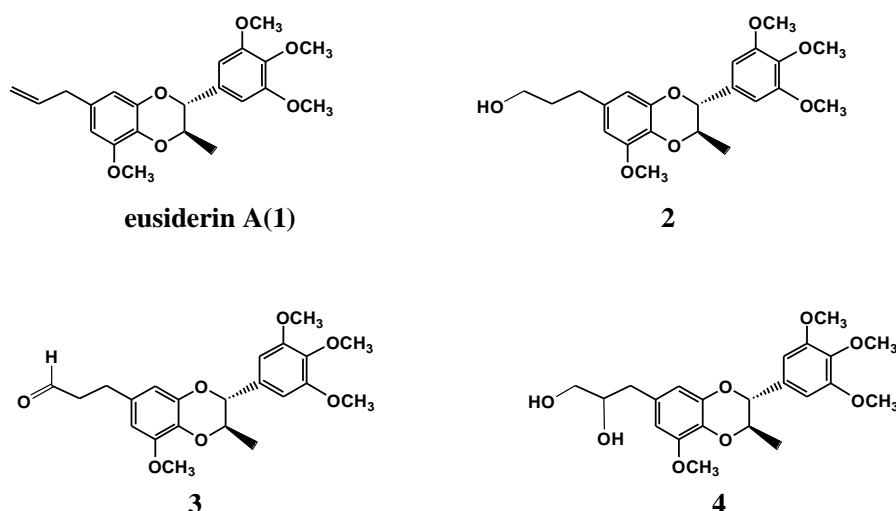
Eusiderin A berhasil diisolasi dalam jumlah relatif banyak dari ekstrak kasarnya melalui *bioassay-guided isolation* dari limbah serbuk gergaji kayu bulian, *Eusideroxylon zwageri*. Penelusuran kandungan eusiderin A pada seluruh bagian tumbuhan menunjukkan senyawa ini ditemukan pada hampir seluruh bagian, meliputi daun, ranting, kayu, dan akar. Mengingat potensi aktivitas antimakannya serta proses isolasi dan pemurniannya yang relatif sederhana, sangat dimungkinkan untuk memodifikasi struktur eusiderin A menjadi berbagai macam turunan. Penelitian ini bertujuan mengoksidasi rantai alilik eusiderin A menjadi senyawa turunan dengan aktivitas antimakan yang lebih kuat. Modifikasi struktur ini dimaksudkan untuk meningkatkan hidrofilitasnya sehingga akumulasinya pada sisi target meningkat dan dengan demikian, aktivitas sebagai senyawa antimakan menjadi semakin kuat. Modifikasi bagian alilik dari struktur eusiderin A juga akan membantu memahami mekanisme kerja eusiderin A dalam melindungi suatu tanaman dari hama.

METODE PENELITIAN

Isolasi dan teknik pemurnian senyawa eusiderin A (**1**) telah dipublikasikan [1]. Selanjutnya isolat dimodifikasi pada rantai alilnya dengan metode sintesis sebagai berikut. Sebanyak 80 mg NaBH₄ dilarutkan dalam THF bebas-air (1.6 mL) kemudian ditambahkan 10 µL BF₃-Et₂O dan diaduk pada suhu kamar selama 30 menit. Ke dalam campuran tersebut ditambahkan tetes demi tetes larutan eusiderin A (54 mg terlarut dalam 1.6 mL THF bebas-air) dan diaduk pada suhu kamar selama 30 menit. Kemajuan reaksi dipantau menggunakan TLC. Setelah semua eusiderin A habis bereaksi, campuran reaksi didinginkan sampai dengan suhu 0 °C diikuti dengan menambahkan NaOH 2 M (0.5 mL) dan H₂O₂ 30% (2.4 mL), kemudian diaduk pada suhu kamar selama 10 menit. Campuran reaksi dituangkan ke dalam air (100 mL) dan diekstraksi dengan pelarut etil asetat (EtOAc). Lapisan organik dicuci dengan Na₂S₂O₃ jenuh dan air garam (*brine*) jenuh, lalu pelarutnya diuapkan. Residu dimurnikan dengan kromatografi kolom menggunakan silika gel sebagai fase diam dan eluen *n*-heksana-EtOAc 1:1 menghasilkan senyawa **2** (46.8 mg) (Gambar 1).

Senyawa **2** sebanyak 22,1 mg kemudian dilarutkan dalam CH₂Cl₂ bebas-air sebanyak 1.1 mL, ditambahkan reagen Dess-Martin sebanyak 50.9 mg, dan diaduk pada suhu kamar selama 30 menit. Setelah seluruh reaktan habis bereaksi, campuran dituangkan ke dalam NaHCO₃ jenuh, lalu dinetralkan dengan Na₂S₂O₃ jenuh. Fraksi organik diekstraksi dengan EtOAc, dicuci terlebih dahulu dengan NaHCO₃ jenuh, air, dan air garam untuk menetralkan reaksi. Air yang tersisa pada lapisan organik disingkirkan dengan Na₂SO₄ anhidrat dan pelarutnya diuapkan. Residu dimurnikan dengan kromatografi kolom silika gel dengan nisbah eluen *n*-heksana-EtOAc 2:1 dan 1:1 sehingga diperoleh senyawa **3** (10.3 mg) (Gambar 1).

Untuk menyintesis senyawa **4**, ke dalam larutan **1** (100 mg) dalam toluena bebas-air (2 mL) ditambahkan *N*-metilmorfolina (0.13 g), kemudian dioksidasi dengan 0.03 mL osmium tetraoksida (0.98 M dalam toluena) dan diaduk pada suhu kamar selama 3 jam sampai eusiderin A habis bereaksi. Campuran reaksi dijenuhkan dengan larutan Na₂S₂O₃ (*aq*) dan diekstraksi dengan EtOAc. Pelarut diuapkan menghasilkan residu sebanyak 122.3 mg. Residu ini dimurnikan dengan kromatografi kolom silika gel (*n*-heksana-EtOAc 3:1 dan 1:1) menghasilkan senyawa **4** (84.5 mg) (Gambar 1). Uji aktivitas antimakan dilakukan dengan metode yang telah dipublikasikan [4].



Gambar 1 Struktur Senyawa Eusiderin A dan Hasil Oksidasi pada Rantai Aliliknya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Modifikasi rantai alilik didasarkan pada hasil kajian hubungan struktur dan kereaktifan senyawa turunan eusiderin A yang telah disintesis: peningkatan hidrofobisitas dapat menurunkan aktivitas antimakan terhadap *E. sparsa* [5]. Menurunkan hidrofobisitas atau meningkatkan hidrofilitas perlu memperhitungkan nilai $\text{clog}P$ [6], yaitu parameter yang berhubungan dengan permeabilitas suatu zat berkhasiat dan diyakini sebagai indeks dalam memperkirakan potensi bioaktivitas suatu senyawa [7]. Dengan nilai $\text{clog}P$ yang lebih kecil, diharapkan permeasi ke dalam kompartemen sel target semakin meningkat. Pada penelitian ini, nilai $\text{clog}P$ diturunkan dengan mengoksidasi rantai alilik dari eusiderin A (1).

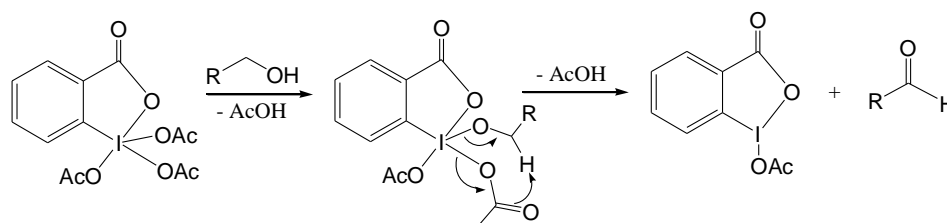
Hidroborasi dengan NaBH_4 mengikuti prosedur [8]. Boron berperan sebagai atom yang elektrofilik, sedangkan hidrogen sebagai nukleofili. Boron bereaksi pada atom karbon yang kurang tersubstitusi dan sebaliknya hidrogen terikat pada atom yang lebih tersubstitusi (mekanisme anti-Markovnikov). Dihasilkan tripropilborana yang selanjutnya dioksidasi radikal-bebas menggunakan hidrogen peroksida 30% membentuk alkohol primer (2) dengan rendemen 91%. Massa molekulnya (m/z) dikonfirmasi 405 [M+H] menggunakan FAB-MS yang mengindikasikan terjadinya oksigenasi pada ujung rantai alilik. Hasil ini dikonfirmasi lebih lanjut dengan menggunakan $^1\text{H-NMR}$ (Tabel 1). Sinyal rantai olefin (1) pada δ 5.94 ppm (1H, *ddt-like*, $J = 17, 7.3, 6.7$ Hz, H-10) dan 5.07 ppm (2H, *dd-like*, $J = 18, 10$ Hz, H-11) hilang, disertai munculnya sinyal alifatik pada δ 3.88 ppm (2H, *t*, $J = 7.8$ Hz, H-11) dan 1.87 ppm (2H, *m*, H-10). Oksigenasi pada rantai alilik ini juga mengubah lingkungan kimia yang ditandai dengan perubahan signifikan geseran kimia ke medan-atas (0.68 ppm) untuk posisi H-9. Sinyal-sinyal proton pada posisi lainnya relatif tidak berubah signifikan.

Tabel 1 Data $^1\text{H-NMR}$ eusiderin A (1) dan turunan hasil modifikasi pada rantai alilik (2–4) dalam CDCl_3 (500 MHz)

Proton	1	2	3	4
H-2	4,55 (<i>d</i> , $J = 7,9$ Hz)	4,55 (<i>d</i> , $J = 7,3$ Hz)	4,56 (<i>d</i> , $J = 7,2$ Hz)	4,56 (<i>d</i> , $J = 7,9$ Hz)
H-3	4,10 (<i>dq</i> , $J = 7,9, 6,1$ Hz)	4,09 (<i>m</i>)	4,11(<i>m</i>)	4,06–4,15 (<i>m</i>)
H-4	6,57 (<i>s</i>)	6,58 (<i>s</i>)	6,57 (<i>s</i>)	6,57 (<i>br s</i>)
H-8	6,57 (<i>s</i>)	6,58 (<i>s</i>)	6,57 (<i>s</i>)	6,57 (<i>br s</i>)
H-9	3,30 (<i>d</i> , $J = 6,7$ Hz)	2,62 (<i>t</i> , $J = 7,3$ Hz)	2,62 (<i>t</i> , $J = 6,1$ Hz).	2,70 (<i>dt-like</i> , $J = 8,2, 2,9$ Hz)
H-10	5,94 (<i>ddt</i> , $J = 17, 7,3, 6,7$ Hz)	1,87 (<i>m</i>)	2,76 (<i>t-like</i> $J = 6,3$ Hz)	4,06–4,15 (<i>m</i>)

H-11	5,07 (<i>dd</i> , $J = 18, 10$ Hz)	3,88 ppm (<i>t</i> , $J = 7,8$ Hz)	9,82 (s)	3,72 (<i>dd</i> , $J = 10,8, 2,9$ Hz, H-11a) 3,54 (<i>dd</i> , $J = 11,0, 7,0$ Hz, H-11b)
H-3'	6,38 (<i>br s</i>)	6,39 (<i>br s</i>)	6,38 (<i>d</i> , $J = 2,0$ Hz)	6,41 (<i>d</i> , $J = 1,8$ Hz)
H-5'	6,49 (<i>br s</i>)	6,48 (<i>br s</i>)	6,47 (<i>d</i> , $J = 2,0$ Hz)	6,50 (<i>d</i> , $J = 1,8$ Hz)
H-3''	1,26 (<i>d</i> , $J = 6,1$ Hz)	1,25 (<i>d</i> , $J = 6,4$ Hz)	1,26 (<i>d</i> , $J = 7,0$ Hz)	1,27 (<i>d</i> , $J = 5,9$ Hz)
5-OCH ₃	3,88 (s)	3,88 (s)	3,88 (s)	3,88 (s)
6-OCH ₃	3,89 (s)	3,89 (s)	3,89 (s)	3,88 (s)
7-CH ₃	3,88 (s)	3,88 (s)	3,88 (s)	3,88 (s)
6'-OCH ₃	3,75 (s)	3,85 (s)	3,86 (s)	3,88 (s)

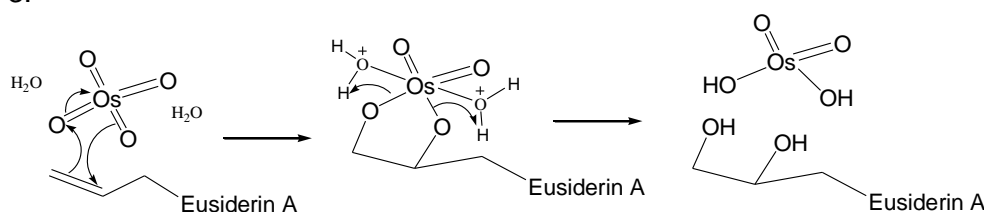
Senyawa (3) disintesis dari senyawa (2) melalui reaksi oksidasi Dess-Martin gugus alkohol primer menjadi aldehida. Penggunaan reagen Dess-Martin sangat menekan kecenderungan oksidasi lebih lanjut aldehida yang terbentuk menjadi asam karboksilat, melalui mekanisme yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Mekanisme Reaksi Pembentukan Aldehida melalui Oksidasi Dess-Martin.

Senyawa (3) berhasil disintesis dengan rendemen 84%. Strukturnya ditetapkan dari data spektrum massa FAB-MS yang menunjukkan m/z 403 $[M+H]^+$, 16 sma lebih besar daripada isolat (1). Perubahan sinyal jauh ke medan bawah teramati pada posisi H-11, sesuai dengan sinyal khas aldehida pada δ 9.82 ppm (s). Perubahan signifikan ke medan atas teramati pada posisi H-10, yaitu pada δ 2.76 ppm (*t-like*, $J = 6.3$ Hz) dan H-9, yaitu pada δ 2.88 ppm (*t*, $J = 6.1$ Hz). Posisi sinyal lainnya relatif tidak berubah.

Reaksi pembentukan pinakol (4) pada rantai alilik terjadi melalui oksidasi oleh osmium tetraoksida dengan dikatalisis oleh *N*-metilmorfolina. Mekanisme reaksinya ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Mekanisme Pembentukan Pinakol melalui Oksidasi Osmium Tetraoksida.

Reaksi oksidasi ini berlangsung cepat dan berhasil menyintesis senyawa (4) dengan rendemen 81%. Senyawa ini ditetapkan dari data spektrum massa FAB-MS yang menunjukkan m/z 421 $(M+H)^+$, 34 sma lebih besar daripada (1). Data ¹H-NMR mengindikasikan rantai alilik telah teroksidasi menjadi diol visinal pada posisi C-11 dan C-10. Hal ini ditandai oleh munculnya sinyal pada δ 3.72 ppm (*dd*, $J = 10,8, 2,9$ Hz, H-11a) dan 3.54 ppm (*dd*, $J = 11, 7,0$ Hz, H-11b), δ 4.06–4.15 ppm (*m*, H-10), serta δ 2.70 ppm (*dt-like*, $J = 8,2, 2,9$ Hz, H-9). Ketiga signal khas inilah yang memastikan struktur senyawa (4).

Hasil evaluasi aktivitas antimakan terhadap *E. sparsa* memperlihatkan peningkatan aktivitas antimakan yang berarti pada senyawa (4). Keaktifannya 8 kali lebih tinggi dibandingkan dengan senyawa (1), sedangkan senyawa (2) dan (3) hanya memperlihatkan

peningkatan aktivitas antimakan masing-masing 3 kali lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin kecil nilai $\log P$, atau hidrofilitas yang semakin tinggi akan mendorong peningkatan aktivitas antimakan.

Tabel 2 Aktivitas Antimakan (1–4)

Senyawa	nilai $\log P$	Antimakan AM_{90} , (%) ^a	Peningkatan
eusiderin A (1)	4.12	0,88	-
2	3.19	0.30	3 X
3	2,72	0.33	3 X
4	2.23	0.11	8 X
azadirachtin ^b	-1.38	0,02	

^a) AM_{90} : konsentrasi dimana 90% daun yang diujikan tidak dikonsumsi

^b) Kontrol positif, insektisida alami

KESIMPULAN

Modifikasi pada rantai alilik menjadi faktor kunci untuk menaikkan aktivitas antimakan. Peningkatan hidrofilitas dapat menaikkan aktivitas antimakan secara signifikan pada senyawa (4). Kecenderungan ini juga ditemukan pada beberapa turunan eusiderin yang terdemetilasi sehingga hidrofilitasnya meningkat. Diduga dengan semakin polarnya turunan eusiderin A, absorptivitasnya pada saliva serangga uji semakin baik sehingga mengganggu keinginan untuk mengonsumsi objek yang diujikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdelgaleil, S.A.M and El-Aswad. 2005, Antifeedant and Growth inhibitory Effects of Tetranortriterpenoids Isolated from Three Meliaceous Species on the Cotton Leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd) *J. App. Sci. Res.* 2005, **1**(2): 234-241.
- [2] Leo, A.,J, 1993. Calculating $\log P$ from Structures. *Chem. Rev.*, 93 (4), 1281-1305.
- [3] Loudon, Marc G., 2002. Addition Reactions of Alkenes.". *Organic Chemistry* (Fourth Edition ed.). New York: Oxford University Press. pp. 168–172
- [4] Muhaimin, Harizon, Sinaga, M.S., Syamsurizal and Afrida. 2007. Antifungal Potentials of Eusiderin a from *Eusideroxylon zwageri*, *Bull. Soc.Nat. Prod.Chem.* 2007, **7**(1),1-4.
- [5] Murakami, N., Sugimoto, M., Kawanishi, M., Tamura, S., Kim, H.S., Begum, K., Wataya Y., and Kobayashi, M. 2003. New Semisynthetic Quassinoids with *in Vivo*
- [6] Antimalarial Acrivity, *J. Med. Chem.* 46, 638-641.
- [7] Syamsurizal, 2009, Sintesis Turunan Eusiderin A dan Evaluasi Aktifitas Antimakan terhadap Hama Tanaman, *Epilachna sparsa*, *Jurnal Matematika dan Sains*, Vol. 14(1) 27-31
- [8] Syamsurizal, 2012. Synthesis and Structure Activity Relationships of Eusiderin A Derivatives as Antifeedant. *Chemistry and Materials Research*, Vol.2(7) p. 64-71.
- [9] Wasrin, S, Samejima, M and Yohimoto, T, 1987. The role of Extractives in Decay Resistance of Ulin Wood(*Eusideroxylon zwageri*, T.et .B), *Bull. Tokyo. Univ. For*, 77, 1-8.

METIL 3,4,5- TRIHIDROKSIBENZOAT SUATU SENYAWA FENOLIK DARI KULIT BATANG SHOREA SINGKAWANG (MIQ).MIQ DAN UJI SITOTOKSIK PADA SEL MURIN LEUKEMIA P-388

Yusnelti, Yunazar Manjang*, Abdi Dharma*, Jaswir Darwis*

Kimia, Fakultas keguruan dan ilmu Pendidikan Universitas Jambi
Kimia, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas*; yusneltiwitiza@gmail.com

ABSTRACT

Had been isolated compound phenolic metil 3,4,5-treehidroktionbenzoat from etil asetat fraction of trunk bark shorea singkawang (Miq).Miq and compound metil 3,4,5 treehidroktionbenzoat were established based on spekctroscopic evidence, including UV, FTIR,GC-MS, ¹HNMR, ¹³ CNMR spectra, and by comparison with those reported data. Compound fenolik the first report in spesies and tytotoxicity evaluation of compound phenolic used againt murine leukemia P-388 sel showed their IC₅₀valua were 1,636 µg/mL

Keywords: shorea singkawang (Miq).Miq, cytotoxic, metil 3,4,5 treehidroktionbenzoat, phenolic, P-388

ABSTRAK

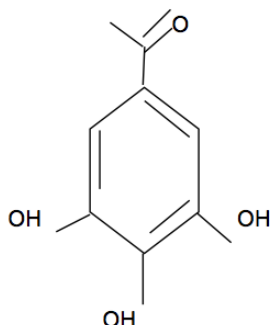
Telah diisolasi senyawa fenolik metil 3,4,5 trihidroksibenzoat dari fraksi etil asetat kulit batang shorea *singkawang* (Miq).Miq dan di struktur senyawa metil 3,4,5-trihidroksibenzoat ditetapkan berdasarkan data spektroskopi UV, FTIR, GC-MS dan ¹H NMR dan ¹³ C NMR, HSQC dan HMBC. serta perbandingan dengan data sejenis yang telah dilaporkan. Senyawa fenolik yang pertama kali ditemukan pada tumbuhan ini. Pengujian aktifitas sitotoksik senyawa fenolik menggunakan sel murin leukimia P-388, memperlihatkan nilai IC₅₀ 1,636 µg/mL.

Kata kunci: shorea *singkawang* (Miq).Miq., sitotoksik, metil 3,4,5 trihidrosibenzoat, fenolik, sel murine leukemia P 388

PENDAHULUAN

Tumbuhan shorea adalah salah satu dari family dipterocarpaceae yang tersebar di hutan tropika Indonesia. Genus Shorea terdiri dari 150 spesies salah satunya shorea *singkawang* (Miq).Miq di kenal nama daerahnya meranti atau singkawang pinang, merupakan tumbuhan indemik sumatera bagian Timur yaitu Provinsi Jambi, tanaman ini kayu bernilai ekonomi tinggi dan buah menghasilkan minyak yang dikenal dengan minyak tengkawang, rasa pahit dan dapat menurunkan rasa pedas cabe, dikenal dengan nama daerah singkawang pinang atau meranti merah.. Kayu dari family dipterocarpaceae tengkawang, mempunyai nilai ekonomi yang tinggi, dan merupakan komoditi ekspor yang penting berupa kayu bangunan atau plywood. Dalam rangka program penelitian disertasi ini untuk mengungkapkan dan menemukan senyawa-senyawa kimia yang berguna dari tumbuh-tumbuhan tropika Indonesia sebagai antikanker, maka penelitian terhadap tumbuhan Shorea *singkawang* (Miq).Mi, telah lakukan dan merupakan penelitian kimia pertama untuk spesies ini. Pada kesempatan ini akan dilaporkan mengenai penemuan sebagai antikanker. Telah dilaporkan pula bahwa Dipterocarpaceae adalah sumber senyawa-senyawa kimia fenolik memperlihatkan berbagai bioaktivitas, seperti kemoprefentif untuk kanker, sitotoksitas terhadap sel tumor manusia, hepatoprotektif, antiinflamasi, menghambat

penyebaran histamin STP-ase lambung dan topoisomerase II, antibakterial, antifungal, dan anti-HIV^{8,18}



Metil, 3,4,5-trihidrokdibenzoat

Penelitian untuk menemukan senyawa antikanker baru dengan aktivitas yang tinggi sangat diperlukan, mengingat penyakit kanker telah semakin meluas dan menjadi penyakit yang mendunia. Kanker merupakan salah satu penyebab kematian yang paling sering, kasus penderita kanker semakin bertambah setiap harinya/tahun. Kanker dapat dipicu oleh kebiasaan hidup yang tidak baik, pencemaran lingkungan, efek radiasi, dan karsinogen kimia. Semakin banyak jumlah penderita kanker yang perlu diatasi, salah satunya dengan meningkatkan pemenuhan kebutuhan akan obat-obatan. Kebutuhan obat dapat dipenuhi dari berbagai sumber di antaranya dari tumbuhan family dipterocarpaceae. Pada kesempatan ini akan dilaporkan mengenai penemuan senyawa fenolik 1 metil 3.4.5 trihidroksibenzoat, dari golongan asam fenolat adalah fenol yang tersubstitusi oleh gugus karboksil, dan senyawa fenolik fraksi etil asetat dan dari kulit kayu batang shorea *singkawang* (Miq). Miq, merupakan yang pertama ditemukan dalam tumbuhan ini. Senyawa fenolik I yaitu metil 3,4,5 trihidrosibenzoat, yaitu suatu senyawa fenolik ekstrak etilasetat dari kulit batang tumbuhan Shorea *singkawang* (Miq). Miq. Struktur senyawa **fenolik** telah ditetapkan berdasarkan analisis spektrum UV, IR, GC-MS, dan NMR, dan uji aktivitas sebagai sel kanker dengan murine P-388 secara in vitro.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini adalah kulit batang tumbuhan shorea *singkawang* (Miq). Miq yang tumbuh di desa Seling Kecamatan Rantau Panjang Kabupaten Merangin. Identifikasi/ determinasi tumbuhan dilakukan oleh Herbarium Biologi FMIPA Universitas Andalas Padang dengan specimen Yusnelti dengan kode No 1. Coll.01-Yi. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan yang dibutuhkan untuk keperluan ekstraksi, pemisahan, pemurnian dan analisis yaitu: silica gel (E.Merek 1.09385.1000), Plat KLT (silica gel 60 F254 Merck). Metanol (MeOH), n-heksana (C₆H₁₄), etil asetat, diklorometan (DCM) (teknis) dan kloroform (CCl₄), Natrium Sulfat anhidrida (Na₂SO₄), Asam klorida (HCl), Ferry klorida (FeCl₃), anillin. DMSO dan aquades, larva udang (*artemia sativa*) dan sel Murin Leukimia P-388 Semua pelarut yang digunakan dalam penelitian ini didestilasi terlebih dahulu sebelum digunakan kecuali yang pa.

Ekstraksi dan isolasi

Kulit kayu batang yang telah dikeringkan dan digiling (6,0 kg) dimaserasi dengan menggunakan pelarut methanol (15 l) selama 3 x 24 jam, setelah pelarut diuapkan dengan tekanan rendah, diperoleh ekstrak methanol berupa residu berwarna merah coklat (458 gr) . kemudian difraksinsi 250 gr dengan menggunakan pelarut n-heksan, diklorometan (DCM), etil

asetat. pelarut diuapkan pada tekanan rendah, diperoleh ekstrak berupa padatan berwarna kuning (17,7 gr) ekstrak n-heksan, padatan warna kuning (8,3 gr) diklorometan dan padatan berwarna coklat (10 gr) etil asetat. Kemudian ekstrak etil asetat di fraksinasi dengan teknik kromatografi KVC menggunakan berturut-turut eluen n-heksan, n-heksan-etil asetat, etil asetat dan methanol kepolaran ditingkatkan, fraksi-fraksi yang diperoleh digabungkan berdasarkan analisis KLT, menghasilkan lima fraksi (E1-E5), fraksi utama satu (E1) dengan menggunakan eluen n-heksan-etil asetat bergradien menghasilkan delapan fraksi gabungan (A1-A8) dari fraksi ke satu (159 mg) diperoleh Kristal putih yang dikristalisasi dari campuran n-heksan – etil asetat menghasilkan senyawa fenolik metil 3,4,5 trihidroksibenzoat (1) (253 mg) berupa Kristal putih t.l 177-179 °C.

Senyawa fenolik metil 3,4,5 trihidroksibenzoat diperoleh Kristal berwarna putih t.l 177-179 °C, UV-vis (MeOH) λ_{maks} (nm) 218 dan 275, (MeOH+NaOH) λ_{maks} (nm) 205, 233, 280 (bahu) IR (KBr) ν 3408 (OH), 3053 (C=C-H), 2956 (C-H), 1678 (C=O), 1612; 1540; 1465,05; 1439; 1312(C=C cincin benzen), 1262; 1204 (C-O) 1100; 1035; 1003 (C-O) 917; 879; 806, 773,62; 752; 737 cm^{-1} . ^{13}C NMR (aseton-d, 125 MHz) δ 51,9 (OCH3) δ 109,7 (C-2, C6) δ 121,7 (C-4), δ 138,7 (C-1), 146,0 (C-3, C-5), δ 167,2 (C=O), 1H NMR (aseton – d6, 500 MHz) δ 3,772 (3H, s, OCH3); δ 7,102 (2H, sH-6)

Bioassay sitotoksik

Pada pengujian sitotoksik menggunakan sel murin leukemia P388. Jumlah sel murin leukemia P388 yang hidup ditentukan berdasarkan pada panjang gelombang 540 nm dengan elisa mikroplate reader. Aktivitas sitotoksik senyawa dinyatakan dalam LC₅₀ yaitu konsentrasi senyawa hasil isolasi yang dibutuhkan untuk menginhibisi 50% pertumbuhan sel murin leukemia P388. Nilai LC₅₀ ditentukan berdasarkan ekstrapolasi garis 50% serapan pada kurva serapan terhadap konsentrasi senyawa yang diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi kimia fraksi methanol (MeOH) diperoleh senyawa fenolik (metil 3,4,5-trihidroksi benzoate/metil galat) sebanyak 253 mg. dengan menggunakan kromatografi lapis tipis dan pereaksi pengungkap noda senyawa fenolik (FeCl₃) mengidentifikasi bahwa senyawa fenolik juga terdapat pada fraksi etil asetat. Ekstraksi kulit kayu dari shorea *singawang* dengan methanol, dipartisi dengan methanol dan etil asetat telah ditemukan suatu senyawa fenolik yaitu metil 3,4,5 trihidroksibenzoat merupakan dari golongan asam fenolat adalah fenol yang tersubstitusi oleh gugus karbonil, gugus lainnya seperti aldehyd juga dapat tersubstitusi oleh gugus fenol. Senyawa fenolik metil 3,4,5 trihidroksibenzoat diperoleh berbentuk jarum berwarna putih dengan titik leleh 177-179 °C (terurai) senyawa fenolik memperlihatkan serapan λ_{maks} (MeOH pada 218 dan 275 (MeOH+NaOH) λ_{maks} (nm) 205, 233, 280, 316, 398, 426, 462 dan 490 (bahu) yang mengidentifikasi adanya kromotor batokromik pada penambahan NaOH, (MeOH+AlCl₃) λ_{maks} (nm) 251, 225, 296, 410,, 455, (MeOH+AlCl₃+HCl), 239, 344, 360, 480, 218, 274, 348, 380,, 456, 475 (MeOH+NaOAc) λ_{maks} (nm) 256, 208, 309 (MeOH+NaOAc+ H₂BO₃) λ_{maks} (nm) ;206, 300, 370, 389, 407, 413, 479, 487, sedangkan spectrum IR (KBr) memperlihatkan adanya pita-pita serapan untuk gugus hidroksil pada ν_{maks} ν 3408 (OH) cm^{-1} , dan cincin benzene tersubstitusi para pada 3053 (C=C-H), adanya pita serapan untuk alipatik pada 2956 (C-H) cm^{-1} , 1678 (C=O), 1612,1540, 1465, 1439, 1312, (C=C cincin benzen), 1262 1204 (C-O) 1035, 1003 (C-O) 917, 879. 806 773, 752, 737 cm^{-1} . ^{13}C NMR (aseton-d, 125 MHz) δ 51,9 (OCH3) δ 109,7 (C-2, C6)

δ 121,7 (C-4), δ 138, 7 (C-1), 146, 0 (C-3, C-5), δ 167,2 (C=O), ^1H NMR (aseton $-d_6$, 500 MHz) δ 3,772 (3H, s, OCH₃); δ 7,102 (2H,s,H-6).

Tabel 1 data Spektrum ^1H NMR dan ^{13}C NMR senyawa 1

No	senyawa 1		metil galat referensi	
	^1H NMR (δ ppm)	^{13}C NMR (δ ppm)	^1H NMR	^{13}C NM
1	-	138,7	-	137,24
2	7.102	109,7	7,10	109,15
3	-	146,0	-	144,62
4	-	121,7	-	121,59
5	-	146,0	-	144,62
6	7.102	109,7	7,10	109,15
OCH ₃	3,772	51,9	3,76	51,43
C=O	-	167,2	-	166,93
OH	tm		8,07	-

Tm = tidak muncul

Dari tabel analisis spectrum ^1H NMR dan ^{13}C NMR dapat disimpulkan bahwa adanya sebuah molekul simetris, dengan memiliki dua proton aromatic yaitu: δ 7,102 (2H,s, H-2, H-6, dan tiga gugus hidroksil δ_c 146,0 (C-3, C-5) dan δ_c 121,7 (C-4) dengan satu gugus metil δ 3,772 (3H, s, OCH₃), satu gugus ester karbonil δ_c 167,2. Berdasarkan spectrum ^1H dan ^{13}C NMR eksperimen dan MS dan membandingkan dengan data spektroskopi NMR (tabel 1) yang dilaporkan oleh^{2,10,14} dapat ditetapkan bahwa senyawa fenolik 1 adalah metil 3,4,5-trihidroksibenzoat dengan rumus molekul senyawa adalah C₈H₈O₃.

Aktivitas Senyawa fenolik

Uji sitotoksitas merupakan langkah awal pada pencarian senyawa-senyawa yang bersifat antikanker. Dalam rangka menuju arah ini telah dilakukan pada sel kanker yaitu sel murin leukemia P-388 sesuai dengan awal pengujiannya pada sel kanker. Dalam hal ini sifat sitotoksik senyawa turunan fenol shorea *singkawang* (Miq).Miq telah diujikan terhadap sel kanker sel murin leukemia P-388. Berdasarkan nilai LC₅₀ ($\mu\text{g}/\text{mL}$ atau μM , sebagai dinyatakan pada tabel bahwa senyawa turunan fenolik menunjukkan sifat sitotoksik yang tinggi, karena dalam senyawa fenolik tersebut adanya gugus metil dan gem pada stuktur benzenoid. Hasil uji sitotoksitas senyawa fenolik hasil isolasi sebagai antikanker dilakukan secara *in vitro* terhadap sel kanker Murine leukemia P-388.

KESIMPULAN

Isolasi senyawa fenolik fraksi etil asetat, yaitu senyawa fenolik: metil 3,4,5 trihidroksibenzoat (metil galat) ini merupakan laporan pertama dari konstituen kimia dalam spesies ini sepanjang informasi yang diketahui dari literature.

Uji aktivitas senyawa fenolik metil 3,4,5 trihidroksibenzoat hasil isolasi dalam menghambat pertumbuhan sel kanker Murine leukemia P-388 menghasilkan Nilai IC₅₀ $\mu\text{g}/\text{mL}$ 1,636 ini menunjukkan berpotensi sebagai antikanker terhadap sel kanker Murine leukemia P-388.

UCAPKAN TERIMA KASIH

Terima kasih di sampaikan pada Dirjen Pendidikan Tinggi DIKTI yang memberikan Bea Siswa BPPS dalam rangka untuk menyelesaikan studi Program Doktor di Univesrsitas Andalas Padang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad.S.A, Euis Holisotan Hakim, Lia Dewi Juliawaty, Lukman Makmur, dan Yana Maolana Syah. 2005.Hakekat Perkembangan Kimia Organik Bahan Alam Dari Tradisional Ke Moderen Dan Contoh Terkait Dengan Tumbuhan Lauraceae, Moraceae Dan Dipterocarpaceae Indonesia. AKTA KIMIA INDONESIA *Kelompok Penelitian Kimia Organik Bahan Alam, Departemen Kimia, ITB Akta Kimindo Vol. 1 No. 2 April 2006: 55 – 66.*
- [2] Ekaprasada. Taufik.M. 2010 . *Penentuan struktur Senyawa Karetoid, Steroid, Fenolik, dan Identifikasi Minyak Atsiri daun surian (toona soreni (Blume).Merr sera pengujian biaktifitasnya.*
- [3] Yana M. Syah and Hiromitsu Takayama:2004. Beberapa Senyawa Oligostilbenoid dari kulit Batang shorea Seminis. Bull.Soc. Nat. Prod.Chem Indonesia 4., 27-34Department of Chemistry, Institut Teknologi Bandung.
- [4] Hakim E.H. ,Rudiyansyah, Iqbal Musthapa& Koichi Takeya. 2003. Bergenin, Suatu Dihidroisokumarin dari Kayu dan Kulit Batang Shorea Stenoptera Burck. PROC. ITB Sains& Tek. Vol. 35 A, No. 2, 87-96.
- [5] Harborne JB. 1996. Metode Fitokimia, penuntun dan cara modern menganalisis Tumbuhan. Penerjemah Padmawinata K dan Soediro I. Penerbit ITB Bandung.
- [6] Harborne, J.B. 1987. *Metoda Fitokimia : Penentuan Cara Modern Menganalisis Tumbuhan.*Terjemahan Kosasih Padmawinata & Iwang Sudiro. ITB, Bandung
- [7] Hostettmann, K., Hostettmann, M., dan Marston, A. 1997. *Cara Kromatografi Preparatif: Penggunaan pada Isolasi Senyawa Alam,* Terjemahan Kosasih Padmawinata. ITB, Bandung.
- [8] Heyne, K., *Tumbuhan Berguna Indonesia (1987)*, Badan Litbang Kehutanan Jakarta, Jilid III, 13901443.
- [9] Ito, T., Tanaka, T., Nakaya, K-I, Iinuma, M., Takahashi, Y., Naganawa, H., Ohyama, M., Nakanishi, Bastow, K.F., dan Lee, K-H (2001). A new resveratrol octamer, vateriaphenol A, in *Vateria indica*, *Tetrahedron Lett.*, **42**, 5909-5912.
- [10] Lee, T,H.Chiou,J.L.Lee,C,K and Kuo,Y.H.2005. separation nd Determination of Chemical Constituents in the Roots of Javanica L, var, roxburghina.Chinese Chemical Society. 52:833-831.
- [11] Mc Laughlin JL *et al*, 1998. The use of biological assays to evaluate botanicals.*Drug information journal*, vol 32, pp 513-524.
- [12] Mayer and Gustafon.2003. Marine Pharmacology in 2000 : antitumor and cytotoxic coumponds. *Int J. cancer.*105 : 291-299.
- [13] Muhtadi , E.H.Hakim, Lia, D. Juliawati, Laily bin Din, Latifah latip. (2006).” Lima senyawa oligostilbenoid dari kulit batang Dipterocarpaceae hasseltii dan aktivitas sitotoksiknya terhadap sel murin leukemia P-388 19-26.
- [14] Rahman, N.A.Hadinur,Muliawan,S.Rashid,N.N, Muhamad,M.,dan Yusuf,R.2006. Studies on Quercus lusitanica Extracts on DENV-2 Replication. *Degue Bulletin.* 30:260-269.
- [15] Saroyobudiono H, Lia D. Juliawaty, Yana M. Syah, Sjamsul A. Achmah, Euis H. Hakim, Jalifah Latip and Ikram M. Said. 2006b. Oligostilbenoid from shorea gibbosa and their cytotoxic properties againt P-388 cell . ITB Bandung natural Products Chemitry,2, 13-18.
- [16] Sarayobudiyono, H., Juliawaty, L.D., Syah, Y.M., Achmad, S.A., Hakim, E.H., Latip, J., Said, I.M. 2008. Oligostilbenoids from Shorea gibbosa and their cytotoxic properties against P-388 cells.*J. Nat Med.* **62**.195-198.

POTENSI KAPANG ENDOFITIK *Eupenicillium javanicum* SEBAGAI AGEN SITOTOKSIK DAN ANTIOKSIDAN

THE POTENTIAL OF AN ENDOPHYTIC FUNGUS *Eupenicillium javanicum* AS CYTOTOXIC AND ANTIOXIDANT AGENTS

Yoice Srikandace^{1*}, Wina Saptiani², Zalinar Udin³

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bandung^{1*}
yoice_srikandace@yahoo.co.id dan Kompleks LIPI-Cisitu-Sangkuriang, Bandung 40135
telp.022-2503051, fax. 022-2503240

Departemen Diploma, Program Keahlian Analisis Kimia, Institut Pertanian Bogor, Bogor²
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bandung³

ABSTRACT

Thyponium divaricatum Lodd has been known as medicinal plant and empirically proven as anticancer drug by people. The anticancer metabolites of plants have mutualism relationship with microorganism in host plants that called endophytic. Endophytic fungus *Eupenicillium javanicum* was isolated and fermented in 10L of PDB medium with agitation 150 rpm at room temperature. The intracellular of biomass and extracellular of filtrate metabolites were extracted with methanol to obtain MeOH-ES (filtrate) and MeOH-IS (biomass) extracts and carried out to conduct cytotoxic and antioxidant activity. The MeOH-ES and MeOH-IS at 100 ppm concentration were tested against T47D cells and could reduce 53.24 % and 11.01 % T47D cells. Antioxidant activity of MeOH-ES and MeOH-IS were 90.34 % and 74.01 % in 100 ppm concentration. Then, MeOH-ES extract was fractionated using column chromatography and obtained 7 fractions. All fractions were tested for cytotoxic and antioxidant activity. The best cytotoxic and antioxidant activity was performed by the fifth fraction with 46.54 % viability of T47D cells and 91.79 % inhibition of free radicals. This current study showed that intracellular and extracellular metabolites of endophytic fungus *E.javanicum* could produce potential cytotoxic and antioxidant agents.

Keywords: Endophytic fungus, Eupenicillium javanicum, T47D cells, cytotoxic, antioxidant

ABSTRAK

Tanaman Keladi tikus (*Thyponium divaricatum* Lodd) merupakan salah satu tanaman obat antikanker, yang telah dibuktikan secara empiris oleh masyarakat. Potensinya menghasilkan senyawa antikanker tidak lepas dari hubungan mutualisme dengan mikroba endofitik yang terdapat di dalam jaringan tanaman. Salah satu kapang endofitik yang telah diisolasi adalah *Eupenicillium javanicum*. Kapang endofitik *E. javanicum* difermentasikan di dalam 10L media PDB selama 20 hari, agitasi 150 rpm pada suhu ruang. Metabolit intraseluler dari biomassa dan ekstraseluler dari filtrat diekstraksi dengan metanol sehingga diperoleh ekstrak MeOH-IS dan MeOH-ES. Ekstrak MeOH-IS dan MeOH-ES dilakukan uji aktivitas sitotoksik terhadap sel T47D dan aktivitas antioksidan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masing-masing 100 ppm ekstrak MeOH-ES dan MeOH-IS mampu menghambat proliferasi sel T47D sekitar 53.24 % dan 11.01 %. Aktivitas antioksidan dari masing-masing 100 ppm ekstrak MeOH-ES dan MeOH-IS sebesar 90.34% dan 74.01%. Ekstrak MeOH-ES difraksinasi dengan kromatografi kolom dan diperoleh 7 fraksi. Aktivitas sitotoksik dan antioksidan terbaik diperoleh dari fraksi ke-5 dengan nilai viabilitas sel 46.54 % dan menghambat senyawa radikal bebas sebesar 91.79%. Hal ini menunjukkan bahwa metabolit intraseluler dan ekstraseluler yang terkandung di dalam kapang endofitik *E.javanicum* memiliki agen sitotoksik dan antioksidan yang potensial.

Kata kunci: endofitik, Eupenicillium javanicum, sel T47D, sitotoksik, antioksidan

PENDAHULUAN

Mikroba endofitik adalah mikroba yang sebagian atau seluruh hidupnya di dalam jaringan tanaman yang sehat. Hubungan mutualisme yang terjadi antara tanaman dan mikroba menghasilkan senyawa aktif yang sama atau mirip dengan tanaman inangnya [1]. Senyawa aktif mikroba dapat menjadi suatu pertahanan hidup bagi tanaman jika diserang oleh mikroba patogen, sedangkan tanaman dapat menjadi sumber nutrisi bagi mikroba untuk memproduksi senyawa [2]. Keberadaan mikroba endofitik masih banyak yang belum diteliti dari berbagai jenis tanaman, sehingga banyak senyawa bioaktif yang belum diketahui [3]. Mikroba endofitik merupakan sumber materi genetik yang potensial menghasilkan senyawa bioaktif [4] seperti antibakteri, antioksidan, antiinflamasi, antikanker, antidiabetes, ataupun sumber obat di bidang industri pangan dan farmasi [5].

Salah satu kapang endofitik yang telah diisolasi dari tanaman Keladi tikus (*Thyponium divaricatum* Lodd) adalah *Eupenicillium javanicum*. Kapang *Eupenicillium* sp mampu menghasilkan senyawa bioaktif, seperti senyawa antifungi Eujavanicin A [6], dan Eujavanoic A dan B [7]. Spesies *Eupenicillium* lainnya mampu menghasilkan alkaloid alanditrypinone, alantryphenone, alantrypinene dan alantryleunone [8], dan poliketida phomoxin B,C [9]. Senyawa Azadirachtin A dan B [10], dan turunan mikofenol merupakan hasil metabolit kapang *E.parvum* [11]. Senyawa Eupenifeldin dari *Eupenicillium brefeldianum* mampu mengeliminasi sel kanker usus HCT-116 dan HCT-VM46 serta sel leukemia P388 [12] dan juga menghasilkan antibiotik Brefeldin A [13]. Mollenines A, B bersifat toksik terhadap sel tumor dan moderat terhadap sel bakteri patogen [14]. Sedangkan, senyawa antioksidan Melanocin A,B,C berhasil diisolasi dari *E. shearii* dengan IC₅₀ sekitar 9.0 µg/ml [15].

Senyawa bioaktif kapang dapat dihasilkan dari dalam selnya maupun tersekresikan ke lingkungannya. Senyawa yang berada di dalam sel (biomassa) merupakan senyawa intraseluler, dan senyawa yang tersekresi ke lingkungan (umumnya pada proses fermentasi) adalah senyawa ekstraseluler. Sampai saat ini, aktivitas sitotoksik dan antioksidan kapang *E.javanicum* dari tanaman Keladi tikus belum pernah diketahui. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan kapang *E.javanicum* untuk menghasilkan senyawa toksik terhadap sel kanker payudara T47D dan senyawa antioksidan serta diharapkan merupakan “*novel drug*” yang bersifat alami.

METODE PENELITIAN

2.1 Fermentasi dan ekstraksi

Kapang endofitik *Eupenicillium javanicum* diregenerasikan dalam media PDA (*Potato Dextrose Agar*) selama 7 hari. Selanjutnya, 3 potongan kapang berukuran 0.5 X 0.5 cm difermentasikan ke dalam 150 ml media PDB (*Potato Dextrose Broth*) pada erlenmeyer berukuran 500 ml selama 20 hari di atas shaker dengan agitasi 150 rpm pada suhu ruang [16]. Volume total media fermentasi kapang adalah 10L. Pada saat panen fermentasi, filtrat dan biomassa dipisahkan. Filtrat dan biomassa, masing-masing diekstraksi dengan metanol dengan perbandingan 1:1, serta diuapkan dengan rotary evaporator sehingga diperoleh ekstrak metanol dari filtrat (MeOH-ES) dan biomassa kapang (MeOH-IS).

2.2 Uji in vitro sel T47D

Uji sitotoksitas dilakukan dengan metode SRB (Sulforhodamin B) menggunakan *microplate* 96 [17]. Sebanyak 20 µl sampel uji (ekstrak metanol) 1 mg/ml, dan 180 µl kultur sel

T47D dimasukkan ke dalam sumuran *well* 96, kemudian diinkubasi selama 3-4 hari pada suhu 37°C. Sel difiksasi dengan TCA 50 %. Pewarnaan menggunakan SRB 0.4 % dalam asam asetat 1 % selama 30 menit. Warna SRB yang tidak terikat dibilas dengan asam asetat 1%, sedangkan yang terikat diekstraksi dengan Basa Tris (pH 10). Intensitas warna yang dihasilkan diukur dengan menggunakan ELISA plate reader pada λ 515 nm. Persen survival dihitung dengan rumus:

$$\% Viability = \frac{OD(\text{sel} + \text{sampel}) - OD(\text{media})}{OD(\text{sel} + \text{DMSO}) - OD(\text{media})} \times 100$$

Jika nilai survival kurang dari 50% maka dihitung sebagai aktivitas positif, dan jika lebih dari 50% dihitung sebagai aktivitas negatif [18].

2.3 Uji antioksidan

Uji antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. [17] dengan menggunakan mikroplate reader. Konsentrasi DPPH yang digunakan adalah 30 $\mu\text{g/ml}$, dan konsentrasi sampel 1 mg/ml . Kontrol berupa 50 μl metanol ditambah dengan 150 μl DPPH. Sebanyak 150 μl DPPH ditambah dengan 50 μl sampel dimasukkan ke dalam *96 well polystyrene microplate*. Campuran diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang, dan absorbansi dibaca pada λ 520 nm [19]. Nilai persentase inhibisi dihitung dengan rumus:

$$\% inhibisi = \frac{\text{Abs Kontrol} - \text{Abs sampel}}{\text{Abs Kontrol}} \times 100$$

2.4 Fraksinasi ekstrak metanol

Ekstrak metanol difraksinasi dan dipurifikasi untuk mendapatkan senyawa yang lebih murni. Ekstrak difraksinasi dengan kromatografi vakum cair dan kolom kromatografi dengan menggunakan eluen *n*-hexane, etil asetat dan metanol. Fraksi-fraksi kembali diuji aktivitas sitotoksik dan antioksidan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Fermentasi dan ekstraksi

Pada fermentasi 10L kapang endofitik *Eupenicillium javanicum* diperoleh 9 L filtrat dan 68,10 gr biomassa kering. Berat ekstrak metanol dari filtrat (MeOH-ES) dan biomassa (MeOH-IS) adalah 55,27 gr dan 11,70 gr. Hal ini menunjukkan bahwa ada senyawa yang diproduksi di dalam sel kapang dan ada yang tersekresi ke medium fermentasi. Metabolit ekstraseluler terbentuk pada proses metabolisme sekunder, dan metabolit intraseluler terbentuk pada proses produksi metabolit primer saat fase awal dan sepanjang pertumbuhan sel.

3.2 Aktivitas sitotoksik dan antioksidan

Pada konsentrasi 100 ppm ekstrak MeOH-ES dan MeOH-IS mampu memiliki aktivitas sitotoksik dan antioksidan yang baik, seperti terlihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1 ditunjukkan bahwa MeOH-ES mampu mengeliminasi sel kanker payudara T47D dengan viabilitas sel sebesar 53,24% dengan IC_{50} sekitar 157 $\mu\text{g/ml}$ dan termasuk kategori sitotoksik *moderate*. Sedangkan pada 100 ppm ekstrak MeOH-IS menunjukkan viabilitas sel T47D sebesar 11,01%, dan mengindikasikan senyawa tersebut tidak aktif terhadap sel kanker. Aktivitas antioksidan dari kedua ekstrak cukup tinggi, terutama dari ekstrak MeOH-ES sekitar 90,34% pada konsentrasi 100 ppm. Ekstrak MeOH-IS menunjukkan 74,01% aktivitasnya menangkal radikal bebas DPPH. Hal ini mengindikasikan bahwa senyawa yang terdapat di dalam sel kapang maupun yang tersekresikan menghasilkan senyawa bioaktif antioksidan.

Tabel 1 Aktivitas sitotoksik dan antioksidan ekstrak MeOH-ES dan MeOH-IS

Fraksi	sel	% viabilitas	% DPPH	Fitokimia
			+ IC ₅₀ (µg/ml)	
	+			
	IC ₅₀ (µg/ml)			
MeOH-ES	53.24	+ 157	90.34 + 181	Tannin
MeOH-IS	11.01		74.01 + 377	Tannin

Kemampuan kapang endofitik menghasilkan senyawa sitotoksik dari fraksi metanol juga telah diteliti dari kapang *Aspergillus ochraceus* JGI25. Ekstrak metanol dari kapang *A.ochraceus* mampu menghambat sel kanker HeLa sekitar 54.60% pada konsentrasi 150 µg/ml [20]. Kapang endofitik *Fusarium proliferatum* menunjukkan IC₅₀ 10 µg/ml terhadap sel kanker payudara MCF-7 dan sel kanker HCT-116 [21]. Senyawa bioaktif kapang *A.ochraceus* dan *F.proliferatum* diisolasi dari filtrat. Sama halnya seperti kapang *Eupenicillium javanicum* juga hanya mampu menghasilkan senyawa aktif sitotoksik dari filtrat terhadap sel T47D.

Sedangkan, aktivitas antioksidan dari ekstrak metanol kapang endofitik *E.javanicum* memiliki IC₅₀ sekitar 181 µg/ml (MeOH-ES) dan 377 µg/ml (MeOH-IS). Penelitian terhadap endofitik *Fusarium* sp, *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp dan *Mucor* sp. memiliki IC₅₀ berturut-turut 160, 220, 320 dan 240 µg/ml [22], *Aspergillus niger* dan *Trichoderma* sp dengan IC₅₀ 96.48 dan 80.97 µg/ml [23]. Metabolit yang berpotensi antioksidan dari kapang *E.javanicum* berasal dari golongan tannin, akan tetapi metabolit dari beberapa kapang endofitik lainnya ada berasal dari golongan tannin, flavonid dan alkaloid. Kemungkinan senyawa tannin yang terkandung di dalam ekstrak MeOH-ES dan MeOH-IS merupakan senyawa preventif timbulnya kanker secara tidak langsung. Tannin dan alkaloid juga diketahui memiliki efek antioksidan.

3.4 Aktivitas sitotoksik dan antioksidan dari fraksinasi ekstrak MeOH-ES

Berdasarkan uji aktivitas sitotoksik dan antioksidan, maka ekstrak MeOH-ES dilanjutkan untuk fraksinasi, karena memiliki aktivitas yang baik pada kedua aktivitas tersebut. Hasil fraksinasi diperoleh 7 fraksi, dan semua fraksi diuji aktivitas sitotoksik dan antioksidannya, seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Aktivitas sitotoksik dan antioksidan hasil fraksinasi ekstrak MeOH-ES

Fraksi	% viabilitas sel	% DPPH	Fitokimia
1	60.55	35.24	-
2	50.45	41.65	-
3	69.14	45.15	-
4	57.70	41.94	-
5	46.54	91.79	alkaloid, flavonoid
6	61.55	53.61	tannin
7	59.82	46.90	-

Pada Tabel 2. diketahui bahwa semua fraksi memiliki aktivitas sitotoksik dan antioksidan. Fraksi 5 merupakan fraksi terbaik, menunjukkan viabilitas sel T47D sebesar 46.54% dan menangkal radikal bebas DPPH sebesar 91.79%. Kandungan senyawa yang dimiliki fraksi 5 dari golongan alkaloid dan flavonoid. Alkaloid dan flavonoid merupakan konstituen fitokimia utama dari tanaman *Thyponium divaricatum* [24]. Alkaloid dari kapang *Eupenicillium javanicum* memiliki sifat toksisitas terhadap sel kanker, sama seperti alkaloid cytochalasan (chaetoglobosin U) dari kapang endofitik *Chaetomium globosum* IFB-E019 [25] dan kapang endofitik *Chaetomium* sp IFB E-015 [26]. Flavonoid yang berasal dari fraksi metanol kapang endofitik *E. javanicum* memiliki aktivitas sitotoksik dan antioksidan. Endofitik *Aspergillus* sp [27], *Fusarium* sp, *Mucor* sp dan *Penicillium* sp juga memiliki potensi

antioksidan dari ekstrak dan fraksi metanol dari golongan flavonoid [22]. Fraksi 6 mengandung senyawa tannin yang memiliki aktivitas *moderate* terhadap sel T47D dan DPPH. Sedangkan, fraksi yang lain tidak mengandung senyawa fitokimia. Umumnya, tannin berikatan dengan protein sehingga menghasilkan polimer dengan berat molekul yang terbentuk dapat menunjukkan adanya reaksi fenolik [28]. Hingga sekarang, sangat banyak penelitian mengenai endofitik dari berbagai macam tanaman obat untuk bahan obat yang murah dan ramah lingkungan. Bahan obat dari endofitik dapat mencegah terjadinya kepunahan sehingga dapat menjaga keseimbangan alam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dana DIPA-LIPI P2 Kimia 2014 dan fasilitas yang diberikan, sehingga penelitian ini bisa terlaksana. Terima kasih juga untuk mahasiswa kami Wina Saptiani atas kerja samanya melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Garcia A, Sandro AR, Celso JRF, Celso VN, Joao AP. 2012. Diversity of foliar endophytic fungi from the medicinal plant *Sapindus saponaria* L. and their localization by scanning electron microscopy. *Biology Researches* 45: 139-148.
- [2] Rosa LH, Nurhayat T, Natascha T, David EW, Zhiqiang P, Ulrich RB, James JB, Natasha MA, Larry AW, Rita MM. 2012. Diversity and biological activities of endophytic fungi associated with micropropagated medicinal plant *Echinacea purpurea* (L). Moench. *American Journal of Plant Sciences* 3: 1105-1114.
- [3] Anitha D, Tartte V, Duggina P, Netala VR, Kalla CM, Nagam V, Desaraju SB. 2013. Isolation characterization of endophytic fungi from endemic medicinal plants of Tirumala hills. *International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research* 2 (3): 1-8.
- [4] Lu Y, Chuan C, Hong C, Jianfen Z, Weiqin C. 2012. Isolation and identification endophytic fungi from *Actinidia macrosperma* and investigation of their bioactivities. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 1: 1-8.
- [5] Qadri M, Sarojini J, Bhahwal AS, Anamika K, Tabasum S, Surrindel KL, Malik ZA, Syed RH. 2013. Identification and bioactive potential of endophytic fungi isolated from selected plants of the Western Himalayas. *SpringerPlus* 2 (8): 1-14.
- [6] Nakadate S. 2008. Antifungal cyclic depsipeptide, Eujavanicin A, isolated from *Eupenicillium javanicum*. *Journal of Natural Product* 71: 1640-1642.
- [7] Okamoto S, Hosoe T, Itabashi T, Nozawa K, Okada K, Takaki GM, Chikamori M, Yaguchi T, Fukushima K, Miyayi M, Kawai K. 2004. New decalin derivatives, eujavanoic acid s A and B from *Eupenicillium javanicum*. *Journal of Natural Product* 67 (9): 1580-1583.
- [8] Barros FAP, Edson RF. 2008. Four spiroquinazoline alkaloids from *Eupenicillium* sp isolated as endophytic fungus from leaves of *Murraya paniculata* (Rutaceae). *Biochemical Systematic and Ecology* 33 (3): 257-268.
- [9] Davis RA, Vesna A, Michael K, Roger GS. 2005. Phomoxin B and C: Polyketides from an endophytic fungus of the genus *Eupenicillum*. *Phytochemistry* 66 (23): 2771-2775.
- [10] Kusari S, Vijay CV, Marc L, Michael S. 2012. An endophytic fungus from *Azadirachta indica* A.Juss that produces azadirachtin. *World Journal Microbiology Biotechnology* 28: 1287-1294.
- [11] Habib E, Fransisco L, John DB, Robert AH, Paulo C, Horace GC, Stephen JC. 2008. Mycophenolic derivatives from *Eupenicillium parvum*. *Journal of Natural Product* 71: 1915-1918.
- [12] Mayerl F, Qi G, Stella H, Steven EK, James AM, Donald RG, Dolores MP, Ronald LB, Craig F, William CR. 1993. Eufenifeldin, a novel cytotoxic Bistropolone from *Eupenicillium brefeldianum*. *Journal of Antibiotics* 46 (7): 1082-1089.

- [13] McCloud TG, Burns MP, Majadly FD, Muschik GM, Miller DA, Poole KK, Roach JM, Ross JT, Leathers WB. 1993. Production of Brefeldin A. *Journal of Industrial Microbiology* 15: 5-9.
- [14] Wang HJ, Gloer J, Wicklow D, Dowd P. 1998. Mollenines A and B: New dioxomorpholines from the Ascotromata of *Eupenicillium molle*. *Journal of Natural Product* 61 (6): 804-807.
- [15] Kim JP, Kim BK, Yun BS, Ryoo IJ, Lee CH, Lee IK, Kim WG, Lee S, Pyun YR, Yoo ID. 2003. Melanocins A, B and C, new melanin synthesis inhibitors produced by *Eupenicillium shearii*. I. Taxonomy, fermentation, isolation and biological properties. *Journal of Antibiotics* (Tokyo) 56 (12): 993-996.
- [16] Nobakht GM, Kadir MA, Stanlas J. 2009. Analysis of preliminary phytochemical screening of *Typhonium flagelliforme*. *African Journal of Biotechnology* 9 (11): 1655-1657.
- [17] Theantana T, Kevin DH, Saisamorn L. 2009. Asparaginase production by endophytic fungi from Thai medicinal plants: cytotoxicity properties. *International Journal of Integrative Biology* 7 (1): 1-8.
- [18] Luis MN, Lilia C, Sarah H, Elizabeth H, Carmenza S, Alicia I, William HG, Luis CR. 2011. Screening and evaluation of antiparasitic and in vitro anticancer activities of Panamanian endophytic fungi. *International Microbiology* 14 (2): 95-102.
- [19] Surya A, Christine J, Hilwan YT. 2013. Studi aktivitas antioksidan dari ekstrak methanol dan etil asetat pada daun bangun-bangun (*Plectranthus amboinicus*). *J.Ind.Che.Acta* 4 (1): 12-17.
- [20] Nadumade VK, Prerana V, Anamika P, Dharod H, Megha S, Prashanti K. 2013. A novel metabolites from *Aspergillus ochraceus* JGI 25 showing cytotoxicity to HeLa cells. *Indian Journal of Pharmaceutical Science* 75 (5): 507-514.
- [21] Kumara MP, Zuehlke S, Priti V, Ramesha BT, Shweta S, Ravikanth G, Vasudeva R, Santhoshkumar TR, Spiteller M, Uma SR. 2012. *Fusarium proliferatum*, an endophytic fungus from *Dysoxylum binectariferum* Hook F, produces rohitukine, a chromone alkaloid possessing anti-cancer activity. *Journal Asian of Natural Product Research* 101 (2): 323-329.
- [22] Murthy NK, Pushpalatha KC, Candrashekhar GJ. 2011. Antioxidant activity and phytochemical analysis of endophytic fungi isolated from *Lobelia nicotianifolia*. *Journal Chemistry and Pharmaceutical* 3 (5): 218-225.
- [23] Govindappa M, Channabasava R, Kumar KRS, Pushpalatha KC. 2013. Antioxidant activity and phytochemical screening of crude endophytes extracts of *Tabebuia argentea* Bur. & K Sch. *American Journal of Plant Sciences* 4: 1641-1652.
- [24] Mankaran S, Kumar D, Sharma D, Singh G. 2013. *Typhonium flagelliforme*: A multipurpose plant. *International Research Journal Pharmaceutical* 4 (3): 45-48.
- [25] Ding L, Dahse HM & Herwech C. 2012. Cytotoxic alkaloids from *Fusarium incarnatum* associated with the mangrove tree *Aegiceras corniculatum*. *Journal of Natural Product* 75 (4): 617 – 621.
- [26] Jiao RH, Shu X, Jun YL, Hui MG, Hui D, Chen X, Hai LZ. & Ren XT. 2006. *Chaetominine*, a Cytotoxic Alkaloid Produced by Endophytic *Chaetomium* sp. *IFB-E015*. *Organic Letter* 8 (25): 5709-5712.
- [27] Dhankhar S, Sandeep K, Sandeep D, Jaya PY. 2012. Antioxidant activity of fungal endophytes from *Salvadora Oleoides* Decne. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 4 (2): 380-385.
- [28] Ramakrishnan K, Krishnan MRV. 1994. Tannin-Classification, Analysis and Application. *Ancients Science and Life* 8 (4): 232-238.

INHIBISI KOROSI BAJA DARI LIMBAH KAYU INDUSTRI KERTAS DALAM LARUTAN NATRIUM KLORIDA

STEEL CORROSION INHIBITION OF WOOD WASTE FROM PAPER INDUSTRY IN SOLUTION OF SODIUM CHLORIDE

Diah Riski Gusti^{1*}, Faizar Farid¹, Intan Lestari¹

FST, Universitas Jambi, Kota Jambi^{1*)}

e-mail : diahgusti07@yahoo.co.id, Gd FST Unja Mendalo, Kampus Pinang Masak, 36361

ABSTRACT

Has conducted research into the use of wood waste from the paper industry for corrosion inhibition of steel in sodium chloride solution. Wood waste extract obtained by immersing the wood waste has become a powder in methanol and then concentrated by rotary evaporator. Diameter steel \pm 3.5 cm and 1.2 cm thick soaked in a solution of sodium chloride at 0.5 M dengan volume of 80 mL with and without wood waste extracts as inhibitors of 50, 100, 150,200, and 250 ppm for 1,2 and 3 days. The rate of corrosion of steel was observed by the method of losing weight. The results showed that the corrosion rate of mild steel with the addition of inhibitors is smaller than without the addition of inhibitors.

Keyword: steel, inhibitor, corrosion, wood, waste

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian terhadap limbah kayu dari industri kertas untuk inhibitor korosi pada baja dalam larutan natrium klorida. Ekstrak limbah kayu diperoleh dengan merendam limbah kayu tersebut dalam metanol kemudian filtratnya dipekatkan dengan rotary evaporator. Diameter baja \pm 3.5 dan tebal 1,2 cm dan direndam dalam larutan NaCl 0,5 M dengan volume 50 mL, dengan dan tanpa ekstrak limbah kayu sebagai inhibitor pada konsentrasi 50, 100, 150, 200, dan 250 ppm selama 1, 2, dan 3 hari. Laju korosi baja diperoleh dengan menggunakan metoda kehilangan berat. Hasil memperlihatkan bahwa laju korosi baja dengan penambahan inhibitor lebih kecil dibandingkan tanpa inhibitor.

Kata kunci : baja, inhibitor, korosi, limbah, kayu

PENDAHULUAN

Korosi dikenal sebagai pengkaratan yang merupakan peristiwa kerusakan atau penurunan kualitas suatu bahan logam yang disebabkan oleh terjadinya reaksi dengan lingkungan. Dalam dunia industri, baja banyak digunakan karena

mudah didapat, mudah difabrikasikan dan memiliki nilai kekuatan tarik yang cukup baik. Salah satu kekurangan material yang terbuat dari baja adalah sifatnya yang mudah mengalami korosi dan sangat rentan terhadap serangan korosif. Salah satu cara untuk mengatasi korosi adalah menggunakan inhibitor.[1]

Inhibitor korosi merupakan suatu senyawa kimia yang sengaja dimasukkan ke dalam media korosif, dapat berasal dari senyawa anorganik, organik, ataupun campurannya. Contoh inhibitor anorganik antara lain natrium kromat, fosfat, dan molibdat, umumnya bersifat toksik dan karsinogenik. Kriteria penting untuk mengaplikasikan suatu inhibitor pada industri berskala besar adalah dapat diuraikan mikroorganisme, tidak toksik, tidak polutan sehingga aman bagi lingkungan dan kesehatan [2].

Penelitian inhibitor korosi dari bahan alam mulai banyak dilakukan untuk mendapatkan inhibitor yang ramah lingkungan (*green* dan *ecofriendly inhibitor*) sudah banyak dilaporkan seperti penggunaan bahan alam dari tumbuh-tumbuhan. Fraunhofer (1996) melaporkan bahwa ekstrak daun teh, tembakau dan kopi efektif sebagai inhibitor pada sampel logam, besi, tembaga dan aluminium dalam medium larutan garam. Keefektifan ini diduga karena ekstrak daun teh, tembakau dan kopi memiliki unsur senyawa kompleks [3]. Ekstrak flavonoid dari *Hybiscus Syriacus* Lin juga dapat menghambat korosi pada baja [4]. Chauhan (2011) juga melaporkan bahwa ekstrak *Citrullus colocynthis* juga dapat sebagai inhibitor korosi pada aluminium [5].

PT. Lontar Papyrus Pulp and Paper Jambi yang bergerak dibidang industri kertas dan tisu banyak menghasilkan limbah kayu. Selama ini penggunaan limbah kayu tersebut sebagai bahan bakar keperluan rumah tangga dan hanya sebagian kecil yang menggunakan untuk industri yaitu sebagai bahan bakar boiler, sedangkan yang lainnya seperti kulit dan serbuk kayu belum dimanfaatkan. Berdasarkan hal tersebut ekstrak dari limbah kayu tersebut diharapkan dapat digunakan sebagai inhibitor korosi. Gusti (2013) telah melaporkan pemanfaatan ekstrak kulit kayu akasia yang berasal dari limbah industri kertas sebagai inhibitor korosi pada baja dalam larutan asam sulfat [6]

METODE PENELITIAN

Sampel diambil dari sisa-sisa kayu penebangan pohon untuk pabrik kertas PT. Lontar Papyrus and Pulp di Simpang Abadi Kab. Tanjung Jabung Barat Propinsi Jambi berupa ranting dan kulit kayu. Sampel dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dijemur dengan dikeringanginkan. Setelah itu dilakukan pengecilan ukuran kayu dan kulit kayu sehingga diperoleh serbuk kayu yang lebih kecil. Sampel siap diekstraksi. Sebanyak 200 gram serbuk kayu dilakukan maserasi dengan pelarut metanol: air (80:20) selama 3 hari . Campuran disaring dan diambil filtratnya. Ampas atau residu dari serbuk kayu tersebut diekstrak ulang sampai dua kali dan hasil saringan di campur dengan filtrat pertama. Filtrat diuapkan dengan menggunakan rotari evaporator sampai diperoleh tanin pekat, kemudian ekstrak tanin pekat dikeringkan didalam oven 40°C.[6]

Sampel baja yang telah disiapkan direndam dalam larutan natrium klorida dengan dan tanpa adanya ekstrak kasar yang diduga mengandung tanin sebagai inhibitor. Ekstrak tanin pekat dibuat konsentrasinya menjadi 50,100, 150, 200, 250 ppm dengan pelarutnya natrium klorida dengan konsentrasinya masing- masing dibuat 0,05M. Dari variasi konsentrasi inhibitor tersebut diambil volume 80 ml dimasukkan dalam gelas dengan posisi baja digantung pada tali selama 0 – 24 jam, 0 – 48 jam, 0 – 72 jam, dan 0 – 96 jam kemudian diukur kecepatan korosinya.

Setelah proses korosi berjalan selama waktu tertentu, produk korosi diangkat dari media korosi, dicuci dengan hati – hati menggunakan sikat halus dan lembut. Selanjutnya dimasukkan kedalam oven pada suhu 400 oC selama 5 menit kemudian ditimbang sebagai berat akhir. Kecepatan korosi dihitung dengan rumus sebagai berikut :

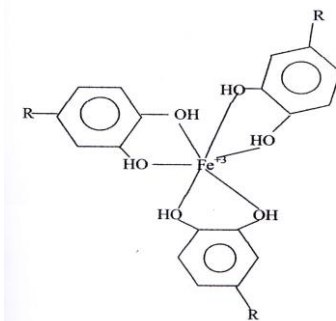
$$\text{Kecepatan korosi} = \frac{\text{Berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{Luas baja} \times \text{waktu perendaman}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

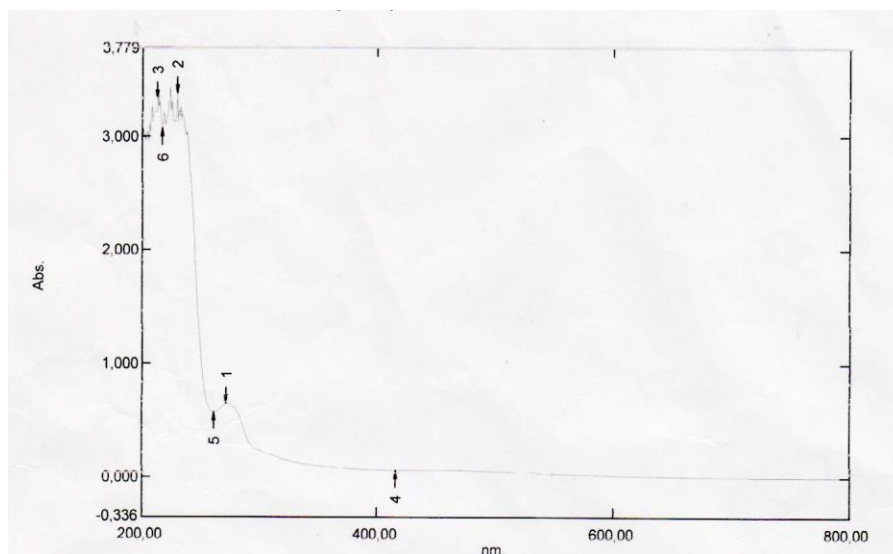
Sampel diambil dari sisa-sisa kayu penebangan pohon untuk pabrik kertas PT. Lontar Phapirus and Pulp di Simpang Abadi Kab. Tanjung Jabung Barat Propinsi Jambi berupa kulit dan serbuk kayu. Kayu yang digunakan untuk industri kertas ini adalah kayu yang berasal dari pohon akasia. Sampel dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dijemur dengan dikeringanginkan. Setelah itu dilakukan pengecilan ukuran kayu dan kulit kayu sehingga diperoleh serbuk kayu yang lebih kecil.

Sebanyak 200 gram serbuk kayu dilakukan maserasi dengan pelarut metanol: air (80:20) selama 3 hari. Campuran disaring dan diambil filtratnya. Ampas atau residu dari serbuk kayu tersebut diekstrak ulang sampai dua kali dan hasil saringan di campur dengan filtrat pertama. Filtrat diuapkan dengan menggunakan rotari evaporator sampai diperoleh tanin pekat kemudian ekstrak tanin pekat dikeringkan didalam oven 50°C. Maserasi adalah metode ekstraksi padat-cair dengan cara merendam bahan padat dalam suatu pelarut pada suhu kamar [7]). Ekstraksi tanin dilakukan menggunakan pelarut methanol-air karena senyawa tanin termasuk senyawa polar dan berdasarkan penelitian sebelumnya, pelarut ini menghasilkan ekstrak tanin paling banyak [7]. Dan didapatkan ekstrak kasarnya sebanyak 16,83 gram dan persentase ekstrak kasarnya 8,4 %.[6]

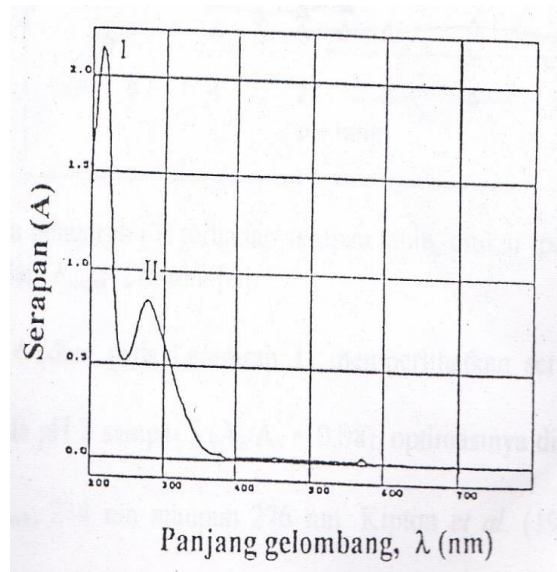
Ekstrak kasarnya dilarutkan dalam air dan diuji dgn FeCl₃. Ekstrak tanin yang berwarna merah bata setelah di teteskan FeCl₃ warna larutan berubah menjadi hijau kehitam-hitaman. Terjadinya warna hijau pada larutan tersebut telah terbentuk kompleks Fe-Tanin. Gambar kompleks FeCl₃ dan tanin adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Struktur Senyawa Komplek Fe-Tanin



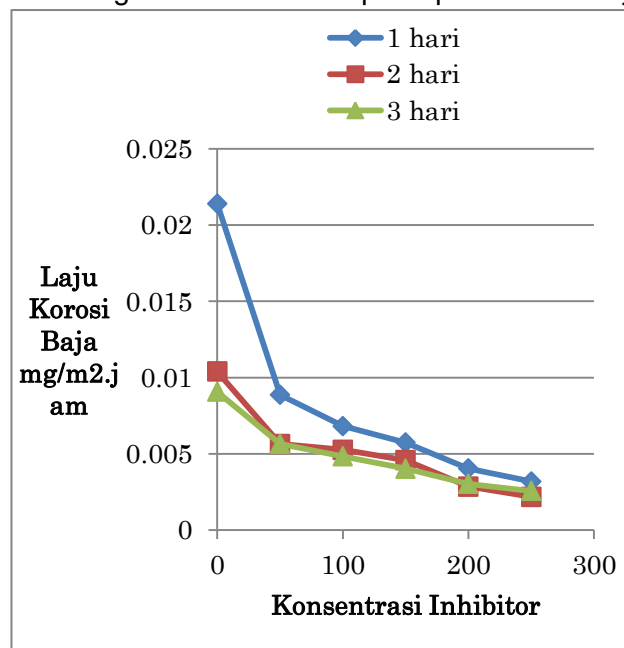
Gambar 2 Spektroskopi UV dari ekstrak limbah kayu



Gambar 3 Spektroskopi UV dari tanin murni

Pada hasil spektrum dari tanin murni menunjukkan puncak serapan pada 276 nm dan 214 nm. Sedangkan pada ekstrak kulit kayu akasia puncak serapannya 272 nm dan 213 nm. Adanya pola yang sama pada puncak serapannya maka ekstrak limbah kayu untuk pabrik industri kertas yang diperoleh dengan mengekstraksi dengan pelarut metanol :air (80:20) adalah tanin [6].

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa laju korosi baja dalam larutan natrium klorida setelah penambahan inhibitor terjadi pengurangan laju korosinya dibandingkan tanpa penambahan inhibitor dan juga terlihat bahwa semakin banyak konsentrasi inhibitor yang mengandung tanin yang ditambahkan laju korosinya akan berkurang. Sama dengan perendama baja dalam larutan asam sulfat, ini dikarenakan semakin banyak konsentrasi inhibitor limbah kayu yang terserap di permukaan baja membentuk kompleks besi-tanin pada baja yang menghambat serangan ion-ion korosif pada permukaan baja [7].



Gambar 4 Grafik Laju Korosi Baja Vs Konsentrasi Inhibitor Dalam Larutan Natrium Klorida



A

B

Gambar 5 A: Baja setelah direndam dalam natrium klorida, B: Baja setelah direndam dengan natrium klorida yang ditambahkan inhibitor

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa sebelum penambahan inhibitor terjadi korosi pada permukaan baja tapi setelah penambahan inhibitor korosi tetap terjadi tetapi telah berkurang di bandingkan sebelumnya.

KESIMPULAN DAN PROSPEK

Ekstrak kasar dari limbah kayu dari hasil penebangan kayu untuk pabrik kertas PT. Lontar Papyrus Pulp positif mengandung tanin. Baja dalam larutan natrium klorida setelah ditambah ekstrak kasar kulit kayu akasia yang mengandung tanin mengalami pengurangan laju korosi dibandingkan tanpa penambahan.. Ekstrak kasar limbah kayu tersebut dapat digunakan sebagai inhibitor laju korosi pada baja.

UCAPAN TERIMAKASIH

Para penulis mengucapkan terimakasih atas dana yang diberikan dari DIKTI melalui Penelitian Hibah Bersaing 2013 dan Lembaga Penelitian Universitas Jambi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Trethewey, K.R., dan J. Chamberlain. 1991. Korosi ed 1 (diterjemahkan oleh Widodo, T.K.). Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [2] Raja, P.B and Sethuraman, M.G. 2008. Natural Product as Corrosion Inhibitor for Metals in Corrosive Media- A Review, *Materials Letter*. 62: 113 – 116.
- [3] Fraunhofer, J.A. 1996 From Dentistry to Anti – Freeze and Paint. Volume 5. Number 8. From R & D Innovator.
- [4] Nagarajan, P., and Princy, J.M. 2009. Natural Product Extract as Eco-Friendly Corrosion Inhibitor for Commercial Mild Steel in 1 M HCl-part II. *J. Ind. Council Chem*. Vol 26, No.2.
- [5] Chauhan, R., Garg, U., and Tak, R.K. *E-Journal of Chemistry*, 201. 8(1). 85 – 90. <http://www.e-journals.net>
- [6] Gusti, D.R, Farid, F. And Intan L. 2013. Ekstrak Kulit Kayu Akasia Sebagai Inhibitor pada Laju Korosi Baja Lunak dalam Media Asam Sulfat. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung 2013.
- [7] Rosyda dan Ersam. 2010. Peningkatan Kualitas Kayu (*Instia bijuga*) : Kompleksasi Logam Cu(II), Fe(III) Dan Zn(II) Oleh Senyawa Tanin. Prosiding Skripsi Semester Genap 2009/2010. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

KOMPLEKS [Cu(II)-2-feniletilamin] SINTESIS DAN SIFAT MAGNETIK

COMPLEXES [Cu(II)-2-feniletilamin] SYNTHETICS AND MAGNETIC PROPERTIES

Fahimah Martak

Jurusan Kimia, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

ABSTRACT

Kompleks dari ion Co(II) dengan ligand basa 2-fenil-etil-amin telah berhasil disintesis. Senyawa ini dikarakterisasi dengan analisis unsur, spektroskopi FT-IR dan UV-Vis, analisis thermal TG menunjukkan kompleks memiliki formula $[Cu(II)-(2-fenil-etil-amin)_2(H_2O)_2]Cl_2 \cdot 2H_2O$. Analisis dengan difraksi sinar-X menyatakan bahwa kompleks berkoordinasi empat, membentuk *square planar*. Pengukuran sifat magnetik dipelajari pada kisaran temperature 5-300 K. Senyawa kompleks ini bersifat paramagnetik dengan nilai μ_{eff} 1,97 BM dan kostanta Weiss, θ , +9,72 dan suhu Curie, T_c , 15 K. Ini menunjukkan bahwa kompleks tersebut memiliki interaksi feromagnetik,

Kata kunci: *ligan fenil-etil-amin*, kompleks, struktur kristal, sifat magnetik, interaksi feromagnetik

ABSTRACT

Co(II) ion with base ligand 2-fenil-etil-amin complex has been synthesized. Complex has been characterized by the methods of elemental analysis, spectroscopic FT-IR and UV-Vis, thermal TG analysis reveals that formula of the complex was $[Cu(II)-(2-feniletilamin)_2(H_2O)_2]Cl_2 \cdot 2H_2O$. X-ray diffraction analysis, complex belonged to four coordination behavior with *square planar* coordination. The magnetic properties of the complex has been studied in temperature range between 5 to 300 K. The effective moment of 1.97 μ_B , Weiss constant θ , +9,72 and Curie Weiss temperature of 15 K are obtained from the Curie-Weiss fit. This indicates that the complex has a ferromagnetic interaction.

Keywords: *ligand fenil-etil-amin*, complex, crystal structure, magnetic properties, ferromagnetic interaction.

PENDAHULUAN

Material magnetik banyak dipelajari dalam beberapa tahun ini karena bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam dunia elektronik seperti display, saklar dan bahan penyimpan data [1]. Pentingnya material magnetik ini menyebabkan banyak penelitian untuk merancang material baru dengan sifat magnetik yang lebih unggul [2].

Saat ini senyawa kompleks terus dikembangkan untuk mendapatkan material bersifat feromagnetik [3]. Salah satu upaya yang dilakukan adalah merancang suatu senyawa kompleks agar terjadi interaksi hidrogen sehingga menaikkan nilai Temperatur Curie Weiss (T_{CW}) senyawa. Temperatur Curie Weiss pada bahan merupakan indikasi bahwa senyawa memiliki interaksi feromagnetik. Interaksi feromagnetik dapat diidentifikasi melalui pengukuran nilai suseptibilitas magnetik dengan variasi temperatur. Nilai suseptibilitas magnetik senyawa feromagnetik meningkat tajam dibawah Temperatur Curie Weiss.

Dilaporkan Martak [4], senyawa kompleks Cu(II) dengan ligan pikolinat (2-piridin karboksilat), memiliki rumus molekul $[Cu(pic)_2] \cdot 2H_2O$. Kompleks tersebut bersifat paramagnetik dan terjadi ikatan hidrogen. Oleh karena itu, pada penelitian ini dikembangkan senyawa kompleks dengan menggunakan ligan 2-feniletilamin ($C_6H_5CH_2CH_2NH_2$).

Ligan 2-feniletilamin memiliki gugus amina dimana terdapat atom nitrogen yang memiliki pasangan elektron bebas sehingga dapat mengisi orbital kosong ion logam dan terjadi ikatan kovalen koordinasi [5]. Gugus amina dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air pada senyawa. Ikatan kovalen koordinasi dan ikatan hidrogen pada senyawa kompleks dapat menghasilkan interaksi antar lapisan [6]. Interaksi antar lapisan yang terjadi yaitu antara senyawa kompleks mononuklir dengan senyawa organik 2-fenil-etil-amin ini dapat meningkatkan interaksi sehingga diperoleh kompleks yang memiliki interaksi feromagnetik.

METODOLOGI

Sintesis Senyawa Kompleks [Cu(II)-2-feniletilamin]

$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 0,85 gram dan ligan 2-feniletilamin sebanyak 1,21 gram masing-masing dilarutkan dalam 20 mL metanol. Larutan ini distirer sambil dipanaskan selama 4 jam pada temperatur $40\text{ }^\circ\text{C}$ dengan kecepatan 300 rpm. Larutan yang diperoleh ditutup dengan alumunium foil dan dilubangi, lalu dibiarkan beberapa hari dalam desikator hingga terbentuk kristal.

Karakterisasi

Analisis Kadar Logam dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Pengukuran kadar ion logam tembaga dalam larutan standar digunakan larutan $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ konsentrasi 100 ppm. Konsentrasi larutan tersebut dibuat masing-masing sebesar 5, 10, 15, 20 dan 25 ppm. Setiap larutan standar tersebut diukur serapannya pada panjang gelombang 324,7 nm. Pengukuran kadar ion logam tembaga dalam kompleks digunakan konsentrasi 100 ppm. Konsentrasi larutan tersebut dibuat masing-masing sebesar 10 dan 15 ppm. Setiap larutan tersebut diukur serapannya.

Analisis Gugus Fungsi dengan Spektrofotometer Inframerah

Pengukuran dilakukan dengan pembuatan pelet, 1 mg cuplikan dicampur dengan 20 mg KBr, kemudian dimasukkan dalam press holder, ditekan beberapa saat hingga ketebalan 0,01-0,05 mm. Selanjutnya pelet tersebut diukur spektranya pada bilangan gelombang $4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$.

Analisis Daya Hantar Molar dengan Konduktometer

Larutan standar yang digunakan dalam analisis ini ialah KCl, MgCl_2 dan FeCl_3 dilarutkan dalam metanol dengan konsentrasi yang sama yaitu 0,01 M. Senyawa kompleks hasil sintesis juga dilarutkan dalam pelarut yang sama dan mempunyai konsentrasi 0,01 M. Kemudian masing-masing larutan ditentukan daya hantar molar dengan konduktometer.

Analisis Termal dengan DTA/TGA

Cuplikan sebanyak 5,5974 mg diletakkan pada cawan alumina, dipanaskan pada laju konstan sebesar $10\text{ }^\circ\text{C}/\text{menit}$ dengan menggunakan atmosfer udara. Pengukuran dilakukan pada temperatur $20\text{-}600\text{ }^\circ\text{C}$.

Analisis Unsur C, H dan N

Sebanyak 2,83 mg cuplikan ditempatkan dalam alumunium foil, kemudian dimasukkan dalam pelat berlubang untuk dilakukan pembakaran. Selanjutnya alat mikrounsur dijalankan dan komposisi C, H, N dan S yang terkandung pada senyawa terbaca pada layar monitor komputer.

Analisis Senyawa Kompleks dengan Spektrofotometer UV-VIS

Cuplikan dibuat dengan konsentrasi 0,01 M dalam pelarut methanol, kemudian ditentukan serapannya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada daerah panjang gelombang 400-700 nm.

Analisis Momen Magnetik pada Temperatur Ruang

Penentuan sifat magnetik dilakukan dengan *Magnetic Susceptibility Balance*. Mula-mula berat tabung kosong ditimbang, massanya dinyatakan sebagai m_0 yaitu 0,8124 gram, lalu diukur suseptibilitas magnetiknya yang dicatat sebagai R_0 . Lalu, tabung kosong diisi cuplikan dan ditimbang kembali, massa yang dicatat sebagai m_1 sebesar 0,8722 gram. Tinggi cuplikan dalam tabung ditentukan, dinyatakan sebagai l yaitu 1,5 cm. Tabung yang telah berisi cuplikan tersebut dimasukkan dalam alat *Magnetic Susceptibility Balance* sehingga nilai suseptibilitas magnetik (R) dapat ditentukan.

Analisis Suseptibilitas Magnetik pada Variasi Temperatur

Pengukuran suseptibilitas magnetik senyawa kompleks dilakukan dengan alat magnetometer Quantum Design SQUID (Superconductor Quantum Interface Device) MPMS-7 (Magnetic Properties Measurement System). Proses pengukuran dilakukan dengan metoda ZFC (Zero Field Cool) yaitu cuplikan diturunkan temperaturnya dari temperatur ruang ke temperatur 5 K tanpa medan magnetik. Ketika temperatur 5 K, medan magnetik dipertahankan konstan 0,1 T (1000 Oe), kemudian temperatur ditingkatkan dari 5 sampai 25 K dengan kenaikan temperatur 1-5 K/step.

PEMBAHASAN

Sintesis Senyawa Kompleks [Cu(II)-2-feniletilamin]

Sintesis kompleks ion logam Cu(II) dengan ligan 2-feniletilamin dilakukan pada perbandingan mol logam dan ligan 1:2 dengan refluks. Kristal berwarna oranye terbentuk setelah larutan didiamkan selama tujuh hari. Rendemen kristal yang dihasilkan sebesar 57,76 %. Foto kristal dengan mikroskop perbesaran 30 kali ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Kristal Kompleks Cu(II) dengan ligand-2-fenil-etil-amin

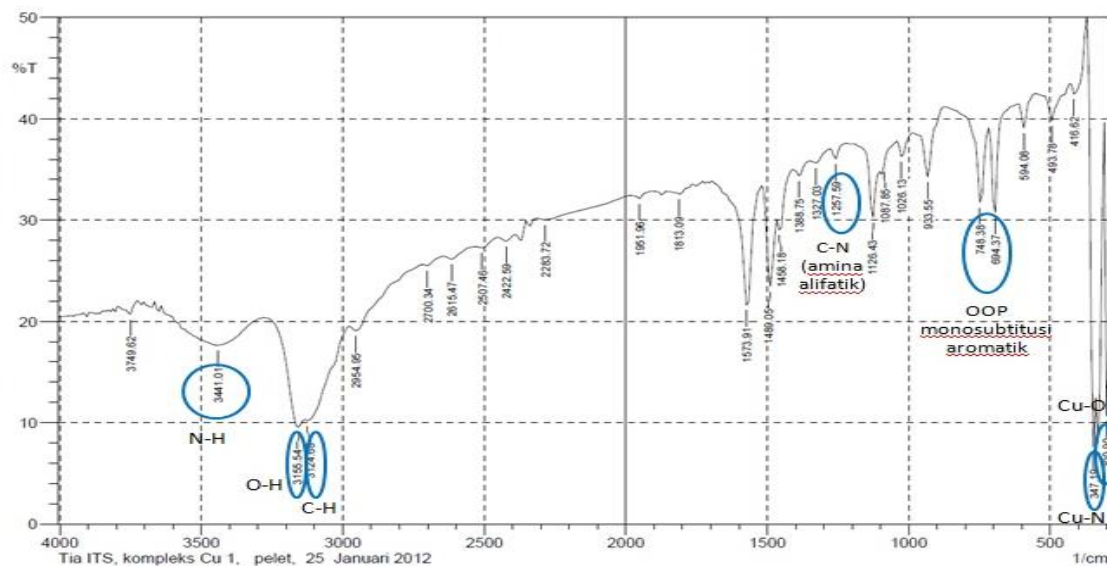
Karakterisasi

Analisis Kadar Tembaga dengan Spektrofotometer Serapan Atom

Kadar logam yang terkandung dalam senyawa kompleks dapat ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom. Kadar ion tembaga(II) dalam kompleks [Cu(II)-2-fenil-etil-amin] pada konsentrasi 10 ppm sebesar 14,04%. Perhitungan kadar ion logam dalam kompleks secara teoritis sebesar 14,16%.

Analisis Gugus Fungsi dengan Spektrofotometer Inframerah

Gugus fungsi pada senyawa kompleks dapat diketahui melalui FTIR pada bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} . Spektra FTIR senyawa kompleks pada ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Spektrum FTIR Kompleks Cu(II) dengan ligand-2-fenil-etil-amin

Serapan pada $3500\text{--}3200\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan serapan vibrasi N-H dari 2-fenil-etil-amin sebagai ligan yang terikat pada ion logam Cu. Serapan di daerah $3100\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$ adalah karakteristik dari gugus C-H. Terdapat gugus fungsi N-H primer dari 2-feniletilamin pada serapan $3448,72\text{ cm}^{-1}$, sedangkan serapan pada senyawa kompleks bergeser menjadi $3441,01\text{ cm}^{-1}$. Hal ini terlihat bahwa serapan gugus fungsi pada senyawa kompleks mengalami pergeseran ke arah bilangan gelombang yang lebih kecil dari serapan ligan bebasnya. Ini diperkirakan gugus NH_2 (N-H primer) terkoordinasi pada Cu(II). Koordinasi- NH_2 pada tembaga ini juga terjadi pada ligan sulfametoksazol dengan Cu(II) [7].

Sedikit pergeseran serapan gugus fungsi $-\text{NH}_2$ pada senyawa kompleks [Cu(II)-(2-fenil-etil-amin)] menunjukkan bahwa ligan 2-feniletilamin adalah ligan yang lemah. Vibrasi O-H yang terkoordinasi pada Cu(II) muncul pada $3155,54\text{ cm}^{-1}$. Hal ini juga didukung dengan munculnya puncak serapan di daerah 3375 cm^{-1} yang merupakan vibrasi O-H dari kompleks $[\text{Cu}(\text{mescaline})_2\text{Cl}_2]\cdot\text{H}_2\text{O}$ (Watt, 1974). Serapan di daerah $3124,68\text{ cm}^{-1}$ adalah karakteristik dari gugus C-H. Serapan yang muncul pada $1257,59\text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi C-N amina alifatik. Vibrasi C-N didukung oleh penelitian Rao dkk [8] tentang kompleks $[\text{Cu}(\text{anilin})_2\text{Cl}_2]$ yang muncul pada serapan 1221 cm^{-1} . Frekuensi vibrasi pada gugus benzen yaitu OOP monosubstitusi aromatik muncul pada serapan $694,37\text{ cm}^{-1}$.

Karakteristik puncak serapan pembentukan kompleks [Cu(II)-2-fenil-etil-amin] dapat terlihat dengan adanya puncak serapan baru yang tajam pada daerah $347,19\text{ cm}^{-1}$ dan $300,90\text{ cm}^{-1}$. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Rao, dkk [8] bahwa vibrasi ikatan logam dengan gugus N dan O dari ligan akan muncul pada bilangan gelombang $400\text{--}300\text{ cm}^{-1}$. Vibrasi Cu-N yang berasal dari ikatan logam Cu dengan ligan 2-feniletilamin ditunjukkan pada puncak yang tajam dengan bilangan gelombang $347,19\text{ cm}^{-1}$. Sedangkan ikatan logam Cu dengan ligan H_2O muncul pada puncak serapan $300,90\text{ cm}^{-1}$, yang menunjukkan adanya vibrasi Cu-O. Ligan 2-feniletilamin memiliki gugus amina yang dapat menyumbangkan pasangan elektron bebasnya pada logam tembaga sehingga munculnya pita serapan baru antara logam tembaga dengan gugus amina dapat dijadikan indikasi bahwa telah terbentuk kompleks $[\text{Cu}(\text{II})-(2\text{-fenil-etil-amin})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ [8].

Analisis Daya Hantar Molar dengan Konduktometer

Perbandingan muatan kation dan anion yang dihasilkan adalah 2 : 1. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang telah dilaporkan oleh Rapheal dkk [10] menggunakan ligan piridin pada kompleks $[\text{Cu}(\text{HL}^2)_2](\text{ClO}_4)_2 \cdot 1/2\text{EtOH}$ ($\text{HL}^2 = \text{piridin-2-karbaldehid-N(4)-2-fenil-etil tiosemikarbazon}$) menghasilkan perbandingan kation dan anion 2:1.

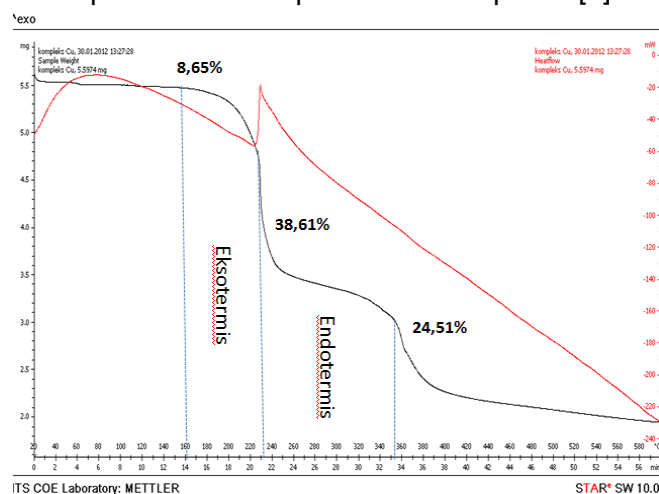
Perbandingan kation dan anion ini menunjukkan kompleks yang terbentuk bersifat elektrolit dimana Cu sebagai kation dan Cl^- sebagai anion dalam kompleks $[\text{Cu}(\text{II})\text{-2-fenil-etil-amin}]$. Ion logam Cu sebagai atom pusat menunjukkan muatan +2, sedangkan Cl^- tidak terkoordinasi sebagai ligan pada tembaga(II). Jika anion Cl^- terkoordinasi pada tembaga(II), maka kompleks tersebut tidak menghantarkan arus listrik (bersifat non elektrolit). Dengan demikian, formula kompleks yang diperkirakan adalah $[\text{Cu}(\text{II})\text{-}(2\text{-fenil-etil-amin})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$.

Tabel 1 Data Hantaran Molar Senyawa Kompleks dan Senyawa Perbandingan

Senyawa	$\Lambda_m (\text{S.cm}^2.\text{mol}^{-1})$	Tipe elektrolit
Metanol	2,45	-
KCl dalam methanol	85,45	1 : 1
MgCl_2 dalam methanol	135,75	2 : 1
FeCl_3 dalam methanol	58,85	3 : 1
Kompleks dalam metanol	141,05	2 : 1

Analisis Termal dengan DTA/TGA

Kurva DTA dapat digunakan untuk menentukan proses dekomposisi berlangsung eksotermis atau endotermis. Proses eksotermis akan menghasilkan puncak dan proses endotermis akan menghasilkan lembah. Gambar 3 merupakan kurva termogram senyawa kompleks $[\text{Cu}(\text{II})\text{-2-fenil-etil-amin}]$. Kurva ini terdiri dari kurva DTA yang berwarna merah dan kurva TGA yang berwarna hitam. Kurva tersebut terlihat bahwa penurunan berat cuplikan berlangsung melalui tiga tahap. Tahap pertama terjadi pengurangan berat cuplikan sebanyak 8,65% pada temperatur 160-220 °C. Hilangnya molekul air hidrat tersebut menunjukkan puncak eksotermis dimana panas akan dilepaskan oleh cuplikan [9].



Gambar 3 Kurva DTA-TGA kompleks (merah : kurva DTA, hitam : kurva TGA)

Tahap kedua, pada temperatur yang lebih tinggi yaitu pada 230,35 °C terjadi dekomposisi yang lebih besar yaitu 38,61%. Dekomposisi yang terjadi adalah molekul ligan 2-fenil-etil-amin, molekul air yang terikat sebagai ligan, dan molekul klorin. Tahap ketiga, cuplikan yang tersisa ialah ion logam Cu(II) dan molekul ligan 2-feniletilamin yang terikat

pada logam. Berat cuplikan yang berkurang pada temperatur ini mencapai 24,51%. Tabel 2 menunjukkan data analisis termogravimetri pada berbagai temperatur dekomposisi.

Tabel 2 Data Hasil Analisis Termogravimetri Kompleks

Temperatur dekomposisi (°C)	% berat tersisa	Spesi	% berat teoritis
0	100	$[\text{Cu}(\text{C}_8\text{H}_{11}\text{N})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	100
160-220	91,34	$[\text{Cu}(\text{C}_8\text{H}_{11}\text{N})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$	91,97
230,35	52,73	$[\text{Cu}(\text{C}_9\text{H}_{16}\text{N}_2)(\text{H}_2\text{O})]$	52,07
357,51	28,22	$[\text{Cu}(\text{C}_3\text{H}_9\text{N})]$	27,32

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, jumlah air hidrat yang memungkinkan adalah dua molekul air hidrat. Oleh karena itu, rumus molekul kompleks yang sesuai ialah $[\text{Cu}(\text{II})-(2\text{-fenil-etil-amin})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Analisis Unsur C, H dan N

Analisis unsur ini untuk menentukan komposisi relatif atom karbon, hidrogen dan nitrogen yang terdapat dalam kompleks. Hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan secara teoritis untuk menentukan rumus molekul kompleks yang paling sesuai. Tabel 3 menunjukkan data hasil analisis unsur dan prediksi rumus molekul yang paling sesuai.

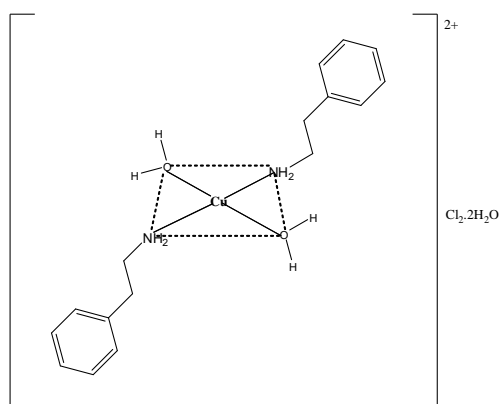
Tabel 3 Data Analisis Unsur C, H, N dalam Kompleks

Rumus Molekul	% C	% H	% N
Eksperimen	41,36	6,60	6,06
$[\text{Cu}(\text{II})-(2\text{-fenil-etil-amin})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	42,80	6,69	6,24

Air hidrat ini berasal dari larutan tembaga(II) klorida dihidrat ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Jumlah molekul air hidrat yang sesuai adalah sebanyak dua molekul. Sehingga, kesesuaian nilai kandungan unsur dan ion logam secara eksperimen terhadap teori menunjukkan bahwa rumus molekul kompleks yang diprediksikan adalah $[\text{Cu}(\text{II})-(2\text{-fenil-etil-amin})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Prediksi Struktur

Berdasarkan seluruh analisis yang telah dilakukan sebelumnya, kompleks yang dihasilkan diprediksi memiliki struktur $[\text{Cu}(\text{II})-(2\text{-feniletilamin})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Prediksi Struktur Senyawa Kompleks

Menurut Rapheal, dkk [10], senyawa kompleks polimer dapat disintesis dengan ligan 2-feniletilamin karena ligan 2-feniletilamin merupakan ligan monodentat yang dapat menyumbangkan satu pasang elektron bebas kepada ion logam sebagai atom pusat. Jika ion Cu^{2+} dengan konfigurasi elektron valensi $3d^9 4s^0$ berinteraksi dengan ligan 2-feniletilamin, maka akan menghasilkan hibridisasi $d^2 sp$. Oleh karena itu, tembaga(II) sebagai atom pusat akan mengikat dua gugus amino dan dua gugus hidroksil melalui ikatan koordinasi terhadap atom pusat sehingga membentuk struktur senyawa kompleks *square planar*.

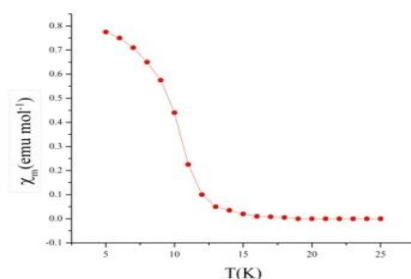
Hal yang sama terjadi pada kompleks $[\text{Cu}(\text{sulfametoksazol})_4]\text{SO}_4$ yang mempunyai geometri molekul *square planar* [11]. Begitu juga dengan senyawa kompleks $[\text{CuL}(\text{ClO}_4)_2]$ ($\text{L}=1,4,8\text{-tris}(2\text{-hidroksietil})\text{-}11\text{-metil-}1,4,8,11\text{-tetra azasiklotetradekana}$) cenderung *square planar*. Hal ini juga didukung dengan hasil pengukuran kadar ion logam dan komposisi unsur, spektra inframerah menunjukkan adanya ikatan logam dengan ligan 2-feniletilamin dan H_2O . Begitu juga dengan hasil analisis termal DTA/TGA menunjukkan bahwa kompleks memiliki dua molekul air hidrat. Kestabilan molekul dipengaruhi oleh adanya kedua cincin fenil dari ligan 2-feniletilamin letaknya berjauhan untuk menghindari efek sterik yang besar pada senyawa kompleks sehingga energi kestabilan rendah.

Analisis Momen Magnetik pada Temperatur Ruang

Kompleks $[\text{Cu}(\text{II})\text{-}(2\text{-feniletilamin})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ memiliki nilai momen magnet efektif (μ_{eff}) sebesar 1,97 BM pada temperatur kamar. Hal ini menunjukkan bahwa kompleks yang terbentuk bersifat paramagnetik. Hasil ini menunjukkan bahwa kompleks tidak terjadi ikatan antara logam Cu-Cu. Nilai momen magnetik secara teoritis berkaitan dengan keadaan spin ion-ion logamnya. Sumbangan spin ditentukan dari spin ion logam yang diperoleh dari jumlah elektron yang tidak berpasangan pada ion logam Cu(II) dimana $S_{\text{T}} = S_{\text{Cu}}$ dengan $S_{\text{Cu}}=1/2$. Hal ini menunjukkan adanya satu elektron yang tidak berpasangan pada orbital d ion logam Cu(II), sehingga momen magnetik secara teoritis (μ_{s}) sebesar 1,73 BM. Nilai momen magnetik hasil eksperimen lebih besar daripada perhitungan momen magnetik secara teoritisnya. Hal ini dikarenakan adanya sumbangan orbital pada ion logam [12].

Analisis Suseptibilitas Magnetik pada Variasi Temperatur

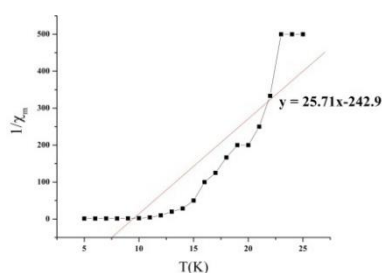
Hasil pengukuran suseptibilitas terhadap temperatur menunjukkan suseptibilitas menurun sejalan dengan meningkatnya temperatur. Kurva suseptibilitas terhadap temperatur kompleks $[\text{Cu}(\text{II})\text{-}(2\text{-feniletilamin})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ditunjukkan pada Gambar 5. Pada temperatur sekitar 15 K, penurunan temperatur menyebabkan terjadinya kenaikan suseptibilitas molar secara drastis. Ini menunjukkan senyawa kompleks memiliki suhu Curie, T_c , yaitu 15 K.



Gambar 5 Kurva Suseptibilitas Magnetik terhadap Temperatur

Pada temperatur 25–5 K, suseptibilitas molar senyawa kompleks mengikuti hukum Curie-Weiss. Kurva $1/\chi_m$ terhadap temperatur, seperti pada Gambar 6 menghasilkan

cekungan ke atas yang menunjukkan interaksi feromagnet pada senyawa kompleks $[\text{Cu}(\text{II})-(2\text{-feniletilamin})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.



Gambar 6 Kurva $1/\chi_m$ terhadap Temperatur

Persamaan garis lurus yang dibuat melalui kurva $1/\chi_m$ terhadap temperatur dapat dihasilkan garis dengan persamaan $y = 25,71 x - 242,9$. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran K. Persamaan garis ini sesuai dengan persamaan Curie-Weiss $1/\chi_m = (T-\theta)/C$. Dari persamaan ini dapat diperoleh nilai tetapan Weiss, θ , sebesar $+9,72$. Nilai θ yang positif menunjukkan interaksi magnet yang terjadi pada inti ion Cu^{2+} dengan ligan 2-feniletilamin adalah feromagnetik. Nilai θ kompleks ini lebih besar dibandingkan nilai θ yang diteliti Martak [6], karena adanya molekul air yang terikat pada senyawa mengakibatkan terjadinya ikatan hidrogen sehingga interaksi molekul menjadi lebih kuat.

KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa senyawa kompleks $[\text{Cu}(\text{II})-2\text{-feniletilamin}]$ telah berhasil disintesis dengan perbandingan mol logam dan mol ligan = 1:2. Senyawa ini diprediksi membentuk senyawa koordinasi *square planar* dengan rumus molekul $[\text{Cu}(\text{II})-(2\text{-feniletilamin})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Senyawa kompleks ini bersifat paramagnetik dengan nilai μ_{eff} 1,97 BM dan memiliki interaksi feromagnetik, dengan konstanta Weiss, θ , $+9,72$ dan suhu Curie, T_c , 15 K.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akitsu, T., Komorita, S., and Tamura, H., 2003. Diastereomers of copper(II) complexes exhibiting difference in coordination geometry by R-or S-1-phenylethylamine ligands in the solid state and structural conversion of crystals into solutions. *Inorganica Chimica Acta*, 348: 25-32.
- [2] Coronado, E. Galán Mascarós, J.R., Gómez Garzia, C. J., and Martinez Agudo, J.M. 2001. Layered Molecule-Based Magnets Formed by Decamethyl metallacene Cations and Two-Dimensional Bimetallic Complexes $[\text{M}^{\text{II}}\text{Ru}^{\text{III}}(\text{ox})]^-$ ($\text{M}^{\text{II}} = \text{Mn, Fe, Co, Cu}$ and Zn ; $\text{ox} = \text{oxalate}$). 35: 126-131
- [3] Han, X.Y., Ren, Y.T., and Zheng, Y.Q., 2010. Synthesis, Crystal Structures and Magnetic Properties of Two Adamantine-1,3-dicarboxylato Bridged Cobalt(II) Phenanthroline Complexes. *Inorganica Chimica Acta*, 363: 353-359.
- [4] Martak, F., 2009. Synthesis and Characterization of A Bimetallic Oxalate Based Magnet $[(\text{C}_9\text{H}_9)_4\text{P}][\text{M}(\text{Ox})_3]$ ($\text{M} = \text{Mn, Fe, Co, Ni, Cu}$), *Current Research In Chemistry*, 1: 1-7.
- [5] Martak, F., 2010. Kompleks Besi(II) dengan Ligan 2-Feniletilamin, Prosiding Seminar Nasional Kimia, Jurusan Kimia FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [6] Martak, F., Sekarayu D. 2012. Synthesis of Binuclear Complex $[\text{N}(\text{n-C}_4\text{H}_9)_4][\text{Mn}^{\text{II}}\text{Fe}^{\text{III}}(\text{ox})_3]$, *Indonesian Journal of Chemistry*, 12 (1): 89-93.

- [7] Ovanesyan, N.S., Shilov, G.V., Pyalling, A. A., Train C., Gredin, P., Gruselle, M., Kiss, L.F., and Bottyan, L. 2004. Structural and Magnetic Properties of Two- and Three-dimensional molecule-based magnets (cat)⁺[M^{II}M^{III}(C₂O₄)₃]⁻, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*: 272-276.
- [8] Rao, C.N.R., Natarajan, S., and Vaidhyanathan, R.2004. Metal Carboxylates with Open Architectures, *Angew. Chem. Int. Ed.* 43: 1466-1496.
- [9] Huang, Y., Yuan, D., Gong, Y., Jiang, F., Hong, M. 2008. Synthesis, structure and luminescent properties of lanthanide–organic frameworks based on pyridine-2,6-dicarboxylic acid. *Journal of Molecular Structure*: 872: 99-104.
- [10] Rapheal, P.F., Manoj, E., and Kurup, M.R.P. 2007. Copper(II) complexes of N(4)-substituted thiosemicarbazones derived from pyridine-2-carbaldehyde : Crstal structure of binuclear complex. *Polyhedron* 26: 818-828.
- [11] Yesilel, O.Z., Mutlu, A., S.K., Ogretir, C and Buyukgungor, O. 2008. The first dinuclear orotate complex : Syntheses, spectral, thermal and structural characterization of supramolecular orotate complexes of nickel(II) and copper(II) with 2-hydroxyethylpyridine. *Journal of Molecular Structure* 889: 415-421.
- [12] Shi, Z., Li, L., Niu, S., Jin, J., Chi, Y., Zhang, L., Liu, J., Xing, Y., 2011. A series of dⁿ transition metal coordination complexes: Structures and comparative study of surface electron behaviors (n = 9, 8, 7, 6, 5). *Inorganica Chimica Acta* 368: 101-110.

BIOKIMIA SAINS



2014
Semirata
Bidang MIPA

PURIFIKASI VIVA-SPIN 100 kDa dan 300 kDa SERTA ANALISIS HEIGHT DAN PHASE IMAGE DARI BIODEGRADABLE DAN BIOCOMPATIBLE NANOPARTICLES

Mardiyanto¹⁾, Ulrich Schafer²⁾, dan Marc Schneider³⁾

¹⁾Mardiyanto tenaga pengajar pada Program Studi Farmasi FMIPA Universitas Sriwijaya (UNSRI) Kampus UNSRI Inderalaya KM 32. Email : dianto72@yahoo.com

²⁾Ulrich Schafer adalah Profesor Biofarmasetik dan Teknologi Farmasi *Saarland University*, Geb A4.2 Saarbrücken, Germany.

³⁾Marc Schneider adalah Profesor Biofarmasetik dan Teknologi Farmasi, *Marburg University*, Ketzerbach 63, Marburg, Germany.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang purifikasi *Viva-spin* 100 kDa dan 300 kDa serta analisis *height image* dan *phase image* dari *Atomic Force Microscopy* (AFM) untuk mengetahui keberadaan surfaktan pada *biodegradable* dan *biocompatible nanoparticles* (NPs) farmasi. Keberadaan surfaktan yang menumpuk di permukaan NPs membuat pergerakan *cantilever* yang membawa *tip* AFM terhambat dan tip kehilangan fungsi dalam menscan permukaan NPs. Kondisi ini terjadi tidak hanya pada AFM *contact mode* tetapi juga pada *typing mode*. NPs yang telah dipurifikasi dengan *Viva-spin* 100 kDa memberikan konsentrasi NPs ($5.1 \pm 0,014$) mg/mL dan dengan menggunakan *Viva-spin* 300 kDa konsentrasi NPs ($3.8 \pm 0,002$) mg/mL. Analisis *height image* mengindikasikan adanya perubahan \sum *pixel* dan *phase image* menunjukan adanya pola perubahan *amplitude tip* yang mengenali material yang berbeda di permukaan NPs. Data yang diperoleh adalah jawaban bahwa surfaktan yang menumpuk di luar NPs memberikan pengaruh terhadap purifikasi dan karakterisasi NPs.

Kata Kunci : Purifikasi, Biodegradable, Biocompatible, Nanoparticles, *Viva-spin*, dan AFM

ABSTRACT

A study concerning the purification by using *Viva-spin* 100 kDa and 300 kDa, and analysis of image height and images phase of *Atomic Force Microscopy* (AFM) to determine the presence of surfactant on the pharmaceutical biodegradable and biocompatible nanoparticles (NPs) has been conducted. The presence of surfactants that accumulate on the surface of NPs relates to the movement of the AFM cantilever tip for scanning surface of the NPs. This condition occurs not only in the AFM contact mode but also in typing mode. NPs that have been purified by *Viva-spin* 100 kDa provided NPs with concentrations (5.1 ± 0.014) mg/mL and by using *Viva-spin* 300 kDa with concentrations (3.8 ± 0.002) mg/mL. Analysis of height and phase image indicated a change in the phase image \sum pixels and also addressed the patterns of change in the amplitude of tip that recognize different materials on the surface of the NPs. The data obtained was the answer that the surfactant NPs which accumulate on the surface of NPs influence on the purification and characterization of NPs.

Key words : Purification, Biodegradable, Biocompatible, Nanoparticles, *Viva-spin*, and AFM

PENDAHULUAN

Penelitian terhadap partikel yang berukuran 100 hingga 300 nm di bidang farmasi semakin berkembang saat ini. Partikel di bidang farmasi ini, biasanya dimanufaktur dengan menggunakan *biodegradable* dan *biocompatible polymer* yaitu polimer yang dapat dihancurkan dan diterima dalam tubuh manusia. Polimer yang paling menjanjikan untuk memenuhi harapan seperti yang tersebut di atas adalah poly (lactide-co-glicolide) yang dikenal dengan singkatan PLGA. Untuk menghasilkan partikel yang stabil, digunakan surfaktan seperti poly (vinyl-alcohol) PVA sebagai *stabilizer* [1-4].

Polimer poliester juga sesuai untuk manufaktur partikel berukuran nm pada bidang farmasi. Polymer jenis ini sering juga dikombinasi dengan surfaktan. Penggabungan ini sesuai dengan jenis bahan obat yang akan diloaded dalam partikel tersebut. Secara umum PLGA dalam meloaded bahan obat yang bersifat hidrofob. Tetapi tidak semua bahan obat adalah hidrofob, sehingga variasi gugus fungsi surfaktan akan mempengaruhi kapasitas *loading* sehingga surfaktan menjadi pusat perhatian [5-8].

Manufaktur partikel berukuran nm yang biasa dilakukan dengan metode *single* dan *double* emulsi serta nanopresipitasi tidak menjamin lokasi surfaktan di *core* partikel. Masih saja ditemui sisa surfaktan di permukaan partikel. Jika dihubungkan dengan studi tentang *uptake* partikel ini, diketahui bahwa tingkat kemurnian partikel mempengaruhi *uptake* dari partikel tersebut [9-12].

Untuk keperluan analisis kapasitas *loading*, partikel harus dimurnikan terlebih dahulu [13-15] misalnya dengan menggunakan *viva-spin* dilengkapi membran berpori-pori 100 dan 300 kDa. Keberadaan sisa surfaktan selama ini tidak bisa diterangkan dengan *yield* hasil purifikasi, sehingga metode *atomic force microscopy* (AFM) dapat digunakan karena AFM dilaporkan dapat membedakan material di permukaan partikel. Apalagi dewasa ini telah diketahui pengembangan kreasi partikel PLGA bermuatan negatif yang dilapisi oleh polimer lain yang bermuatan positif [16-19]. Sehingga pada penelitian ini kami bermaksud untuk menganalisa hasil visualisasi partikel yang telah dimurnikan. Metode ini diharapkan dapat diaplikasikan untuk menganalisis partikel PLGA bermuatan negatif yang telah dilapisi oleh polimer lain yang bermuatan positif.

BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

PLGA 50:50 (Resomer RG 503) M_w of 24,000 - 38,000 Da dari Evonik Industries (Darmstadt, Germany). Polyvinyl alcohol (PVA) (Mowiol 4-28) dari Kuraray specialties (Frankfurt, Germany). Viva-spin dari Sartorius, Germany. Untuk *atomic force microscopy* digunakan *muskovite mica* dari Plano Planet GmbH, Wetzlar, Germany, silica wafers dari Wacker Chemie, Germany. NSC 16/50 *non-contact silicon cantilevers* dari MikroMasch, Cambridge, UK. Valcon-tube dari fischer-scientific USA. Semua pelarut organik digunakan yang *highest grade* dari Merck dan Sigma Aldrich.

2.2 Pencampuran Bahan Manufaktur Partikel

Untuk 50 mL produk, digunakan 100 mg PLGA dan 2,5 mL PVA 2.5% dengan penambahan *ultra pure water* hingga 50 mL. Campuran dimasukkan dalam valcon-tube dan divortex selama 5 menit. Campuran ini selanjutnya dimasukkan pada freezer suhu $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Setelah itu segera dikering-bekukan selama satu hari. Material ditimbang kering beku untuk mengetahui konsentrasi dalam mg/mL. Serial percobaan yang dibuat adalah untuk volume 25, 50, 100, 150, dan 200 mL dengan $n = 3$.

2.3 Manufaktur NPs, Pemurnian, dan Penetapan Konsentrasi Partikel

Untuk 50 mL produk, digunakan 100 mg PLGA dan 2,5 mL PVA 2.5% dengan penambahan *ultra pure water* hingga 50 mL. PLGA dilarutkan dalam 2.5 mL etil asetat lalu didropkan pada larutan PVA dengan kecepatan stirer 250 rpm. Setelah itu stirer dilanjutkan selama 1 jam dengan kecepatan 1000 rpm. Lalu dilakukan penghomogenan dengan ultrasonifier 500 joule untuk 15 detik. Selanjutnya ditetesi dengan *ultra pure water* hingga 50 mL. Etil asetat pada suspensi NPs diuapkan semalaman. Selanjutnya suspensi dimasukkan

dalam valcon-tube dan divortex selama 5 menit. Setengah volumenya di murnikan dengan viva-spin 100 kDa dan setengah yang tersisa dengan viva-spin 300 kDa. Suspensikan partikel yang tertinggal di membran dengan *ultrapure water*. Suspensi ini selanjutnya dimasukkan pada freezer suhu -80°C . Setelah itu segera dikering-bekukan selama satu hari. Timbang material kering beku untuk mengetahui konsentrasi partikel dalam mg/mL. Serial percobaan yang dibuat adalah untuk volume 25, 50, 100, 150, dan 200 mL dengan $n = 3$.

2.4 Visualisasi dengan AFM dan Analisis *Image*

AFM measurements dilakukan dengan menggunakan *Nanoscope IV controller (Veeco Instruments, Bruker, Germany)*. Sampel dipersiapkan dengan cara *dropping* sebanyak 20 μL dari sampel yang encer dan fresh pada permukaan *cleaved mica*. Sejumlah partikel diperiksa setelah pengeringan pada kondisi *ambient*. *Tapping mode* dengan sebuah tip bercantilever dengan $k = 40 \text{ N/m}$ dan frekwensi resonansi $\sim 250 \text{ kHz}$. Gambar yang diambil adalah *height image* dan *phase image*. Gambar diproses dengan *section analysis* yang tergabung dalam program pengoperasian alat AFM tersebut

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pencampuran Bahan Manufaktur Partikel

Sepuluh tahun belakangan ini data ini bukanlah data primer. Namun data ini sering dibutuhkan untuk memprediksi konsentrasi partikel yang dimanufaktur. Ketelitian dan kebersihan dalam manufaktur juga dapat dipantau dari data ini. Fenomena fisika dari material yang dicampurkan sekarang menjadi topik yang sedang dikembangkan untuk melihat interaksi material dengan menggunakan mikroskop dan spektrometer Raman.

Tabel 1. Konsentrasi Material dalam Persiapan Manufaktur

No	Sampel	Konsentrasi (mg/mL)
1	material dalam 25 mL	$5.3 \pm 0,02$
2	material dalam 50 mL	$5.3 \pm 0,03$
3	material dalam 100 mL	$5.2 \pm 0,03$
4	material dalam 150 mL	$5.3 \pm 0,02$
5	material dalam 200 mL	$5.1 \pm 0,03$

Keterangan : $n = 3$

Dari Tabel 1 diketahui bahwa konsentrasi material yang digunakan untuk membuat partikel adalah $(5.24 \pm 0,026) \text{ mg/mL}$ dengan masing-masing kelompok dibuat triplo. Angka 5.24 mg/mL termasuk dalam range data untuk setiap kelompok. Data ini cukup baik tetapi apa yang terjadi pada material secara struktural tentunya tidak bisa dijawab dalam bentuk angka, ini membutuhkan teknik visualisasi. Teknik tersebut sampai saat ini masih dalam wacana pengembangan pada penelitian yang lebih dalam. Tentunya informasi yang akan diperoleh adalah cukup menarik.

3.2 Pemurnian dan Penentuan Konsentrasi Partikel

Sebelum kita mengklaim partikel yang dimanufaktur bisa digunakan untuk *drug delivery*, data pertama yang dipertanyakan orang adalah, bagaimana kapasitas loading dari bahan obat yang akan dideliver itu. Akhir-akhir ini sistem pemurnian partikel semakin berkembang seperti viva-spin yang tergolong mahal tetapi kinerjanya sangat handal. Perhitungan secara algoritmik yang dapat mengonversi nm ke Da, sering tidak berlaku pada derajat polidispersitas partikel yang besar. Sehingga penggunaan viva-spin 100 kDa tentunya tidak bisa berlaku untuk pemurnian yang universal. Itulah kejadian yang berlaku selama ini. Namun, perkembangan zaman selalu menginspirasi peneliti. Dari Tabel.2 dapat diketahui

bahwa pori-pori 100 kDa yang kecil dari 300 kDa memberikan angka konsentrasi partikel yaitu $(5.1 \pm 0,014)$ mg/mL dan $(3.8 \pm 0,002)$ mg/mL.

Tabel 2. Konsentrasi Partikel Setelah Dimanufaktur dan Dimurnikan

No	Sampel	Viva-spin 100kDa Konsentrasi (mg/mL)	Viva-spin 300kDa Konsentrasi (mg/mL)
1	Material dalam 25 mL	5.0 \mp 0.01	3.8 \mp 0.001
2	Material dalam 50 mL	5.1 \mp 0.01	3.8 \mp 0.003
3	Material dalam 100 mL	5.2 \mp 0.01	3.7 \mp 0.002
4	Material dalam 150 mL	5.1 \mp 0.02	3.9 \mp 0.002
5	Material dalam 200 mL	5.1 \mp 0.01	3.8 \mp 0.003

Keterangan : n = 3

Jika partikel dikering-bekukan langsung tanpa proses evaporasi diketahui akan menghasilkan partikel dengan ukuran yang besar. Tetapi bagaimana dengan proses kering bekunya apakah bisa dicapai dalam satu malam apalagi volumenya bermacam-macam. Jawabannya dapat diketahui apada Tabel 3 ternyata partikel tidak kering jika proses keringbekunya satu hari.

Tabel 3. Proses Kering Beku Partikel yang Mengandung Etil Asetat

No	Sampel	Proses 1 hari
1	partikel dalam 25 mL	tidak kering
2	partikel dalam 50 mL	tidak kering
3	partikel dalam 100 mL	tidak kering
4	partikel dalam 150 mL	tidak kering
5	partikel dalam 200 mL	tidak kering

3.3 Height dan Phase Image

Ketinggian tumpukan nano partikel mempengaruhi jalannya tips pada tipe *typing mode* AFM. Selama ini hanya diketahui bahwa kualitas gambar tidak bagus, maka pengukuran harus diulang hingga diperoleh gambar yang bagus. Padahal untuk mendapatkan satu gambar AFM yang baik membutuhkan lebih dari satu jam. Pada kesempatan penelitian ini, dicobakan untuk mencari tahu berdasarkan hipotesa ini. Sehingga surfaktan yang masih tersisa akibat pemurnian yang tidak sempurna akan terdeteksi sebagai *image* yang melebihi batas tinggi dari *typing mode* AFM. Gambar 1, adalah height yang tidak mempengaruhi tips darinano partikel yang dimurnikan dengan baik, sebagai perbandingan dengan nanopartikel yang masih diselubungi oleh surfaktan pada Gambar 2. Perbedaan *aplitude tips* yang memberikan bentuk dan warna yang berbeda terlihat pada *phase image* Gambar 3. Meskipun secara kasar mata terlihat dari kulit gambar, namun ini bisa lebih dianalisis dengan program *sectioning*.

KESIMPULAN DAN PROSPEK

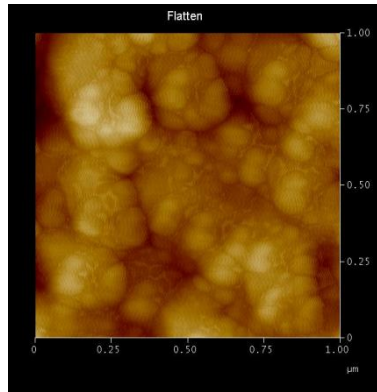
Kesimpulan

1. NPs yang telah dipurifikasi dengan Viva-spin 100 kDa memberikan konsentrasi NPs $(5.1 \pm 0,014)$ mg/mL dan dengan menggunakan Viva-spin 300 kDa konsentrasi NPs $(3.8 \pm 0,002)$ mg/mL.

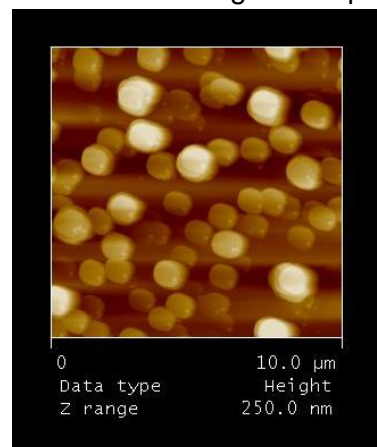
2. Analisis *height image* mengindikasikan adanya perubahan Σ *pixel* dan *phase image* menunjukan adanya pola perubahan *amplitude tip* yang mengenali material yang berbeda di permukaan NPs.

Prospek

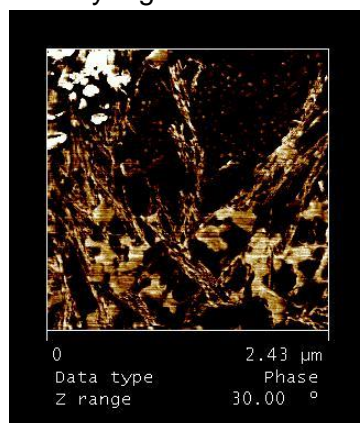
Metode yang dikembangkan ini dapat digunakan untuk mengevaluasi PLGA NPs yang dilapisi dengan polymer lain.



Gambar 1. Partikel diselubungi oleh lapisan surfaktan



Gambar 2. Partikel dengan permukaan yang baik dan tidak diselubungi oleh lapisan surfaktan



Gambar 3. *Phase image* dari partikel yang selubungi oleh lapisan surfaktan

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Dikti Depdiknas yang telah memberikan beasiswa S3 TA 2009-2013 untuk meneliti dan mengembangkan ilmu di Saarland Univesrity

Jerman. Peneliti juga mengucapkan terima kasih pada HIPS Germany dan Uni Saarland atas program penelitian pharmaceutical nanotechnology tahun 2012-2013.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bawarski, W.E., Chidlow, E., Bharali, D.J., and Mousa, S.A., 2008. *Emerging nanopharmaceuticals*. *Nanomed: Nanotech Biol Med* 4 (4): 273-282.
- [2] Chan, J.M., Grobmyer, S.R., Moudgil, B.M., Valencia, P.M., Zhang, L., Langer, R., and Farokhzad, O.C., 2010. *Polymeric nanoparticles for drug delivery*. *Cancer Nanotech*, 624: 163-175.
- [3] Rawat, M., Singh, D., Saraf, S., and Saraf, S., 2006. *Nanocarriers: promising vehicle for bioactive drugs*. *Biol Pharm Bull*, 29(9): 1790-1798.
- [4] Astete, C.E. and Sabliov, C.M., 2006. *Synthesis and characterization of PLGA nanoparticles*. *J Biomater Sci Polym Ed*, 17(3): 247-289.
- [5] Vert, M., 2004. *Aliphatic Polyesters: Great Degradable Polymers*. *Biomacromol*, 6(2): 538-546.
- [6] Lu, J.-M., Wang, X., Marin-Muller, C., Wang, H., Lin, P.H., Yao, Q., and Chen, C., 2009. *Current advances in research and clinical applications of PLGA-based nanotechnology*. *Expert Rev Mol Diagnostics*, 9(4): 325-341.
- [7] Bala, I., Hariharan, S., and Kumar, M.N., 2004. *PLGA nanoparticles in drug delivery: the state of the art*. *Crit Rev Drug Carrier Syst*, 21(5): 387.
- [8] Cohen-Sela, E., Chorny, M., Koroukhov, N., Danenberg, H.D., and Golomb, G., 2009. *A new double emulsion solvent diffusion technique for encapsulating hydrophilic molecules in PLGA nanoparticles*. *J Controlled Release*, 133(2): 90-5.
- [9] Bilati, U., Allmann, E., and Doelker, E., 2005. *Development of a nanoprecipitation method intended for the entrapment of hydrophilic drugs into nanoparticles*. *Eur J Pharm Sci*, 24(1): 67-75.
- [10] Barichello, J.M., Morishita, M., Takayama, K., and Nagai, T., 1999. *Encapsulation of hydrophilic and lipophilic drugs in PLGA nanoparticles by the nanoprecipitation method*. *Drug Dev Ind Pharm*, 25(4): 471-476.
- [11] Govender, T., Stolnik, S., Garnett, M.C., Illum, L., and Davis, S.S., 1999. *PLGA nanoparticles prepared by nanoprecipitation: drug loading and release studies of a water soluble drug*. *J Controlled Release*, 57(2): 171-185.
- [12] Anand, P., Nair, H.B., Sung, B., Kunnumakkara, A.B., Yadav, V.R., Tekmal, R.R., and Aggarwal, B.B., 2010. *Design of curcumin-loaded PLGA nanoparticles formulation with enhanced cellular uptake, and increased bioactivity in vitro and superior bioavailability in vivo*. *Biochem Pharmacol*, 79(3): 330-338.
- [13] Pinto Reis, C., Neufeld, R.J., Ribeiro, A.n.J., and Veiga, F., 2006. *Nanoencapsulation, methods for preparation of drug-loaded polymeric nanoparticles*. *Nanomed: Nanotech Biol Med*, 2(1): 8-21.
- [14] Yoo, H.S. and Park, T.G., 2001. *Biodegradable polymeric micelles composed of doxorubicin conjugated PLGA-PEG block copolymer*. *J Controlled Release*, 70(1): 63-70.
- [15] Agnihotri, S.A., Mallikarjuna, N.N., and Aminabhavi, T.M., 2004. *Recent advances on chitosan-based micro- and nanoparticles in drug delivery*. *J Controlled Release*, 100(1): 5-28.
- [16] Jain, R.A., 2000. *The manufacturing techniques of various drug loaded biodegradable poly(lactide-co-glycolide) (PLGA) devices*. *Biomater*, 21(23): 2475-2490.
- [17] Bilati, U., Allemann, E., and Doelker, E., 2005. *Nanoprecipitation versus emulsion-based techniques for the encapsulation of proteins into biodegradable nanoparticles and process-related stability issues*. *AAPS PharmSciTech*, 6(4): E594-E604.
- [18] Chen, X., McGurk, S.L., Davies, M.C., Roberts, C.J., Shakesheff, K.M., Tendler, S.J.B., Williams, P.M., Davies, J., Dawkes, A.C., and Domb, A., 1998. *Chemical and*

- morphological analysis of surface enrichment in a biodegradable polymer blend by phase-detection imaging atomic force microscopy. Macromol, 31(7): 2278-2283.*
- [19] Schmitz, I., Schreiner, M., Friedbacher, G., and Grasserbauer, M., 1997. *Phase imaging as an extension to tapping mode AFM for the identification of material properties. App Surface Sci, 115(2): 190-198.*