

PROSIDING

ISBN: 978-602-439-956-6

PLANT PROTECTION DAY DAN SEMINAR NASIONAL **4**

**"Inovasi Masa Kini
dan Tantangan Masa Depan Perlindungan Tanaman"**

Editor:

Endah Yulia, S.P., M.Sc., Ph.D.
Fitri Widiyanti, S.P., M.BtS., Ph.D.
Wawan Kurniawan, S.P., M.Si.
Lilian Rizkie, S.P., M.Si.
Ichsan Nurul Bari, S.P., M.Si., Ph.D.

Jatinangor, 26-27 Oktober 2020



Penerbit:



Katalog Dalam Terbitan (KTD) Perpustakaan Nasional Jakarta

Nama Prosiding:

PROSIDING PLANT PROTECTION DAY DAN SEMINAR NASIONAL 4

Sub Judul:

“Inovasi Masa Kini dan Tantangan Masa Depan Perlindungan Tanaman”

Jatinangor, 26-27 Oktober 2020

Editor:

Endah Yulia, S.P., M.Sc., Ph.D.

Fitri Widiyanti, S.P., M.BtS., Ph.D.

Wawan Kurniawan, S.P., M.Si.

Lilian Rizkie, S.P., M.Si.

Ichsan Nurul Bari, S.P., M.Si., Ph.D

ISBN: 978-602-439-956-6

Penerbit:

UNPAD PRESS

Terbitan Pertama Januari 2021

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warohmatullahi wabarokaatuh,

Salam sejahtera bagi kita semua

Alhamdulillah, puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayahnya, prosiding ini dapat diselesaikan. Prosiding ini memuat makalah yang dipresentasikan pada SEMINAR NASIONAL PLANT PROTECTION DAY 4 yang bertemakan: “Inovasi Masa Kini dan Tantangan Masa Depan Perlindungan Tanaman” yang diselenggarakan oleh Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Unpad pada tanggal 26-27 Oktober 2020 di Universitas Padjadjaran, Kampus Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat. Penyelenggaraan seminar tersebut dimaksudkan untuk penyebarluasan hasil-hasil penelitian di bidang pertanian. Kegiatan ini juga diharapkan dapat lebih mempererat kerjasama di antara semua pihak yang terkait baik peneliti, pemangku kebijakan maupun praktisi. Diterbitkannya prosiding ini diharapkan dapat menambah sumber referensi di bidang perlindungan tanaman.

Sesuai dengan tema seminar, kami mengundang pembicara yang kompeten di bidangnya yaitu:

1. Ir. Syafaruddin, Ph.D., Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan (Inovasi Masa Kini dan Tantangan Masa Depan Perlindungan Tanaman)
2. Drs. Gunawan Setyo Prabowo, M.T., Kepala Pusat Teknologi Penerbangan LAPAN (Drone untuk Pertanian Presisi)
3. Prof. Katahira Mitsuhiko, dan Dhirendranath Singh, Faculty of agriculture, Yamagata University (Teknologi Presisi untuk Meningkatkan Produksi Tanaman)
4. Sutomo, Ph.D., Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (Pertanian Presisi dalam Perlindungan Tanaman)
5. Prof. Ir. Tarkus Suganda, M.Sc., Ph.D., Universitas Padjadjaran (Inovasi dalam Pembelajaran Terkait Perlindungan Tanaman)

Acara ini dapat terlaksana berkat dukungan dari semua pihak. Oleh karena itu, kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh panitia yang telah bekerja keras untuk melaksanakan kegiatan ini.

Atas terselenggaranya seminar ini, kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Unpad
2. Dir. Riset dan Pengabdian pada Masyarakat Unpad
3. Dekan Fakultas Pertanian Unpad
4. Kepala Departemen HPT
5. Para pembicara seminar dan moderator
6. Para editor
7. Para sponsor seminar
8. Rekan-rekan panitia
9. dan hadirin peserta seminar.

Semoga prosiding ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang perlindungan tanaman di Indonesia.

Jatinangor
Panitia

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| Kata Pengantar | ii |
| Daftar Isi | iii |
| Ringkasan/Summary Pembicara Utama | |
| Inovasi Masa Kini dan Tantangan Masa Depan Perlindungan Tanaman <i>Syafaruddin</i> | vi |
| Drone untuk Pertanian Presisi <i>Gunawan Setyo Prabowo</i> | vii |
| Technology for Diagnostic and Support of Plant Production <i>Dhirendranath Singh, Shigeru Ichiura, and Mitsuhiro Katahira</i> | viii |
| Remote Sensing Technology Application in Agro-Complex Research Fields <i>Sutomo, and Rajif Iryadi</i> | ix |
| Pembelajaran Bidang Perlindungan Tanaman: Mengapa Harus Diinovasi? <i>Tarkus Suganda</i> | x |
| Makalah Peserta | |
| Potensi Daun Pangi sebagai Inovasi <i>Bomb Fizzies Antifeedant</i> Berbasis Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama <i>Plutella xylostella</i> pada Tanaman Kubis <i>Agnesia Yolanda Soleman, Shintia Walanda, Monika Sitohang, dan Juliet Merry Eva Mamahit</i> | 1-8 |
| Kajian Budidaya Kratom (<i>Mitragyna speciosa</i>) dan Upaya Peroteksinya di Pulau Kalimantan <i>Elly Kristiati Agustin</i> | 9-13 |
| Pengaruh Ukuran Eksplan dan Penambahan Antiviral Ribavirin pada Eliminasi <i>Potato Leaf Roll Virus</i> Tanaman Kentang (<i>Solanum tuberosum</i> L) <i>Asih K. Karjadi, dan Neni Gunaeni</i> | 14-19 |
| Aplikasi Biopestisida <i>Bacillus thuringiensis</i> Isolat Lokal Untuk Mengendalikan Hama <i>Spodoptera frugiperda</i> Pada Tanaman Jagung <i>Christina L. Salaki, dan Jackson Watung</i> | 20-25 |
| Kajian Tingkat Pengetahuan Petani Desa Terhadap Praktik Budidaya dan Perkembangan Teknologi Pertanian <i>Dina Istiqomah, Agus Suroto, Risqa Naila Khusna Syarifah</i> | 26-29 |
| Pembelajaran Aktif dalam Teknik Penulisan dan Penyajian Ilmiah <i>Djoko Prijono, Sri Hendrastuti Hidayat, Endang Sri Ratna, R. Yayi Munara Kusumah, Ali Nurmansyah, dan Fitrianingrum Kurniawati</i> | 30-42 |
| Perlakuan Ekstrak Binahong Menghambat Pertumbuhan <i>Curvularia</i> sp. dan Menekan Kejadian dan Penyebaran Penyakit Benih Padi | |

| | |
|---|---------|
| <i>Endah Yulia, Nurul Ramadhani, Fitri Widiyanti, dan Wawan Kurniawan.....</i> | 43-52 |
| The Toxicity and Inhibiting Properties of <i>Lantana camara</i> Nano Suspension on Survival and Development of <i>Crocidolomia pavonana</i> Fabricius <i>Melanie, Wawan Hermawan, Hikmat Kasmara, Mia Miranti Rustama, Teguh Husodo, Camellia Panatarani, and I Made Joni.....</i> | 53-61 |
| Aktivitas Kunjungan <i>Tetragonula laeviceps</i> (Apidae: Meliponinae) pada Tanaman Mentimun (<i>Cucumis sativus</i> L.) <i>Irvan Zidni, Ali Nurmansyah, dan Nadzirum Mubin.....</i> | 62-68 |
| Evaluasi Realistis Potensi Insektisida Sediaan Dua Puluh Jenis dari Lima Belas Famili Tumbuhan untuk Pengendalian Hama Tanaman <i>Ivo Mailisa, dan Djoko Priyono.....</i> | 69-83 |
| Pemanfaatan Buah Lanta sebagai Insektisida Nabati untuk Mengendalikan Hama Kutu Putih Pepaya <i>Paracoccus marginatus</i> (Hemiptera : Pseudococcidae) <i>Juliet Merry Eva Mamahit, dan Vivi B. Montong.....</i> | 84-91 |
| Potensi Minyak Atsiri Serai Wangi untuk Pengendalian Rayap Tanah <i>Macrotermes gilvus</i> Hagen (Blattodea: Termitidae) <i>Khalisa Sasti Andina, Idham Sakti Harahap, dan Nadzirum Mubin.....</i> | 92-97 |
| Komposisi Serangga Fitofag pada Pertanaman Porang (<i>Amarphopallus muelleri</i> Blume) dengan Jarak Tanam yang Berbeda <i>Mahardika Puspitasari, Susilawati, Gusti Indriati, dan Diby Pranowo.....</i> | 98-101 |
| Pemanfaatan Minyak Sereh Wangi sebagai Alternatif Teknologi Ramah Lingkungan untuk Mengendalikan Semut dan Gejala Burik pada Buah Manggis <i>Mizu Istianto, dan Liza Octriana.....</i> | 102-106 |
| Pengaruh Reflektor berbentuk Predator terhadap Kunjungan Burung Bondol Jawa (<i>Lonchura leucogastroides</i>) di Areal Pesawahan Sumber <i>Ichsan Nurul Bari, Naufal Wibowo, Fitri Widiyanti, Yusup Hidayat, Wawan Kurniawan, dan Denny Kurniadie.....</i> | 107-110 |
| Pengaruh Tumpangsari Cabai Merah (<i>Capsicum annuum</i> L) dan Sayuran Daun terhadap Gejala Penyakit Virus Kuning Keriting di Dataran Tinggi <i>Neni Gunaeni, Astri W. Wulandari, dan Redy Gaswanto.....</i> | 111-118 |
| Eksplorasi dan Karakterisasi Cendawan Entomopatogen Strain <i>Metarhizium</i> sp. Lokal di Beberapa Kabupaten di Kalimantan Timur <i>Ni'matuljannah Akhsan, Surya Sila, dan Sofian.....</i> | 119-127 |
| Potensi dan Efektivitas <i>Trichoderma</i> sp. sebagai Pengendali Hayati Jamur <i>Colletotrichum</i> sp. Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai di Gorontalo <i>Rida Iswati, Mohamad Lihawa, Nurhayati Harun, dan Sofyan S. Rudin.....</i> | 128-135 |
| Aplikasi PGPR (<i>Plant Growth Promoting Rhizobacteria</i>) Untuk Mengendalikan Antraknosa pada Cabai <i>Rika Alfianny, Ujang Dinar Husyairi, dan Ahim Ruswandi.....</i> | 136-141 |

| | |
|---|---------|
| Efisiensi Gulma <i>Mimosa invisa</i> untuk Meningkatkan Produksi dan Mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman Risqa Naila Khusna Syarifah, Agus Suroto, dan Dina Istiqomah | 142-149 |
| Pengaruh Pemberian Formula Nano Serai Wangi dan Asimbo terhadap Virus Mosaik Nilam dan Vektornya di Sulawesi Tenggara Rita Noveriza, Sri Rahajoeningsih, dan Tri Lestari Mardiningsih | 150-155 |
| Pengelolaan Hama dan Musuh Alami Tanaman Kopi Arabika dengan Pendekatan Lanskap Siska Rasiska, Parikesit, Sudarjat, dan Budhi Gunawan | 156-164 |
| Diversitas Jamur Endofit pada Cabai dan Kemampuannya dalam Mengendalikan Patogen Penyakit Cabai (<i>Capsicum frutescens</i> L.) Sopialena, Surya Sila, Muhamad Ugianur, dan Ike Nur Hikmah | 165-177 |
| Pemanfaatan Tanaman Refugia untuk Mengendalikan Hama pada Tanaman Bawang Merah (<i>Allium cepa</i> var. <i>aggregatum</i>) Sumanto Pasally, Satriani, dan Ayu Arfira Arifin | 178-183 |
| Pengendalian Hama Pengganggu pada <i>Lodoicea maldivica</i> (J.F.Gmelin) Pers. Koleksi Kebun Raya Bogor Sumanto | 184-187 |
| Tanggap Ketahanan Akses Jagung terhadap Penyakit Bulai (<i>Peronosclerospora maydis</i>) M. Ace Suhendar | 188-193 |
| Potensi Bakteri Probiotik Ubi Jalar Menghambat Penetasan Telur <i>Meloidogyne</i> spp. dan Menginduksi Ketahanan Tanaman Tuminem, Supramana, Meity S. Sinaga, dan Giyanto | 194-200 |
| Kompatibilitas Andrografolida dengan Jamur Entomopatogen <i>Metarhizium anisopliae</i> dalam Pengendalian <i>Crocidolomia pavonana</i> Wawan Hermawan, Melanie, Hikmat Kasmara, Mia Miranti Rustama, Ghina Ghaniya... | 201-207 |
| Dampak Cahaya Matahari terhadap Toksisitas Bioinsektisida Berbahan Aktif <i>Bacillus thuringensis</i> pada Mortalitas Larva <i>Spodoptera litura</i> (Lepidoptera:Noctuidae) Yulia Pujiastuti, Jenny Kartika Sari, Arsi Arsi, dan Bambang Gunawan | 208-213 |
| Pemanfaatan Refugia dalam Mengendalikan Hama-Hama Padi Merah (<i>Oryza nivara</i> L.) di Kabupaten Karo, Sumatera Utara Zuah Eko Mursyid Bangun, Ameilia Zuliyanti Siregar, dan Suzanna Fitriany Sitepu | 214-223 |
| Uji Kemampuan Antagonis Konsorsium Bakteri Endofit terhadap Jamur Patogen <i>Alternaria porri</i> (Ell) Cif. Zurai Resti, Warnita, dan Yenyi Liswarni | 224-231 |
| Pengaruh Beberapa Formula Cartridge Asap Belerang terhadap Mortalitas Mencit Putih (<i>Mus musculus</i>) di Laboratorium Wahyu Daradjat Natawigena, Saditya Fajar Pratama, dan Wawan Kurniawan | 232-236 |
| Lampiran | 237-248 |

Inovasi Masa Kini dan Tantangan Masa Depan Perlindungan Tanaman

Syafaruddin

Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

*Alamat korespondensi: deden.syafaruddin@litbang.pertanian.go.id

RINGKASAN

Current innovations and future challenges of plant protection

Isu terkait perubahan iklim berdampak secara langsung terhadap kegiatan pertanian. Rerata suhu global meningkat 0,6°C sejak 1950 akibat emisi gas rumah kaca (GRK). Pertanian dan peternakan di Indonesia menyumbang ±8,05% emisi GRK. Anomali iklim juga memicu terjadinya El-Nino dan La-Nina. Iklim yang ekstrim mengancam produktivitas pertanian dan kerusakan tanaman melalui bencana banjir, kekeringan, dan memicu serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), baik dari golongan hama, penyakit, maupun gulma. Lingkungan dengan kondisi baru akibat anomali iklim, optimum mendukung kelulushidupan, dan reproduksi beberapa jenis OPT. Keberadaan tanaman inang dan lingkungan yang sesuai mendukung patogen menjadi lebih virulen. Kementerian Pertanian Indonesia telah melakukan inovasi teknologi pengendalian penyakit pada tanaman pangan yang meliputi: (1) pemanfaatan varietas tahan, (2) peningkatan efisiensi teknik budidaya, (3) pengendalian hayati, (4) pemanfaatan pestisida sintetik secara bijaksana, dan (5) regulasi. Beberapa program yang telah dilaksanakan meliputi pemanfaatan SDG tahan OPT untuk perakitan VUB, perakitan teknologi pengendalian OPT dan metode monitoring, kerjasama pengujian keefektifan dan dosis pestisida, skrening galur terhadap OPT utama sejak perakitan VUB, eksplorasi pestisida hayati dan optimalisasi peran musuh alami, hasil litbang berupa teknologi pengendalian HPT untuk publik dan paten, serta penetapan ambang batas ekonomi untuk penentuan pengendalian OPT. Manfaat sistem informasi/peringatan dini menjadi inovasi penting, yaitu mencakup informasi data observasi dengan cepat secara tabular dan spatial, serta informasi prakiraan luas serangan sehingga dapat dijadikan pedoman pencegahan maupun pengendalian untuk menekan potensi kehilangan hasil.

Drone untuk Pertanian Presisi

Gunawan Setyo Prabowo

Kepala Pusat Teknologi Penerbangan, LAPAN

*Alamat korespondensi: gunawan.setyo@lapan.go.id

RINGKASAN

Drone for precision agriculture

Pusat teknologi penerbangan (Pustekbang) berdiri tahun 2011, bekerja dengan berbasis pada UU Keantariksaan dan UU NO 1/2009 tentang Penerbangan. Pustekbang menjalankan fungsi negara untuk mendorong kegiatan Litbang Penerbangan melalui pengembangan industri penerbangan, dan juga melaksanakan kegiatan Litbangjirap di bidang Aeronautica (UU No 21/2013 tentang Keantariksaan). Pustekbang mengembangkan fasilitas laboratorium untuk pengembangan teknologi pesawat udara pada umumnya, termasuk litbang teknologi pesawat terbang berpenumpang dan pesawat udara tak berpenumpang/nir awak/drone. Lapan telah melakukan beberapa inovasi terkait pemanfaatan drone, baik untuk pemetaan, pemantauan garis pantai, keamanan, mitigasi bencana, termasuk untuk kegiatan pertanian. Salah satu keunggulan drone adalah mampu mengambil gambar secara lebih detail, dalam tempo yang singkat dan tidak tergantung pada waktu. Orde resolusi drone bisa mencapai ukuran senti meter (cm). Seperti halnya gambar image lain, image yang dihasilkan oleh drone dapat digunakan untuk pemetaan dengan resolusi tinggi, memetakan area sawah dan irigasi secara lebih detail, ditambah dengan kamera multi spektral sehingga interpretasi gambar image dapat menghasilkan informasi yang lebih banyak dan detail. Validasi data *'remote sensing'* satelit dapat dilakukan melalui pengambilan data/gambar dari drone. Detail gambar yang diperoleh dari drone digunakan untuk memvalidasi daerah tertentu terutama daerah yang tertutup awan. Drone untuk pertanian presisi mempunyai peluang besar bagi usaha untuk mengoptimalkan sistem pertanian. Akan tetapi, masih banyak pekerjaan rumah bagi pemerintah seperti peningkatan infrastruktur, regulasi, dan edukasi bagi para pengguna. Dengan keberagaman obyek pertanian di Indonesia, perlu dilakukan penelitian keefektifan drone untuk pertanian dengan mengutamakan aplikasi pada produk-produk tertentu yang spesifik. Bisnis model pemanfaatan drone bagi para petani dan pertanian harus diciptakan agar teknologi ini diterima dengan baik oleh masyarakat.

Technology for Diagnostic and Support of Plant Production

Dhirendranath Singh, Shigeru Ichiura and Mitsuhiko Katahira*

Yamagata University

*Alamat korespondensi: mkata43@tds1.tr.yamagata-u.ac.jp

SUMMARY

Teknologi untuk diagnostik dan dukungan produksi tanaman

Precision farming is regarded as a key pathway for improving productivity and sustainability in rice. Advancements in Artificial Intelligence and robotics has allowed for the exploration remote sensing methods that gather and analyses large amounts of data to guide precision management. With respect to crop monitoring, the use of unmanned aerial vehicles is becoming popular, however, data capture restricted to parameters that can be measured from above the crop canopy. An infield ground Robot on the other hand, provides the opportunity to collect a wider range of data with pin point accuracy that can further enhance precision management in rice cultivation. In this talk we introduce our efforts to use an unmanned field robot and deep learning to monitor crop growth by detecting tiller number in rice and creating spatial growth maps with GIS. We also show how the robot can be used to scout for rice disease and generate a map showing disease locations in the field.

Remote Sensing Technology Application in Agro-Complex Research Fields

Sutomo and Rajif Iryadi

Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya – Kebun Raya Eka Karya Bali – Lembaga Ilmu
Pengetahuan Indonesia (LIPI)

*Alamat korespondensi: tommo.murdoch@gmail.com

SUMMARY

Aplikasi teknologi penginderaan jauh bidang agrokomples

Precision agriculture is an integrated farm management system that combines several technologies including Remote Sensing (GPS, GIS), harvest monitors, sensors for fertilization and more. It Manage every input of crop production - fertilizers, herbicides, insecticides, seeds, and others. Based on specific locations to reduce waste, increase profit, and maintain environmental quality. Comprehensive precision agriculture has five major objectives namely: to increase production efficiency; improved product quality; more efficient chemical use; maintain environmental quality; soil and groundwater protection. Industrial revolution 4.0 has brought new era of technology application, not only in agriculture but also in almost all aspect of life including research in agro-complex fields. Research in agriculture and its related fields such as forestry, environment, ecology, and botany has been in advantage of using technology. One of the technologies that we have seen its usefulness is remote sensing technology with its geographical information system (RS/GIS). Precision agriculture concepts open windows of opportunities for various researches in agro-complex to make use remote sensing technology. Although remote sensing technology is more and more used to evaluate changes in forest covers, species distributions and other ecological research, satellite and airborne sensors can be prohibitively expensive and unreachable for many researchers in developing countries (Koh and Wich 2012). Therefore, we recommend maximizing the usefulness of unmanned aerial vehicle (UAV) for surveying and mapping in precision agriculture context, which can also be used in conservation activities. Drones are relatively inexpensive (< \$ 2,000) and it could give higher resolution and detail image for smaller areas which can be merge to a larger image. Collaboration and cooperation with various Science and Techno Park in Indonesia which produce drone can be conducted such as the Bandung Techno Park. Additionally, for conducting modelling study of prediction for future distributions of various plant and animal species of interest and to handle big data, we can make use of the user friendly web base application platform such as the Biodiversity and Climate Change Virtual Laboratory.

Pembelajaran Bidang Perlindungan Tanaman: Mengapa Harus Diinovasi?

Tarkus Suganda

Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

*Alamat korespondensi: tarkus.suganda@unpad.ac.id

RINGKASAN

Teaching in plant Protection: Why should it be innovated

Peran perlindungan tanaman semakin hari semakin penting dalam berbagai aspek kehidupan, demikian juga dengan kasus organisme pengganggu tanaman yang semakin kompleks, sementara minat untuk menjadi ahli perlindungan tanaman tidak semakin meningkat. Untuk itu, strategi dan taktik mempersiapkan ahli perlindungan tanaman pun harus diinovasi. Metode pembelajaran konvensional tidak lagi relevan dan tepat untuk digunakan di masa sekarang, karena kohort pembelajar sudah sangat berbeda (Generasi Z), dan teknologi juga sudah sangat berkembang. Inovasi dapat dilakukan terhadap keterampilan dosen dalam mengajarkan ipteks perlindungan tanaman, dengan meningkatkan penguasaan dosen dalam *technology, pedagogy, and content knowledge* (TPACK); selalu memutakhirkan bahan ajar dengan memanfaatkan metadata dari internet; mengintegrasikan proses dan hasil riset ke dalam pembelajaran, melatih mahasiswa dalam keterampilan mengakses, memilih dan memilah metadata dari internet; menggunakan media pembelajaran yang sesuai dengan preferensi mahasiswa Generasi Z yang ekstensif dalam penggunaan video serta akses ke jaringan internet; menggunakan metode pembelajaran masa kini berupa pembelajaran daring atau hibrid antara daring dan luring; menggunakan metode asesmen capaian pembelajaran secara formatif dan sumatif; serta melibatkan dan membangun keterampilan mahasiswa secara aktif (*student-centered teaching - SCL*) dalam setiap tahap dari proses pembelajaran. Inovasi terhadap bahan ajar dapat dilakukan dengan pendekatan *problem-based learning* (PBL) menggunakan kasus-kasus yang nyata terjadi di dunia perlindungan tanaman, sementara inovasi terhadap mahasiswa dilakukan berupa peningkatan keterampilan penggunaan teknologi terkini dan kemampuan penguasaan *high order thinking skills* (HOTS) sebagai pelengkap dari penguasaan ilmu perlindungan tanaman secara global.

Potensi Daun Pangi sebagai Inovasi *Bomb Fizzies Antifeedant* Berbasis Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama *Plutella xylostella* pada Tanaman Kubis

Agnesia Yolanda Soleman¹, Shintia Walanda¹, Monika Sitohang¹ dan Juliet Merry Eva Mamahit²

¹Program Studi Agroteknologi, Universitas Sam Ratulangi

²Program Studi Proteksi Tanaman, Universitas Sam Ratulangi

*Alamat korespondensi: 17031108002@student.unsrat.ac.id

Institut Pertanian Bogor

*Alamat korespondensi: ivo_im57@apps.ipb.ac.id

ABSTRACT

The potency of pangi (*Pangium edule*) as an innovative bomb fizzies antifeedant in controlling *Plutella xylostella* in cabbage

Cabbage is a horticultural commodity that has the potential to be developed in regional and national economic development. The main problem in cabbage cultivation is the *Plutella xylostella* pest attack which causes damage up to 90%. *Pangium edule* is a plant that can be used as an alternative control method for *P. xylostella*. The purpose of this paper was to explore the potential of pangi as an innovative bomb fizzies antifeedant for controlling *P. xylostella* in cabbage. The method that used was literature review by assessing data sources related to this assessment. Bomb fizzies antifeedant is an idea that inspired by baking soda mothballs then added with the pangi leaf extract as an antifeedant. Based on literature research pangi leaf can be potential as bomb fizzies antifeedant because contain alkaloid, flavonoid, saponin, tannin and terpenoid. The uniqueness of the antifeedant action which can inhibit the eating process of target organisms is very prospective in an ecological approach for plant protection.

Keywords: cabbage's damage, innovation, mothballs, *Pangium edule*, secondary metabolites

ABSTRAK

Tanaman kubis merupakan komoditas hortikultura yang berpotensi untuk dikembangkan dalam upaya pertumbuhan perekonomian daerah dan nasional. Masalah utama dalam budidaya kubis yaitu serangan hama *Plutella xylostella* yang menyebabkan kerusakan hingga 90%. *Pangium edule* merupakan salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai alternatif pengendalian hama *P. xylostella*. Tujuan dari kajian ini yaitu menggali potensi pangi sebagai inovasi *bomb fizzies antifeedant* untuk pengendalian hama *P. xylostella* pada tanaman kubis. Metode yang digunakan adalah kajian pustaka dengan mencari sumber data yang terkait dengan pembahasan. *Bomb Fizzies Antifeedant* merupakan ide yang terinspirasi dari kapur barus berbahan dasar *baking soda* yang kemudian ditambahkan dengan penambahan ekstrak daun pangi sebagai *antifeedant*. Berdasarkan penelusuran literatur mengenai daun pangi berpotensi untuk dikembangkan sebagai *bomb fizzies antifeedant* karena mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan terpenoid. Cara kerja *antifeedant* dapat menghambat aktivitas makan *P. xylostella* dan sangat prospektif dalam pendekatan ekologi untuk perlindungan tanaman.

Kata kunci: inovasi, kerusakan kubis, kapur barus, metabolit sekunder, *Pangium edule*

PENDAHULUAN

Peningkatan hasil produksi pertanian menjadi krusial seiring dengan perkembangan jumlah penduduk yang semakin pesat, sehingga penggunaan pestisida dilakukan untuk mengoptimalkan kualitas maupun kuantitas hasil produksi pertanian.

Pengawasan lingkungan tentang dampak pestisida terhadap kesehatan manusia dan ekosistem telah menjadi pusat perhatian dunia. Organisasi Kesehatan Dunia melaporkan bahwa setiap tahunnya terdapat 25 juta petani mengalami keracunan pestisida (WHO, 2014).

Kubis (*Brassica oleracea* L.) merupakan komoditas hortikultura yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai upaya pertumbuhan perekonomian daerah dan nasional. Jumlah ekspor kubis selalu mengalami peningkatan setiap tahun, berdasarkan data BPS tahun 2018 nilai ekspor tertinggi sayuran semusim dialami oleh kubis dengan jumlah ekspor 5,38 ribu ton, namun produksi kubis terus menurun sejak tahun 2015. Masalah penurunan produksi diakibatkan adanya serangan hama dan patogen, khususnya hama *Plutella xylostella* yang dapat menyebabkan kerusakan hingga 90% (Bhandari *et al.*, 2020; Ginting *et al.*, 2017; Ramzan *et al.*, 2019).

Pada umumnya petani melakukan pengendalian hama menggunakan pestisida kimia dengan frekuensi penyemprotan tinggi bahkan terdapat sejumlah petani yang melakukan pencampuran berbagai macam insektisida kimia untuk mengendalikan hama *P. xylostella*. Hal ini perlu diwaspadai karena paparan pestisida berlebihan dapat menyebabkan gangguan sistem saraf seperti sakit kepala, pusing, paresthesia, tremor dan kejang, bahkan efek kronis jangka panjang dapat mengakibatkan berat badan menurun, anemia, anorexia, dan neuropati (Prasetyaningsih dkk., 2017; Agustina & Norfai, 2018; Sihana *et al.*, 2019; Yushananta *et al.*, 2020). Selain itu, akumulasi residu pestisida pada produk pertanian dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan pertanian, penurunan produktivitas, dan keracunan pada organisme non target (Fauziyyah dkk., 2017; Istianah & Yuniastuti, 2017; Agustina & Norfai, 2018).

Tumbuhan pangi umumnya dimanfaatkan masyarakat sebagai obat tradisional, sayuran, bumbu masak dan sebagai cemilan (Makagansa dkk., 2015). Dalam bidang pertanian, pangi juga sudah dimanfaatkan sebagai pestisida nabati (Sakul dkk., 2020; Salaki dkk., 2012; Mahardika dkk., 2014). Keunggulan dari pestisida nabati yaitu tidak mencemari lingkungan, tidak meracuni tanaman, juga tidak menimbulkan resistensi hama. Cara kerja *antifeedant* yang dapat menghambat proses makan organisme target sangat prospektif dalam pendekatan ekologi untuk perlindungan tanaman, mengingat insektisida sintetik mempunyai dampak negatif yang jauh lebih besar dibandingkan insektisida nabati, sehingga hal ini menjadi dasar pemikiran untuk membuat inovasi *bomb fizzies antifeedant* sebagai adaptasi ide dari pembuatan kapur barus sehingga melalui data sekunder yang diolah dapat digunakan

sebagai inovasi dalam perlindungan tanaman khususnya komoditas kubis.

METODE

Metode penelitian merupakan studi literatur dengan menelaah 50 pustaka yang dilakukan menggunakan mesin pencari seperti: *Google*, *PubMed*, *Sciencedirect*, *e-resources* Perpunas, *Researchgate*, *google scholar*. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian literatur yaitu pestisida (*pesticide*), toksisitas pestisida (*pesticide toxicity*), dampak pestisida kimia (*pesticide effect*), pencemaran logam berat dari pestisida (*heavy metal pollution by pesticide*), residu pestisida (*residue of pesticide*), *Plutella xylostella*, *Diamondback moth*, *sensilla*, ulat gantung kubis, pengendalian kubis, residu kubis, pengendalian hama terpadu (*integrated pest management*), kubis (*cabbage*), *Brassica oleracea*, fitokimia kubis (*phytochemical of cabbage*), *antifeedant*, daun pangi (*Pangi leaf*), *Pangium edule*, fitokimia pangi (*phytochemical Pangium edule*), soda kue (*baking soda*) dan kamper (*mothballs*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selera masyarakat yang menjadikan “*cosmetic appearance*” sebagai penilaian utama pada produk komoditas yang dibeli membuat petani saling berlomba untuk menjaga penampilan produk komoditas dari kerusakan akibat hama dan penyakit, upaya yang dilakukan petani yaitu dengan penggunaan pestisida. Menurut FAO (2014), pestisida adalah bahan atau campuran kimia atau biologi dimaksudkan untuk mengusir, menghancurkan atau mengendalikan hama, atau mengatur pertumbuhan tanaman. Pada umumnya petani lebih memilih menggunakan pestisida kimia karena dinilai paling praktis dalam mengendalikan OPT. Berdasarkan Sembel (2010) penggunaan pestisida untuk pengendalian hama pada petsai dan kubis di Sulawesi Utara telah berlebihan baik dari segi dosis maupun intensitas perlakuan. Dari penelitian Dien dan Rante (2010) petani kubis di Kelurahan Kakaskasen II Tomohon menerapkan penyemprotan pestisida terjadwal yaitu 3 – 4 hari sekali, sehingga dalam satu musim tanam diperkirakan penyemprotan dilakukan oleh petani kubis sebanyak 24 sampai 28 kali untuk mengendalikan hama *P. xylostella*. Selain itu, dari survei yang dilakukan BP4K Kota Tomohon (2015) diketahui bahwa penggunaan insektisida oleh petani kubis bukan berdasarkan pertimbangan serangan OPT, melainkan hanya berdasarkan pola kebiasaan petani.

Menurut Vimala *et al.* (2016) residu pestisida yang dikonsumsi manusia dapat menghambat enzim kolinesterase yaitu enzim yang berfungsi mengatur kerja syaraf, sehingga mengakibatkan akumulasi asetilkolin dan menimbulkan gejala sakit kepala, mual, muntah, sesak nafas, kejang otot serta dapat mengakibatkan kelumpuhan. Selain itu, paparan langsung pestisida organofosfat jangka panjang dapat menyebabkan gangguan kognitif (Kim *et al.*, 2015; Li, 2015), bahkan dari penelitian yang dilakukan oleh Putri dkk. (2020) diketahui bahwa paparan kronik pestisida jenis organofosfat selama lebih dari 10 tahun berisiko 17 kali lipat dalam menyebabkan gangguan fungsi kognitif dibanding subjek yang terpapar kurang dari 10 tahun. Hal ini sangat mengancam keselamatan para petani yang kurang memperhatikan prinsip keselamatan kerja saat mengaplikasikan pestisida. Dampak lain akibat penggunaan pestisida kimia secara intensif antara lain: (1) *P. xylostella* menjadi resisten terhadap berbagai jenis bahan aktif dalam pestisida (Moekassan dkk., 2004; Prijono *et al.*, 2019); (2) terjadinya resurgensi hama; (3) terganggunya kehidupan organisme bukan sasaran seperti *Diadegma semiclausum* yang secara alami berperan sebagai predator bagi hama *P. Xylostella* (Parera dkk., 2014; Susila dkk., 2014); dan (4) terganggunya kehidupan organisme tanah.

P. xylostella merupakan serangga *oligofag* yang menyerang jenis tanaman dari satu famili *Brassicaceae* seperti kubis, sawi, kembang kol, pakcoy, selada dan caisin sebagai pemakan dari tanaman anggota famili *Brassicaceae*. Senyawa sekunder yang menarik *P. xylostella* yaitu tioglukosida atau glukosinolat atau disebut juga

sirignin. Sirignin berperan sebagai penarik makan (Sari, 2016) serta stimulan peletakan telur (oviposisi) bagi *P. xylostella*. (Cahyono, 2003; Sunarjono, 2003).

Berdasarkan penelitian Ginting dkk. (2017), diketahui bahwa tingkat serangan *P. xylostella* pada tanaman kubis di Tomohon dapat mencapai 10 - 90%. Gejala serangan *P. xylostella* tergantung pada instar larva yang menyerang. Pada larva instar pertama dan kedua memakan jaringan daun serta membuat lubang- lubang gerakan di bawah permukaan daun sedangkan larva instar tiga dan empat memakan area daun yang lebih luas dan menimbulkan lubang besar pada daun. Pada serangan tinggi, kerusakan pada daun akan semakin berat karena hampir seluruh bagian daun telah dimakan oleh larva dan hanya meninggalkan tulang daun (Gambar 1), kondisi seperti ini dapat merugikan petani sebagai produsen kubis.



Gambar 1. Serangan *P. xylostella* (Sastrosiswojo dkk., 2005)

Pangi (*Pangium edule*) termasuk tumbuhan liar yang pemanfaatannya masih terbatas. Bagi masyarakat Sulawesi Utara daun pangi umumnya diolah menjadi sayuran, padahal pangi memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan (Tabel 1).

Tabel 1. Potensi daun pangi

| Hasil Penelitian | Sumber |
|---|--|
| Daun pangi di Minahasa Utara mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan terpenoid | Sangi dkk. (2008); Sukaryo (2016) |
| Ekstrak etanol dan etil asetat daun pangi memiliki aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | Nakade <i>et al.</i> (2013); Mora dkk. (2014); Makagansa <i>et al.</i> (2015); Sakul dkk. (2020) |
| Ekstrak kental n-heksan daun pangi dapat menjadi <i>antifeedant</i> sebagai pencegahan dan perlindungan dari serangan <i>Plutella xylostella</i> | Salaki dkk. (2012); Mahardika dkk. (2014) |
| Daun pangi memiliki aktivitas antioksidan | Patabang dkk. (2019) |
| Fitokimia daun pangi mengandung 4 komponen senyawa utama yaitu octadecanoic acid (24.6 %), squalene (21.22 %), hexadecanoic acid (15.08 %), dan phytol (10.33 %) yang berpotensi sebagai obat herbal HIV. | Mapanawang & Elim (2019) |

Dari hasil skrining fitokimia daun pangi, flavonoid, saponin, steroid, alkaloid, tanin, dan ditemukan senyawa metabolit sekunder berupa triterpenoid (Sangi skk., 2008; Sukaryo, 2016),

senyawa-senyawa tersebut berfungsi sebagai *antifeedant* pada *P. xylostella* (Tabel 2). *Antifeedant* merupakan senyawa organik yang dapat menghambat daya makan pada hama secara sementara bahkan permanen, tergantung pada konsentrasi senyawa, saat serangga memakan daun yang mengandung toksin maka serangga akan mengurangi aktivitas makan sehingga akan melemahkan kondisi tubuh serangga dan akhirnya menyebabkan mortalitas. Keunggulan dari pestisida nabati *antifeedant* diantaranya adalah tidak mencemari lingkungan, tidak meracuni tanaman, dan tidak menimbulkan resistensi hama (Kusuma dkk., 2019).

Sejauh ini eksplorasi tentang mekanisme *antifeedant* dari daun panggi terhadap *P. xylostella* belum banyak dilakukan, namun dalam penelitian Salaki dkk. (2012) dapat diketahui bahwa terjadi penurunan jumlah sektor yang dimakan oleh larva sebanding dengan kenaikan konsentrasi ekstrak daun panggi. Pada konsentrasi 0,1% (b/v), jumlah sektor yang dimakan oleh larva *P. xylostella* adalah 151 sektor, kemudian konsentrasi 5% (b/v) sebesar 91 sektor dan pada konsentrasi 10% (b/v) menunjukkan penurunan sector makan terbesar yakni 42 sektor. Dalam Mahardika dkk. (2014) juga melaporkan bahwa ekstrak n-heksana daun panggi memiliki efektivitas sebesar 47,23%, 66,83% dan 67,72% pada konsentrasi 0,1% (b/v), 5% (b/v) dan 10% (b/v).

Tabel 2. Mekanisme kerja fitokimia daun panggi

| Jenis Senyawa Metabolit Sekunder | Sumber |
|--|---|
| Senyawa saponin memiliki rasa pahit yang tidak disukai serangga sehingga serangga tidak makan dan dapat mati karena kelaparan. | Arimbawa dkk. (2018) |
| Senyawa tanin dapat mengganggu aktivitas penyerapan protein pada dinding usus serangga, serta menghalangi kerja sel sensorik dalam mendeteksi makanan sehingga menyebabkan serangga hama mati kelaparan. | Hidayati & Yuliani (2013); Susanti dkk. (2015) |
| Senyawa flavanoid dapat menyebabkan denaturasi protein yang menyebabkan permeabilitas dinding sel dalam saluran pencernaan menurun sehingga akan mengakibatkan transport nutrisi terganggu, pertumbuhan terhambat dan akhirnya larva mati. Selain itu, flavonoid juga dapat mengganggu sistem pernapasan larva sehingga larva tidak bisa bernapas dan akhirnya mati. | Dewi (2010); Cania & Setyaningrum (2013); Susanti dkk. (2015) |
| Terpenoid merupakan salah satu senyawa yang bersifat sebagai antimakan (<i>antifeedant</i>) karena rasanya yang pahit sehingga serangga menolak untuk makan. | Budianto (2012); Cania & Setyaningrum (2013) |
| Alkaloid dapat mendegradasi membran sel dan dapat mengganggu sistem kerja saraf larva dengan menghambat kerja enzim asetilkolinesterase sehingga dapat menyebabkan kelumpuhan serta berhentinya proses pencernaan. | Siswandono & Soekardjo (2000); Cania & Setyaningrum (2013) |

Inovasi *bomb fizzies antifeedant* merupakan adaptasi ide dari kreasi pembuatan kapur barus alami yang menggunakan campuran bahan *baking soda*, cuka, dengan penambahan *essential oil* (Camelia, 2019), namun ide tersebut dikembangkan dengan mengganti *essential oil* menjadi ekstrak daun panggi yang memiliki fungsi sebagai *antifeedant* pada hama *P. xylostella* (Gambar 2). Selain itu, pada daun panggi terdapat kandungan asam oktadekanoat sebesar 24,6% (Mapanawang dan Elim, 2019). Senyawa ini berupa zat padat mengkilat yang digunakan sebagai bahan padatan untuk pembuatan lilin maupun sabun (Febriyanti, 2014), sehingga diasumsikan akan

semakin mendukung kombinasi bahan campuran BFA menjadi kalas atau padat berlempung.

Adanya reseptor khusus pada larva Lepidoptera yang berupa antena sensorik (*sensilla*) menyebabkan hama dapat mengenali lingkungan sekitar, *antifeedant* yang tersublimasi akan menghambat sensorik serangga sehingga mengakibatkan serangga tidak dapat mendeteksi makanan yang berada di sekitarnya (Ping *et al.*, 2018). Teknis penerapan *bomb fizzies antifeedant* di lapangan dapat diletakkan di sekitar akar, area krop maupun daun kubis yang merupakan area serangan dan tempat oviposisi *P. xylostella*. Cara kerja dari *bomb fizzies antifeedant* sama dengan mekanisme

sublimasi yang terjadi karena perbedaan suhu, sehingga pada penerapan di lapangan ekstrak daun pangi dalam *bomb fizzies antifeedant* akan tersublimasi dan menghambat sel sensorik (*sensilla*)

pendeteksi makanan pada larva sehingga dapat menghambat aktivitas makan *P. xylostella* pada tanaman kubis.



Gambar 2. *Bomb fizzies antifeedant* untuk Pengendalian *P. xylostella*

Serangan tertinggi *P. xylostella* terjadi di musim kemarau, hal ini berhubungan dengan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap perkembangan dan siklus hidup *P. xylostella* (Tumanduk dkk., 2017). Apabila suhu lingkungan tinggi, maka proses metabolisme serangga semakin cepat serta waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan perkembangan serangga akan semakin pendek. Hal ini menyebabkan meningkatnya serangan *P. xylostella* terutama dimusim kemarau.

Berdasarkan mekanisme sublimasi *bomb fizzies antifeedant*, suhu yang tinggi dimusim kemarau akan mendukung efektivitas sublimasi *bomb fizzies antifeedant*. Dengan demikian, inovasi *bomb fizzies antifeedant* dapat menjadi solusi yang prospektif dalam mengendalikan hama *P. xylostella* dengan prinsip pertanian ramah lingkungan "back to nature".

SIMPULAN

Ekstrak daun pangi mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan terpenoid yang berfungsi sebagai *antifeedant* pada *P. xylostella*. Inovasi *bomb fizzies antifeedant* merupakan adaptasi ide dari kapur barus alami dengan penambahan ekstrak daun pangi sebagai senyawa *Antifeedant*. Cara kerja dari *bomb fizzies antifeedant* sama dengan mekanisme sublimasi yang terjadi karena perbedaan suhu. Pada penerapan di lapangan ekstrak daun pangi dalam *bomb fizzies antifeedant* akan tersublimasi dan menghambat saraf sensorik *P. xylostella* sehingga dapat menghambat aktivitas makan *P. xylostella* pada tanaman kubis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah mendanai penelitian Program Kreatifitas Mahasiswa tahun pelaksanaan 2020, Universitas Sam Ratulangi, dan Panitia Kegiatan PPDSN4-DHPT UNPAD.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, N, dan N Norfai. 2018. Paparan pestisida terhadap kejadian anemia pada petani hortikultura. *Majalah Kedokteran Bandung*. 50(4):215–221.
- Arimbawa, DM, E Martiningsih, C Javandira. 2018. Uji potensi daun sirsak (*Annona muricata L*) untuk mengendalikan hama ulat krop (*Crocidolomia pavonana*). *Agrimeta*. 8(15):60–71.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. Jakarta.
- Bhandari, KB, P Torrance, E Huffman, J Bennett, and DG Riley. 2020. Insecticide resistance in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in Georgia. *Journal of Entomological Science*. 55(3):416–420.
- Budianto, F. 2012. Bioinsektisida dari tumbuhan merah bakau (*Rhizophora stylosa*. Griff). *UNESA Journal of Chemistry*. 1(1):19–25.
- [BP4K] Badan Penyuluhan Pertanian, Peternakan dan Kehutanan Kota Tomohon. 2015. Data Statistik Produksi dan Kehilangan Hasil Pertanian Kota Tomohon. BP4K Tomohon.
- Cahyono, B. 2003. Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani Sawi. CV Aneka Ilmu. Semarang.
- Camelia. 2019. Ingin Toilet Bersih dan Segar Sepanjang Hari? Buat Kapur Barus 'Ajaib' Ini di Rumah. Tersedia pada <https://www.liputan6.com/citizen6/read/4015179/ingin-toilet-bersih-dan-segar-sepanjang-hari-buat-kapur-barus-ajaib-ini-di-rumah>. Diakses tanggal 24 September 2020.
- Cania, E, dan E Setyaningrum. 2013. Uji efektivitas larvasida ekstrak daun legundi (*Vitex trifolia*) terhadap larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Majority*. 2 (4):52–60.

- Dewi, FK. 2010. Aktivitas Mikroorganisme Ekstrak Etanol Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap Daging segar. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Dien, MF, CS Rante. 2010. Monitoring on percentage parasitism of *P. xylostella* by *D. semiclausum* on cabbage crops in North Sulawesi. Annual Report IPM-CRSP 2010- 2011. Collaboration Clemson University with Sam Ratulangi University. Manado.
- FAO dan WHO. 2014. 8th FAO and WHO joint meeting on pesticide management (JMPM). Rome, Italy.
- Fauziyyah, R, Suhartono, dan N Astorina. 2017. Studi praktik penggunaan pestisida dan kejadian anemia pada petani buah di Desa Tunggak Kecamatan Toroh Kabupaten Grobogan. Jurnal Kesehatan Masyarakat. 5 (5):860–870.
- Febriyanti, R. 2015. Pengaruh konsentrasi asam stearat sebagai basis terhadap sifat fisik sabun transparan minyak jeruk purut (*Oleum Citrus Hystrix* L.) dengan metode destilasi. Jurnal Ilmiah Farmasi. 3(1):176-180.
- Ginting, MS, J Pelealu, dan BA Pinaria. 2017. Efektivitas beberapa insektisida nabati terhadap hama *Plutella xylostella* pada tanaman kubis (*Brassica oleracea* L.) di Kabupaten Minahasa. Agri-Sosio Ekonomi. 13 (3A):295–302.
- Hidayati, NN, dan NK Yuliani. 2013. Pengaruh ekstrak daun suren dan daun mahoni terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman kubis. LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi. 2 (1):95-99.
- Istianah, dan A Yuniastuti. 2017. Hubungan masa kerja, lama menyemprot, jenis pestisida, penggunaan APD dan pengelolaan pestisida dengan kejadian keracunan pada petani di Brebes. Public Health Perspective Journal. 2(2):117–123.
- Kim, SA, YM Lee, HW Lee, DRJ Jacobs, and DH Lee. 2015. Greater cognitive decline with aging among elders with high serum concentrations of organochlorine pesticides. PLoS ONE. 10(6):e0130623.
- Kusuma, ADT, AK Parawansa, dan ST Subaedah,. 2019. Efektivitas beberapa jenis bioinsektisida terhadap keanekaragaman dan populasi anthropoda pada ekosistem padi sawah. Agrotek. 3 (2):194-210.
- Leatemia, JA, and BI Murray. 2004. Toxicity and antifeedant activity of crude seed extract of *Annona squamosa* (Annonaceae) against Lepidopteran pests and natural enemies. International Journal of Tropical Insect Science. 24:150-158.
- Li, G. 2015. Common pesticide, dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT), increases amyloid-beta levels by impairing the function of ABCA1 and IDE: implication for Alzheimer's disease. JAD. 10:109-22.
- Mahardika, IBP, NM Puspawati, dan IAG Widihati. 2014. Identifikasi senyawa aktif antifeedant dari ekstrak daun pangi (*Pangium edule*) dan uji aktivitasnya terhadap ulat kubis (*Plutella xylostella*). Jurnal Kimia. 8 (2):213–219.
- Makagansa, C., Mamujaja, C.F., dan Mandey, L.C. 2015. Kajian aktivitas antibakteri ekstrak biji pangi (*Pangium Edule*) terhadap *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli* secara *in vitro*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan. 3(1):16-25.
- Mora, K, Emrizal, dan E Mulyantika. 2014. Isolasi senyawa dan ekstrak etil asetat daun kepayang (*Pangium edule* Reinw ex. Blume) dan uji aktivitas antibakteri. Farmasains. 2(3):41-52.
- Mapanawang, AL, and HI Elim. 2019. Pangi leaf (*Pangium edule*) herbal medicine: a marvelous candidate for the prominent hiv herbal medicine. Science Nature. 2(2):097-104.
- Mendes, JA, Dadang, ES Ratna. 2016. Efek mortalitas dan penghambatan makan beberapa ekstrak tumbuhan asal Kabupaten Merauke, Papua terhadap Larva *Crociodolomia pavonana*. J. HPT Tropika. 16(2):107–114.
- Moekassan, TK, S Sastrosiswojo, T Rukmana, Susanto, IS Purnamasari, dan A Kurnia. 2004. Status resistensi lima strain *Plutella xylostella* L. terhadap formulasi fipronil, deltametrin, profenofos, abamektin, dan Bacillus thuringiensis. J. Hort. 14(2): 84-90.
- Nakade, D.B, SK Mabesh, NP Kiran, dan SM Vinayak. 2013. Phytochemical screening and antibacterial of Western Region Wild Leaf *Colocasia esculania*. International Research Journal of Biology Sciences. 2(10) : 2278-3202.
- Patabang, I, S Kasim, dan P Taba. 2019. Sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun kluwak *Pangium edule* sebagai bioreduktor dan uji aktivitasnya sebagai

- antioksidan. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 10 (1):42-50.
- Parera, HA, J Pelealu, M Dien, dan CS Rante. 2014. Parasitasi dan populasi parasitoid *Diadegma semiclausum* (Hymenoptera: Ichneumonidae) pada tanaman Brassicaceae di Kecamatan Modinding Kabupaten Minahasa Selatan. *Cocos*. 5(2):1-11.
- Ping, LY, DU Xiao, FF Liu, LI Yin, and TX Liu. 2018. Ultrastructure of the sensilla on antennae and mouthparts of larval and adult *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Integrative Agriculture*. 17(6):1409-1420.
- Putri, NLPDS, AAAP Laksmidewi, dan IMO Adnyana. 2020. Paparan organofosfat kronik sebagai faktor resiko gangguan kognitif berdasarkan kadar Phosphorylated TAU serum. *Neurona*. 37 (2):101-108.
- Prasetyaningsih, Y, D Arisandi, dan PD Retnosetiowati. 2017. Persentase kejadian anemia pada petani terpapar pestisida di kelompok tani karang rejo, dusun Krinjing Lor, Desa Jatisarone, Kecamatan Nanggulan, Kabupaten Kulon Progo. *The 5th URECO Proceeding*. 452-457.
- Prijono, D, AM Pusparini, HA Aini, and Munawaroh. 2019. Susceptibility of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), from West Java, Indonesia to five non-classical insecticides. *Int. J. Agric. Environ. Biores*. 4(1): 51-60.
- Ramzan, M, G Murtaza, M Javaid, and N Iqbal. 2019. Comparative efficacy of newer insecticides against *Plutella xylostella* and *Spodoptera litura* on cauliflower under laboratory conditions. *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences*. 7: 1-7.
- Sakul, G, HE Simbala, dan G Rundengan. 2020. Uji daya hambat ekstrak etanol daun pangi (*Pangium edule* Reinw.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Pharmacon*. 9(2):275-283.
- Salaki, CL, E Paendong, dan J Peleal. 2012. Biopestisida dari ekstrak daun pangi (*Pangium edule*) terhadap serangga *Plutella xylostella* di Sulawesi Utara. *Eugenia*. 18 (3):171-178.
- Sangi, M, MRJ Runtuwene, dan HEI Simbala. 2008. Analisis fitokimia tumbuhan obat di Kabupaten Minahasa Utara. *Chem. Prog*. 1(1):47-53.
- Sari, DD. 2016. Preferensi oviposisi *Plutella xylostella* (Linn.) (Lepidoptera: Plutellidae) pada tanaman Brassicaceae. *Sainmatika*. 13(1):52-59.
- Sastrosiswojo, S, TS Uhan, dan R Sutarya. 2005. Penerapan Teknologi PHT pada Tanaman Kubis. Monografi. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bandung. 64 hlm.
- Sembel, D. 2010. Pengendalian Hayati Hama-Hama Serangga Tropis & Gulma. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Sihana, F, AH Dawson, dan NA Buckley. 2019. A Bedside Test for Methemoglobinemia, Sri Lanka. *Bulletin of the World Health Organization*. 94(8):622-625.
- Siswandono dan Soekardjo, B. 2000. Senyawa Kimia Medicinal. UNAIR Press. Surabaya.
- Sunarjono. 2003. Bertanam 30 Jenis Sayuran. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Susanti, D, R Widyastuti, dan A Sulistyono. 2015. Aktivitas antifeedant dan antioviposisi ekstrak daun tithonia terhadap kutu kebul. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*. 17(2):33-38.
- Susila, IW, AK Yuliadi, dan E Yanti. 2014. Keragaman dan kepadatan populasi parasitoid yang berasosiasi dengan *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) pada tanaman kubis tanpa aplikasi dan aplikasi insektisida. *Agroekoteknologi Tropika*. 3(1):12-21.
- Tumanduk, GM, BAN Pinaria, dan CL Salaki. 2017. Serangan hama penggerek batang cengek *Hexamithodera semivelutina* Hell. Di Desa Kumelembuai Kabupaten Minahasa Selatan. *Cocos*. 1(4):1-12.
- Vimala, V, SK Clarke, and S Urvinder Kaur. 2016. Pesticides detection using acetylcholinesterase nanobiosensor. *Biosens*. 5(1):1-4.
- Woodford, JAT, ALH Dibyantoro, R Soeriaatmadja, AH Sutisna, HAJ Moll, K Palalo, and L Suparta. 1981. The Use of Agrochemicals on Potato, Tomato, and Cabbage in West Java. BPTP Lembang-Project. ATA-28:37.
- Yunita, EA, NH Suparpti, dan JW Hidayat. 2009. Pengaruh ekstrak daun teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap mortalitas dan perkembangan larva *Aedes aegypti*. *Bioma*. 11(1):11-17.
- Yushananta, P, M Ahyanti, dan Y Anggraini. 2020. Risk of pesticides on anaemia events in horticulture farmers. *International Journal of*

Innovation, Creativity and Change. 13(2)30-
40.

Kajian Budidaya Kratom (*Mitragyna speciosa*) dan Upaya Peroteksinya di Pulau Kalimantan

Elly Kristiati Agustin

Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya, LIPI

*Alamat korespondensi: ely_kristiati@yahoo.com

ABSTRACT

Study of kratom (*Mitragyna speciosa*) cultivation and perotection efforts in Kalimantan island

Mitragyna speciosa is known as kratom and is a member of the Rubiaceae tribe which is widely found in Indonesian forest areas. The Dayak tribe on the island of Borneo has used this plant from ancient times until now as a natural herbal medicine. In addition, this plant has high economic value so that it becomes a source of livelihood for the people of Kalimantan. This study aimed to examine the cultivation and protection efforts of kratom plants to increase their usefulness. The research was conducted by means of direct observation in the field and interviews with the Dayak community in the island of Kalimantan. The results showed that kratom cultivation had been carried out by the community at the research location by planting it on the banks of rivers and peat swamps. With this cultivation effort, the community has indirectly protected the kratom plant from extinction as so far most of it has been taken directly from plants that grow naturally. Observations of the presence of plant pests indicated that there was one main type of pest found in the form of caterpillar larvae that attack kratom plants. Pest control is generally carried out by mechanical means.

Keywords: kratom, herbal, Kalimantan island, Dayak tribe

ABSTRAK

Mitragyna speciosa dikenal dengan nama kratom dan merupakan tanaman anggota suku Rubiaceae yang banyak terdapat di wilayah hutan Indonesia. Suku Dayak di Pulau Kalimantan memanfaatkan tanaman ini sejak dahulu sampai saat ini sebagai obat herbal alami. Selain itu tanaman ini memiliki nilai ekonomi tinggi sehingga menjadi sumber mata pencaharian masyarakat Kalimantan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji budidaya dan upaya proteksi tanaman kratom untuk meningkatkan nilai kegunaannya. Penelitian dilakukan dengan cara observasi langsung di lapangan dan wawancara dengan masyarakat suku Dayak di Pulau Kalimantan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa budidaya tanaman kratom sudah dilakukan sejak dahulu oleh masyarakat di Kalimantan dengan cara menanam kratom di tepi-tepi sungai dan rawa gambut. Dengan adanya upaya budidaya ini secara tidak langsung masyarakat sudah melindungi tanaman kratom dari kepunahan karena selama ini sebagian besar diambil langsung dari tanaman yang tumbuh secara alami. Pengamatan terhadap keberadaan organisme pengganggu tanaman menunjukkan bahwa terdapat satu jenis hama utama yang ditemukan dalam bentuk larva ulat yang menyerang tanaman kratom. Pengendalian hama tersebut umumnya dilakukan dengan cara mekanis.

Kata kunci: kratom, herbal, pulau Kalimantan, suku Dayak

PENDAHULUAN

Tanaman Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth) termasuk salah satu anggota suku Rubiaceae. Tanaman ini banyak dijumpai di tepian sungai-sungai di Kalimantan diantaranya sungai Kapuas dan rawa-rawa gambut. Menurut Hassan *et.al* (2013) kratom berasal dari Asia Tenggara seperti Thailand,

Indonesia, Malaysia, Myanmar, dan Papua Nugini. Tanaman ini merupakan tanaman herbal alami dari sejak jaman dahulu. Kratom telah dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional oleh masyarakat di Kalimantan sebagai bentuk kearifan lokal. Daun kratom dapat tumbuh sampai 25 m dengan diameter batang 90 cm. Nenek moyang suku Dayak mengomsumsi daun kratom ini sebagai obat herbal

untuk menghilangkan rasa sakit pada persendian setelah bekerja berat. Daunnya dikunyah untuk meredakan nyeri muskuloskeletal dan meningkatkan energi, nafsu makan, dan hasrat seksual. Daun atau ekstraknya digunakan untuk menyembuhkan luka dan sebagai obat bius lokal. Ekstrak daunnya digunakan untuk mengobati batuk, diare, dan infeksi usus.

Budidaya Kratom di Kalimantan ditanam pada beberapa jenis kondisi tanah. Diantaranya lahan gambut dan tanah mineral. Di Kabupaten Putussibau kratom dibudidayakan pada tanah mineral. Masyarakat menanam di pekarangan rumah, sedangkan pada lahan gambut dibuat bedengan-bedengan dengan ukuran 1,2 m – 1,5 m sehingga air gambut berada di tengah barisan tanaman. Masyarakat Kalimantan mulai memperdagangkan Kratom sejak tahun 2010 hingga saat ini. Serbuk daun kratom dipasarkan ke luar negeri diantaranya Amerika, Swedia, dan Belanda. Komoditi ini dapat meningkatkan perekonomian masyarakat di Kalimantan. Perkembangbiakan kratom dilakukan dengan cara generatif dan vegetatif. Proteksi tanaman juga dilakukan untuk melindungi tanaman dari gangguan atau ancaman yang bisa merusak, merugikan, atau bahkan dapat mengganggu keberlangsungan hidup tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji budidaya dan upaya proteksi tanaman kratom untuk meningkatkan nilai kegunaannya. Mengingat potensinya yang besar sebagai tanaman herbal alami dan merupakan salah satu bentuk kearifan lokal masyarakat Kalimantan yang harus dipertahankan kiranya kratom ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat luas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei – Agustus 2019. Metode penelitian ini tergolong eksploratif dan bersifat deskriptif. Tahapan penelitian meliputi kegiatan observasi langsung ke lapangan dan wawancara dengan masyarakat suku Dayak yang membudidayakan kratom di Kabupaten Putussibau Propinsi Kalimantan Barat. Penelitian terhadap tanaman kratom yang dibudidayakan di lahan gambut dilakukan di Kabupaten Pontianak Propinsi Kalimantan Barat. Penelitian terhadap tanaman kratom budidaya dilakukan dengan pengamatan langsung di kebun petani. Kratom ditanam pada tanah gambut dengan jarak 2 meter dan dibuat bedengan. Jumlah bedengan dalam satu petak 10

bedeng. Tanaman sampel diambil secara acak 15 sampel untuk setiap bedengan sehingga jumlah tanaman yang diamati 150 sampel.

Pengamatan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang menyerang tanaman kratom hasil budidaya hanya berorientasi pada kerusakan daun kratom dan jenis OPT yang menyerang tanaman kratom. Nilai skala dan kategori serangan disajikan pada Tabel 1. Persentase serangan OPT dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Natawigena, 1985):

$$P = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase serangan

a = jumlah tanaman yang diserang

b = jumlah tanaman yang diamati

Tabel 1. Nilai skala dan kategori serangan

| Nilai skala | Persentase serangan (%) | Kategori serangan |
|-------------|-------------------------|-------------------|
| 0 | - | Normal |
| 1 | 0 -25 | Ringan |
| 2 | 25 – 50 | Sedang |
| 3 | 50 – 75 | Berat |
| 4 | > 75 | Sangat berat |

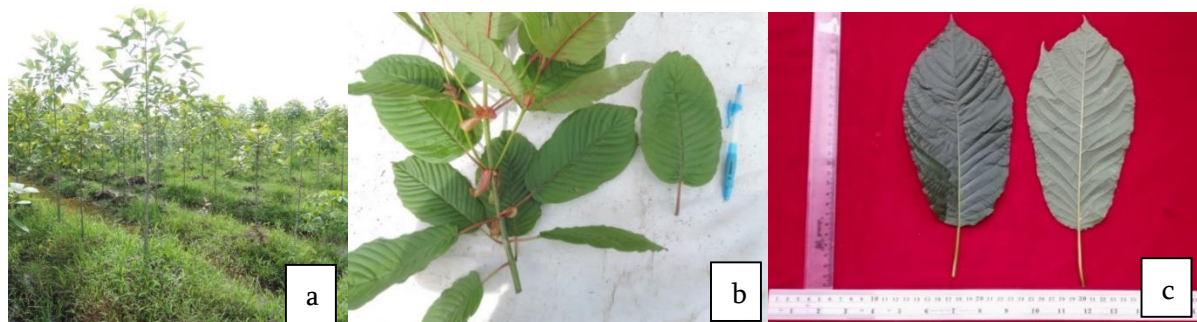
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman kratom merupakan salah satu tanaman yang saat ini menjadi sumber mata pencaharian masyarakat di Pulau Kalimantan Barat. Awalnya tumbuhan ini tidak banyak diketahui orang dan tumbuh liar di hutan atau di areal yang dekat dengan sumber air. Tanaman ini termasuk jenis yang tumbuh baik di lahan basah (Gambar 1a). Tumbuh baik pada ketinggian 50 – 200 m di atas permukaan laut dengan kisaran pH 5,5 – 6,5 dan kelembaban udara 70 – 80%. Kratom membutuhkan intensitas sinar matahari yang cukup namun kondisi tanah tetap lembab.

Daun kratom berbentuk bulat lonjong dengan ujung daun meruncing (Gambar 1a). Tepi daun bergerigi, tulang daun menyirip agak melengkung bagian ujungnya. Warna pucuk daun kecoklatan dan hijau kelam untuk daun yang sudah tua. Pada setiap ketiak daun terdapat stipula. Panjang daun 14-20 cm (5,5-7,9 inci) dan lebar 7-12 cm (2,8-4,7 inci) berbentuk bulat telur-tajam, dan berlawanan dalam pola pertumbuhan, dengan 12-17 pasang urat (Gambar 1b). Bunganya tumbuh dalam kelompok tiga di ujung cabang. Tabung kelopak memiliki panjang 2

mm dan memiliki lima lobus; corolla-tube memiliki panjang 2,5–3 mm. Diameter batang mencapai 90 cm. Batang lurus, dan kulit licin dengan warna abu-

abu. Daunnya berwarna hijau tua dan mengkilap. Terdapat stipula pada ketiak daunnya.



Gambar 1. Tanaman kratom. (a) Kebun Kratom di tanah gambut. (b, c) Karakteristik dan ukuran daun kratom.

Pemanfaatan Daun Kratom

Suku dayak sejak dahulu memanfaatkan tanaman ini sebagai obat herbal alami. Mereka mengonsumsi daun kratom ini dalam kondisi segar dengan cara dikunyah atau direbus kemudian meminum air rebusannya. Suku Dayak dan Melayu yang bekerja sebagai buruh umumnya mengonsumsi daun kratom ini untuk meningkatkan stamina dan produktifitas kerja. Selain itu sebagai obat tradisional untuk mengatasi penyakit diare, lelah, nyeri otot, meningkatkan daya tahan tubuh, menurunkan tekanan darah tinggi, menambah energi, mengatasi depresi, anti diabetes, stimulan seksual dan menghentikan pendarahan pada pasca melahirkan. Menurut Jansen dan Prast (1988) dan Hassan *et al.* (2013) daun kratom memiliki beberapa khasiat sebagai obat herbal, diantaranya sebagai tapal pada luka, obat demam, meringankan nyeri otot, mengurangi sebagai obat herbal, diantaranya sebagai tapal pada luka, obat demam, meringankan nyeri otot, mengurangi nafsu makan, dan mengobati diare. Daun kratom yang digunakan umumnya daun yang sudah tua. Hal ini diyakini khasiatnya lebih tinggi. Mengingat daun kratom ini memiliki nilai etnobotani yang tinggi kiranya perlu dilakukan pengkajian dan penelitian lebih lanjut.

Nilai Ekonomis

Petani yang budidaya kratom di Kabupaten Kapuas Hulu jumlahnya sekitar 18.120 orang. Luas lahan garap 11.225 hektar yang tersebar di 22 kecamatan. Populasi pohon kratom sampai tahun 2020 berjumlah 44.491.317 pohon. Daun kratom saat ini menjadi sumber mata pencaharian masyarakat Kalimantan khususnya di Kabupaten Putussibau Propinsi Kalimantan Barat sejak 15 tahun yang lalu. Petani kratom sudah tidak dapat lagi mengandalkan alam untuk memanen daunnya karena permintaan

yang sangat banyak. Di Kabupaten Putussibau kratom dibudidayakan secara luas hingga ratusan hektar untuk memenuhi kebutuhan pasar. Daun kratom tersebut saat ini dibuat dalam bentuk serbuk dan diekspor diantaranya ke Amerika, Belanda, dan Swedia.

Ada tiga tahapan pengolahan daun kratom. Mulai daun segar yang baru dipetik kemudian dijemur atau dikeringanginkan sampai pada kekeringan tertentu. Selanjutnya daun dimasukkan ke mesin peremah hingga menjadi bentuk remahan. Petani kratom umumnya menjualnya dalam bentuk remahan kepada para pengusaha dan bentuk powder untuk dijadikan powder atau serbuk. Petani menjual daun segar dengan harga Rp. 5.000,- per kilogram. Sementara itu, daun yang sudah berbentuk remahan harganya Rp. 25.000,- – Rp. 30.000,- per kilogram. Para pengusaha yang mengekspor ke luar negeri.

Kerusakan Daun Kratom Akibat Serangan Larva Ulat

Proteksi tanaman merupakan kegiatan yang dilakukan untuk melindungi tanaman terhadap kerusakan organ tanaman yang diakibatkan oleh hama, penyakit atau lingkungan untuk memperoleh hasil yang maksimal. Pengamatan terhadap keberadaan OPT menunjukkan bahwa terdapat dua jenis hama utama yang ditemukan dalam bentuk larva ulat yang menyerang tanaman kratom. Larva ulat yang ditemukan pada daun kratom diduga larva ulat bulu *Lymantria* sp. dan termasuk suku Lymantriidae (kelompok ngengat) (Gambar 2b). Serangannya terjadi pada daun-daun yang mulai tua, sehingga bagian pucuk tanaman masih terus dapat tumbuh terutama pada serangan dalam katagori ringan. Serangan mula-mula terjadi pada bagian tengah daun sehingga pada bagian tengah daun terlihat bolong-bolong (Gambar 2b). Setelah itu serangan merambah ke tepi daun. Menurut Suputa

(2011) kisaran siklus hidup *L. marginata* adalah 40-100 hari dengan perkembangan telur, larva, pupa adalah 7-15, 25-56, dan 8-25 hari. Larva ulat lainnya yang ditemukan pula pada daun kratom diduga dari kelompok Lepidoptera. Larva ulat ini berwarna hijau

dan sering bersembunyi di bagian bawah daun (Gambar 2c). Serangan ulat ini memakan daun dari mulai tepi daun sampai ke bagian tengah daun. Ciri khas larva ulat ini adalah ukuran tubuhnya kecil sepanjang 9 – 10 mm.



Gambar 2. Hama ulat pada tanaman kratom. (a) Larva ulat Lymantriidae. (b) Larva ulat Lepidoptera.

Berdasarkan hasil pengamatan di lahan petani menunjukkan bahwa luas serangan berat terjadi pada bedeng 1 (60%) dan bedeng 2 (53%). Hal ini diduga serangan awal OPT terjadi bedeng 1 sehingga terjadi kerusakan berat sedangkan kerusakan yang terjadi pada bedeng 2 merupakan dampak dari pengendalian yang tidak optimal pada bedeng 1. Bedeng 3 dan 4

termasuk katagori sedang dengan intensitas kerusakan daun antara 25 – 50%. Bedeng lainnya mengalami kerusakan dengan katagori ringan kurang dari 25%. Intensitas kerusakan daun kratom pada petani Kalimantan ini termasuk kerusakan ringan, karena hanya ada beberapa pohon yang katagori kerusakan berat (Tabel 2).

Tabel 2. Intensitas kerusakan tanaman meranti akibat serangan ulat daun di kebun petani

| No. Sampel (bedeng ke-) | Jumlah sampel per-bedeng (pohon) | Jumlah sampel yang terserang hama (pohon) | Luas serangan (%) | Katagori serangan |
|--------------------------|----------------------------------|---|-------------------|-------------------|
| 1 | 15 | 9 | 60,0 | Berat |
| 2 | 15 | 8 | 53,0 | Berat |
| 3 | 15 | 5 | 33,3 | Sedang |
| 4 | 15 | 4 | 26,7 | Sedang |
| 5 | 15 | 2 | 13,3 | Ringan |
| 6 | 15 | 2 | 13,3 | Ringan |
| 7 | 15 | 2 | 13,3 | Ringan |
| 8 | 15 | 1 | 6,7 | Ringan |
| 9 | 15 | 1 | 6,7 | Ringan |
| 10 | 15 | 2 | 13,3 | Ringan |

Populasi hama pada suatu areal perkebunan dianggap belum berpengaruh jika masih di bawah ambang ekonomi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Novizan (2003) kerusakan tanaman yang disebabkan oleh OPT pada suatu areal oleh serangan hama pada suatu areal belum dapat dianggap sebagai hama dan penyakit jika jumlahnya masih dapat dikendalikan

oleh musuh alamnya. Mardji (2003) menyatakan bahwa kerusakan yang ditimbulkan masih di bawah ambang ekonomi tidak begitu berarti. Ambang ekonomi hama dan penyakit merupakan batasan jumlah tertentu dari populasi organisme pengganggu tanaman yang cukup membuat kerusakan pada tanaman yang sudah merugikan jika dinilai secara

ekonomis. Dari hasil pengamatan perlu dilakukanantisipasi terhadap OPT yang menyerang daun kratom ini mengingat hasil yang dipanen pada kratom ini adalah daunnya. Upaya pencegahan dengan cara melakukan tindakan silvikultur pada areal kebun sehingga keseimbangan iklim dan kebersihan sekitar persemaian menjadi bersih dari sumber atau tempat untuk berkembang biak menjadi berkurang. Kerusakan berat yang terjadi pada bedeng 1 dan 2 harus segera dilakukan tindakan agar tidak merambah pada bedeng berikutnya. Kerusakan berat dengan kondisi daun rusak berat > 50% mengakibatkan daun tidak dapat dipanen lagi. Hal ini berdampak pada hasil panen dan penghasilan para petani kratom.

Pengendalian Mekanis

Upaya pengendalian yang dilakukan petani kratom terhadap OPT umumnya pengendalian secara mekanis yang dilakukan secara manual atau dengan bantuan peralatan. Pengendalian secara manual merupakan teknik pengendalian gulma yang paling sederhana dan termasuk yang paling tua. Dengan kemajuan teknologi pengendalian mekanis berkembang dengan peralatan yang modern sampai saat ini. Pengendalian mekanis dan manual dilakukan dengan cara mencabut (*pulling*) dengan tangan atau dengan bantuan peralatan, baik peralatan sederhana maupun peralatan mekanisasi modern. Pengendalian mekanis dapat dilakukan tanpa menggunakan peralatan sehingga terjangkau bagi petani tradisional dan karena tidak menggunakan bahan kimia untuk mematikan gulma maka aman bagi kesehatan maupun kelestarian lingkungan hidup. Namun pengendalian mekanis memerlukan waktu lama, tenaga kerja banyak, dan efektif hanya untuk jenis-jenis gulma tertentu.

Dari hasil pengamatan selama penelitian dapat disimpulkan bahwa intensitas kerusakan tanaman kratom tertinggi terjadi pada bedeng 1 dan 2 dengan luas serangan yaitu 60% dan 53%, sedangkan bedeng 3 dan 4 termasuk katagori kerusakan sedang. Bedeng 5-10 katagori kerusakan ringan. Dari semua intensitas serangan dapat dikategorikan serangan ringan. Organisme pengganggu tanaman yang menyerang tanaman kratom ini pada lokasi penelitian yaitu larva ulat dari kelompok Lymantriidae dan Lepidoptera.

DAFTAR PUSTAKA

- Hassan Z, M Muzaemi, V Navaratnam, NHM Yusoff, FW Suhaimi, R Vadivelu, BK Vicnasingam, D Amato, SV Horsten, NIW Ismail, N Jayabalan, AI Hazim, SM Mansor, and CP Muller. 2013. From kratom to mitragynine and its derivatives: physiological and behavioural effects related to use, abuse, and addiction. *J Neubiorev.* 32(2): 138-151.
- Jansen, KLR, and CJ Prast. 1988. Ethnopharmacology of kratom and the mitragyna alkaloids. *J Ethnopharmacology.* 2: 115-119.
- Mardji, D. 2003. Identifikasi dan Penanggulangan Penyakit pada Tanaman Kehutanan. Pelatihan Bidang Perlindungan Hutan di PT ITCI Kartika Utama, Samarinda.
- Natawigena, H. 1985. Pestisida dan Kegunaannya. CV Armico. Bandung.
- Novizan. 2003. Petunjuk Pemakaian Pestisida. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Suputa. 2011. Ulat Bulu Hama Mangga di Probolinggo. Tersedia online pada http://faperta.ugm.ac.id/perlintan2_005/berita.htm. Website Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian UGM. Diakses Oktober 2020.

SIMPULAN

Pengaruh Ukuran Eksplan dan Penambahan Antiviral Ribavirin pada Eliminasi *Potato Leaf Roll Virus* Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L)

Asih K. Karjadi* dan Neni Gunaeni

Balai Penelitian Tanaman Sayuran

*Alamat korespondensi: asihkk@yahoo.com

ABSTRACT

The effect of explant size and the addition of antiviral Ribavirin on elimination *Potato Leaf Roll Virus* of potato (*Solanum tuberosum* L)

Potato (*Solanum tuberosum* L) are propagated vegetatively through tubers, viral diseases that have been infected will continue to develop hereditary. The research aimed to observed a combination of explant size and Ribavirin concentration in the elimination of potato leaf roll virus diseases. The experiment was conducted at the Tissue Culture Laboratory of IVEGRI on February 2018 to March 2019. The explant sizes used as treatment were meristem (A), and shoot tip (B), meanwhile the concentration of antiviral Ribavirin used were 0 mg/l, 5 mg/l, and 10 mg/l on MS media with supplement of myo inositol 100 mg/l, calcium panthothenate 2 mg/l, GA3 0.10 mg/l, coconut water 100 ml/l, sucrose 30 g/l, agar 6.5 g/l adjusted to pH 5.7. The results on visual observation showed that the percentages of plantlet growth of Granola variety were in the range of 63.33% - 83.33%, with the growth of plantlet from the meristem explant was smaller compared to shoot tip. High concentration of Ribavirin in media decreased the percentage of plantlet growth. Visually it can be seen that the size and concentration of Ribavirin reduced the percentage of both normal and abnormal of plantlet growth. The DAS ELISA reading demonstrated that the combination of explant meristem and high concentration Ribavirin on media was able to reduce the percentage of PLRV infection.

Keywords: potato, explant, Ribavirin, PLRV

ABSTRAK

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) diperbanyak secara vegetatif melalui umbi, akan tetapi penyakit sistemik virus yang telah menginfeksi dapat diteruskan pada generasi berikutnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kombinasi ukuran eksplan dan konsentrasi Ribavirin yang dapat mengeliminasi penyakit potato leaf roll virus (PLRV). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur jaringan Balai Penelitian Tanaman Sayuran pada bulan Februari 2018 s.d Maret 2019. Adapun perlakuan ukuran eksplan yang digunakan adalah meristem (A), shoot tip (B), dengan konsentrasi antiviral Ribavirin yang digunakan 0 mg/l, 5 mg/l, dan 10 mg/l pada media MS dengan penambahan myo inositol 100 mg/l, calcium phantotenat 2 mg/l, GA3 0,10 mg/l, air kelapa 100 ml/l, sukrosa 30 g/l, agar 6,5 g/l, pH 5,7. Pengamatan secara visual menunjukkan persentase tumbuh plantlet varietas Granola berada pada kisaran 63,33% - 83,33%, dengan ukuran planlet yang dihasilkan dari eksplan meristem lebih kecil dari shoot tip. Selanjutnya dapat dilihat pula bahwa tingginya konsentrasi Ribavirin dapat menurunkan persen pertumbuhan. Secara visual terlihat ukuran eksplan dan konsentrasi antiviral Ribavirin akan menurunkan persentase tumbuh baik normal maupun abnormal dari plantlet. Hasil uji DAS ELISA plantlet terhadap virus PLRV menunjukkan bahwa kombinasi ukuran eksplan meristem dan konsentrasi Ribavirin tinggi menurunkan persentase terinfeksi PLRV.

Kata kunci: kentang, eksplan, Ribavirin, PLRV

PENDAHULUAN

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) diperbanyak secara vegetatif, akan tetapi penyakit sistemik virus yang telah menginfeksi dapat

diteruskan pada generasi berikutnya atau dengan kata lain akan terus berkembang dan terbawa secara turun temurun pada generasi berikutnya. Di Indonesia ada tiga penyakit virus yang menyerang tanaman kentang

salah satunya PLRV (*Potato Leaf Roll Virus*), menyebabkan daun menggulung, klorosis, nekrosis phloem, stunting, dan mengakibatkan penurunan hasil dari tanaman.

Untuk mengeliminasi virus PLRV pada tanaman kentang dapat dilakukan dengan teknik kultur jaringan yaitu mengisolasi jaringan meristematik secara aseptik dikombinasikan dengan penggunaan antiviral Ribavirin. Pada penumbuhan jaringan meristematik keadaan fisiologis eksplan memengaruhi terjadinya atau tidak berkembangnya jaringan (proliferasi). Ketidak berhasilan eksplan tumbuh dan berkembang disebabkan oleh sel-sel dari eksplan tersebut tidak bersifat *totipoten*. (Thomas & Davey dalam Neni dkk., 2000).

Kegagalan jaringan meristem tumbuh dan berkembang dapat juga diakibatkan oleh kurang cermatnya dalam pengambilan eksplan. Hal ini sesuai dengan pendapat Goodwin *et al.* (1980) dan Dustan & Short (1977), bahwa rata-rata panjang kubah meristem apikal sampai dasar adalah 0,25 – 1,10 mm. Eksplan yang berukuran kurang dari 0,25 mm akan sulit berkembang ketika dikulturkan. Selain dari ukuran jaringan meristem, komposisi media tumbuh, ketepatan dalam jumlah senyawa zat pengatur tumbuh yang digunakan juga sangat penting dan berpengaruh.

Telah disebutkan ukuran dari eksplan sangat penting dikarenakan akan menentukan kemampuan untuk beregenerasi. Untuk perbanyakannya dianjurkan untuk menggunakan jaringan meristem bersama dengan daun primordia. Tetapi sebaliknya jika bertujuan untuk menghilangkan penyakit sistemik terutama virus, jaringan meristem harus bebas dari daun primordia dan berukuran tidak melebihi 0,5 mm.

Menurut Moriconi *et al.* (1990), Fletcher dan Fletcher (1998), serta Gabriela *et al.* (2011), penyakit akibat virus pada tanaman yang diperbanyak secara vegetatif merupakan masalah yang masih perlu diberi perhatian yang besar. Salah satu cara untuk mengeliminasi virus pada bahan perbanyakannya vegetatif tersebut adalah dengan perlakuan chemoterapi dengan penambahan antiviral Ribavirin di media tumbuh aseptik dikombinasikan dengan kultur meristem. Kombinasi teknik ini dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas tanaman yang dihasilkan.

Dalam penelitian ini dilakukan penumbuhan jaringan meristem dan shoot tip dari tanaman kentang varietas Granola yang dikombinasikan dengan penggunaan antiviral Ribavirin yang

merupakan suatu bahan kimia yang dapat menghambat perkembangan virus di tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan ukuran eksplan dan konsentrasi antiviral Ribavirin yang dapat mengeliminasi penyakit *Potato Leaf Roll Virus* (PLRV) pada tanaman kentang varietas Granola.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Balai Penelitian Tanaman Sayuran pada bulan Februari 2018 sampai dengan Maret 2019. Sebagai bahan eksplan dipergunakan kentang varietas Granola yang terinfeksi PLRV. Adapun perlakuannya adalah: ukuran dari eksplan Meristem (A), shoot tip (B) dan konsentrasi antiviral Ribavirin (0 mg/l, 5 mg/l, dan 10 mg/l). Media tumbuh yang dipergunakan adalah MS (1962) ditambah myo inositol 100 mg/l, sukrose 30 g/l, calcium panthotenate 2mg/l, air kelapa 100 ml/l, GA₃ 0.10 mg/l, agar 6,5 g/l dengan pH 5,7. Jumlah perlakuan ada 6 setiap perlakuan ditanam 30 test tube berukuran 15 x 100 mm dengan volume media 5 ml.

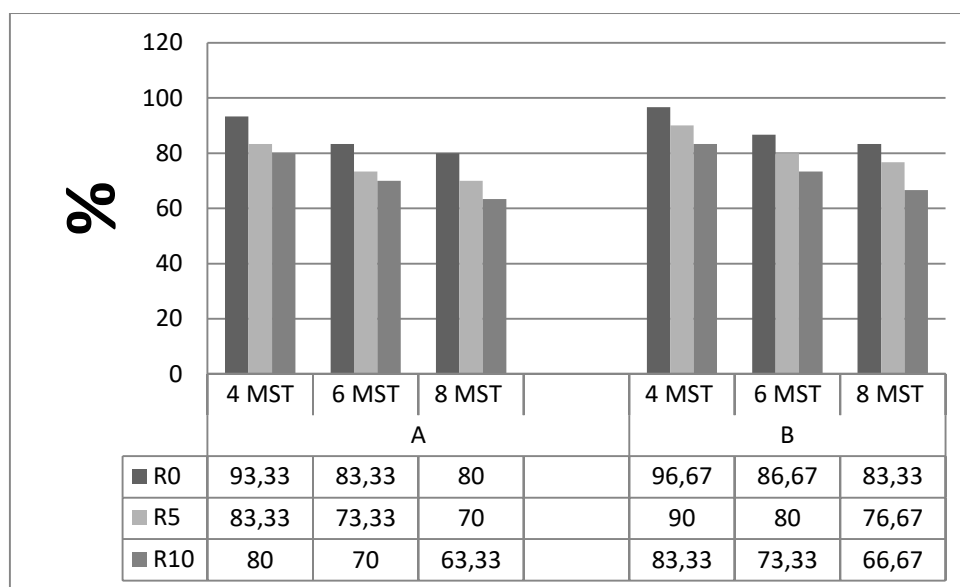
Tahapan pelaksanaan perlakuan meliputi enam tahapan. (1) Seleksi umbi kentang yang telah bertunas dan terinfeksi virus PLRV dengan menggunakan teknik serologi DAS ELISA. (2) Sterilisasi tunas umbi/sprout yang berukuran > 5 cm dengan mencelupkan ke dalam larutan Alkohol 70%, merendam di larutan khlorox 25% selama 10 – 15 menit, membilas kembali dengan aquadest steril 3 – 5 kali, memindahkan tunas ke cawan Petri steril. (3) Penanaman eksplan/inokulasi dilakukan di lingkungan steril dalam laminar airflow cabinet (LAF) menggunakan binocular dengan pembesaran 40 kali. (4) Kultur diinkubasikan di ruang kultur dengan temperatur 22 - 24°C, photoperiode 16 jam terang 8 jam gelap. (5) Setelah plantlet tumbuh sempurna dilakukan mikropropagasi di media MS. (6) Pengujian virus PLRV dilakukan dengan metode serologi DAS ELISA. Pengamatan dilakukan secara visual terhadap % tumbuh, % kontaminasi, % plantlet tumbuh normal, jumlah buku dari plantlet, serta % plantlet terinfeksi virus PLRV.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan dari pertumbuhan dan perkembangan penanaman jaringan meristematik kentang varietas Granola dengan perlakuan ukuran eksplan meristem (A), shoot tip (B) dan penambahan antiviral Ribavirin di media MS (1962) secara aseptik

disajikan pada Gambar 1. Pengamatan persentase tumbuh pada umur 4,6,8 MST dari eksplan meristem (A), shoot tip (B), terlihat semakin besar ukuran eksplan persentase tumbuhnya semakin tinggi. Pemilihan eksplan dalam teknik kultur jaringan

berperan penting dalam keberhasilan dan sangat berkaitan erat dengan kemampuan regenerasi dan tujuan dari perbanyakan yang akan dicapai (Teng, 1997; Kamstaityte & Stanys, 2004; Geier, 1990).



Gambar 1. Persen pertumbuhan eksplan pada umur 4,6,8 MST. Keterangan: R0 = media MS; R5 = media MS+ Ribavirin 5 mg/l; R10= Media MS + Ribavirin 10 mg/l; MST = Minggu Setelah Tanam.

Penambahan antiviral Ribavirin di media tumbuh menurunkan persentase eksplan berkembang. Keberhasilan pengembangan dari aplikasi kultur jaringan pada tanaman yang diperbanyak secara vegetatif dengan berbagai tujuan sangat dipengaruhi oleh media tumbuh dan tingkat kesesuaian dengan materi eksplan yaitu genotipe dan jenis eksplan (George *et al.*, 2008; Geier 1990; Hamidah *et al.*, 1997; Koch *et al.*, 1995; Khar *et al.*, 2005).

Persentase kontaminasi pada umur 4 sampai dengan 8 MST yaitu 16,67% sampai dengan 36,67% (Gambar 2). Kontaminasi umumnya disebabkan oleh bakteri atau jamur. Perlakuan antiviral Ribavirin terlihat meningkatkan jumlah kultur yang terkontaminasi. Pada umumnya sumber kontaminan terbawa dari sumber eksplan atau terjadi dari media tumbuh. Atau sterilisasi permukaan bahan eksplan belum mencukupi untuk menghilangkan sumber kontaminan yang berada di permukaan bahan eksplan (Haque *et al.*, 2004; Armini dkk., 1992).

Dalam perbanyakan tanaman dengan teknik kultur jaringan bahan sumber eksplan yang terbebas dari sumber kontaminan merupakan hal yang harus diperhatikan untuk menumbuhkan jaringan secara aseptik. Bila sumber kontaminan tidak dihilangkan,

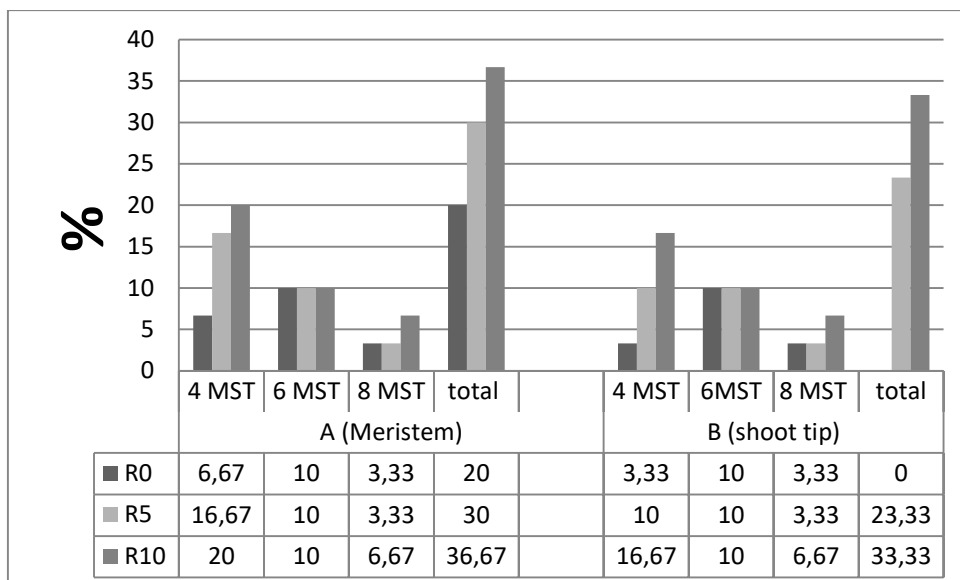
pada media tumbuh yang mengandung sukrose, vitamin, mineral maka sumber kontaminan tersebut akan berkembang secara cepat. Eksplan yang tertutupi kontaminan akhirnya akan mati atau tidak berkembang sebagai akibat langsung dari serangan jamur, bakteri atau secara tidak langsung akibat senyawa toksik yang diproduksi oleh sumber kontaminan tersebut (Naik & Chandra, 1993; Bodani & Chamka, 2010).

Dalam Gambar 3, eksplan tumbuh menjadi plantlet normal untuk eksplan meristem (A) maupun shoot tip (B) berkisar antara 68,42% sampai dengan 92%. Keberhasilan perbanyakan tanaman secara inkonvensional dipengaruhi juga oleh respon varietas, jenis eksplan, perlakuan sumber eksplan, komposisi media yang dipergunakan (George *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 2009).

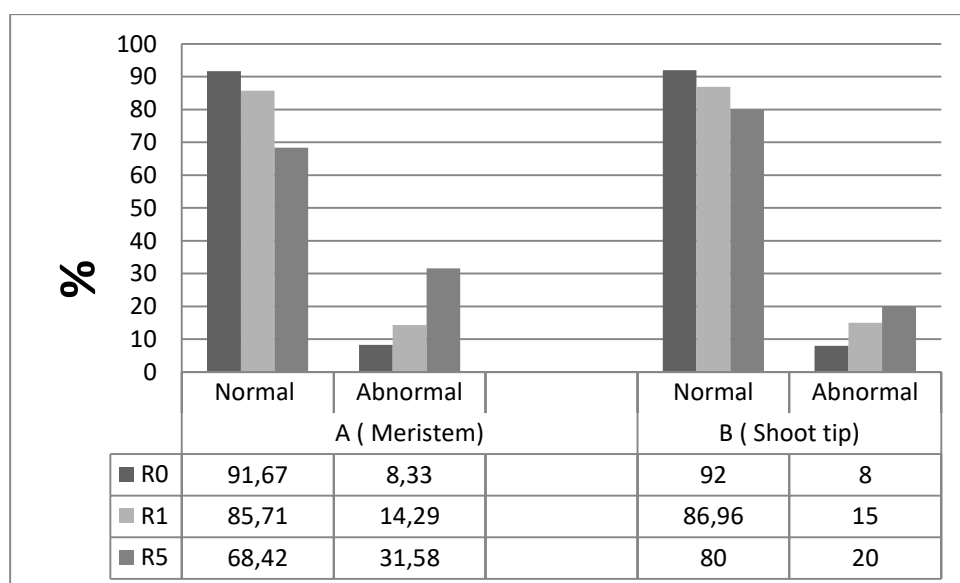
Pengamatan secara visual terlihat persentase abnormal meningkat pada perlakuan media MS dengan penambahan antiviral Ribavirin dengan konsentrasi tinggi baik untuk eksplan meristem (A) atau shoot tip (B). Hal ini sesuai dengan pendapat Teng (1997) asal eksplan, komposisi media berperan penting dalam keberhasilan suatu perbanyakan inkonvensional. Pemilihan eksplan, komposisi media sangat berkaitan erat dengan kemampuan eksplan

untuk beregenerasi menjadi tanaman sempurna secara aseptik. Perbanyakkan inkonvensional/ in vitro memberikan alternatif dalam mengeliminasi penyakit sistemik terutama virus, melalui penanaman

jaringan meristematik. Teknik ini dapat dikombinasikan dengan penambahan antiviral Ribavirin pada media tumbuh aseptik.



Gambar 2. Persentase eksplan terkontaminasi pada umur 4,6,8 MST. Keterangan: R0 = media MS; R5 = media MS+ Ribavirin 5 mg/l; R10= Media MS + Ribavirin 10 mg/l; MST = Minggu Setelah Tanam.



Grafik 3. Persentase plantlet tumbuh normal dan abnormal. Keterangan: R0 = media MS; R5 = media MS+ Ribavirin 5 mg/l; R10= Media MS + Ribavirin 10 mg/l.

Pada pengamatan jumlah buku per plantlet terlihat plantlet dengan perlakuan shoot tip (B) jumlah buku lebih tinggi dari perlakuan meristem (A) (Tabel 1). Penambahan antiviral Ribavirin secara visual memengaruhi (menurunkan) jumlah buku untuk plantlet asal meristem (A) maupun shoot tip (B). Perbanyakkan tanaman melalui kultur jaringan, respon dari eksplan bervariasi bergantung dari

komponen kultur (komposisi media, unsur yang ditambahkan di media tumbuh), jenis eksplan (varietas, ukuran, asal eksplan). Seringkali kombinasi dari dua atau lebih komponen tersebut yang diaplikasikan secara simultan maupun parsial diperlukan untuk meningkatkan respon dari eksplan yang dikultur untuk tumbuh dan berkembang

menjadi tanaman secara *in vitro* (Kamstaityte & Stanys 2004; Kapoor *et al.*, 2011).

Untuk bahan pengujian virus PLRV dengan metode serologi DAS ELISA, dilakukan perbanyakkan

plantlet yang tumbuh di media MS (1962) dengan teknik mikropropagasi (Tabel 2). Setiap plantlet rata-rata mempunyai buku 3 – 5 teknik penanaman dilakukan dengan menanam stek mikro.

Tabel 1. Pengamatan rata rata jumlah buku plantlet kentang pada umur 10 dan 12 MST

| Perlakuan | A (Meristem) | | B (Shoot tip) | |
|-----------|---------------|-----------|-----------------|------------|
| | 10 MST | 12 MST | 10 MST | 12 MST |
| R0 | 3,07 ± 0,91 | 3,69±0,85 | 3,50±0,91 | 5,08±0,76 |
| R5 | 2,76 ±0,83 | 3,08±0,32 | 2,06±0,78 | 3,07±0,49 |
| R10 | 1,77± 0,61 | 2,31±0,69 | 1,38±0,51 | 2,38 ±0,65 |

Keterangan: R0 = media MS; R5 = media MS+ Ribavirin 5 mg/l; R10= Media MS + Ribavirin 10 mg/l, MST = Munggu setelah tanam.

Tabel 2. Hasil uji virus PLRV plantlet kentang varietas Granola dengan serologi DAS ELISA

| Perlakuan | A (Meristem) | | | B (Shoot tip) | | |
|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| | Jumlah plantlet | Jumlah terinfeksi | % terinfeksi PLRV | Jumlah plantlet | Jumlah terinfeksi | % terinfeksi PLRV |
| R0 | 54 | 20 | 20/54 = 37 | 67 | 30 | 30/67 = 44,78 |
| R5 | 33 | 10 | 10/33 = 30,3 | 47 | 15 | 15/47 = 31,91 |
| R10 | 21 | 5 | 5/21 = 23,81 | 27 | 8 | 8/28 = 29,63 |

Keterangan: R0 = media MS; R5 = media MS+ Ribavirin 5 mg/l; R10= Media MS + Ribavirin 10 mg/l, PLRV = Potato Leaf Roll Virus.

Upaya untuk mengeliminasi virus pada tanaman kentang telah berhasil dengan menggunakan beberapa metode seperti kultur meristem, penambahan antiviral Ribavirin dikombinasikan dengan kultur meristem (Awan *et al.*, 2007; Gopal & Garg, 2011; Ohta *et al.*, 2011; Sedlak *et al.*, 2007). Hasil deteksi penyakit PLRV pada plantlet kentang varietas Granola, terlihat persentase kultur atau plantlet yang masih terinfeksi 23,81% sampai 44,78 %. Dari hasil ini dapat dikatakan persen terinfeksi plantlet asal eksplan meristem (A) lebih rendah dari eksplan shoot tip (B). Semakin tinggi konsentrasi antiviral Ribavirin di media tumbuh, persentase plantlet yang terinfeksi PLRV semakin rendah untuk kedua perlakuan eksplan. Penyakit virus masih terdeteksi hal ini mengindikasikan bahwa penambahan antiviral Ribavirin belum optimal untuk mengeliminasi virus. Sehingga saat eksplan dikultur pada media secara aseptik regenerasi partikel virus masih terbawa (Zaitlin & Palukaitis, 2000).

SIMPULAN

Hasil dari kegiatan penelitian dapat disimpulkan pertumbuhan dari eksplan secara visual dipengaruhi oleh ukuran dan konsentrasi antiviral Ribavirin di media tumbuh. Disini terlihat eksplan meristem (A) persentase tumbuhnya lebih kecil dari eksplan shoot tip (B). Semakin tinggi konsentrasi antiviral Ribavirin di media tumbuh juga

memperkecil persentase tumbuh dan meningkatkan persen plantlet tumbuh abnormal. Eksplan meristem dan konsentrasi Antiviral Ribavirin tinggi menghasilkan persentase plantlet terinfeksi PLRV rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Armini, NM, GA Wattimena, dan LW Gunawan. 1992. Perbanyakkan tanaman. *Dalam: Bioteknologi Tanaman I* (GA Wattimena, NA Mattjik, E Samsudin, NMA Wiendi, dan A Ernawati, Ed.). PAU IPB. Bogor.
- Awan, AR, SM Mughal, Y Iftikhar, and HZ Khan. 2007. *In vitro* elimination of potato leaf roll virus from potato varieties. *Euro. J. Res.* 18: 154-164.
- Bodani, A, and JS Chamka. 2010. *In vitro* sterilization protocol for micropropagation of *Solanum tuberosum* cv Kufri haimalini. *Acad. Arena.* 2(4): 24- 27.
- Dustan, DS, and KC Short. 1977. Improved growth by tissue culture of the onion *Allium cepa*. *Physiol Plant.* 41: 70-72.
- Fletcher, PJ, and JD Fletcher. 1998. *In vitro* elimination of onion yellow dwarf and shallot latent virus in shallot (*Allium cepa* var *ascalonicum* L). *New Zealand J. of Crop and Hort Sci.* 26: 23-26.
- Gabriela, L, P Marinangeli, and NR Curvetto. 2011. Increasing nitrate/ammonium ratio for

- improvement of garlic micropropagation. *Sci. Hort.* 87(1-2): 11–20.
- Geier, T. 1990. Anthorium. *In: Pp.* 228–252. *Handbook of Plant Cell Culture Ornamental Species* (PV Ammirato, DA Evans, WR Sharp, and YP Bajaj, Eds.). Vol. 5. Mac Grow Hill. New York.
- Goodwin, PB, Kim YC, and T Adisarwanto. 1980. Propagation of potatoes by shoot tip culture I. Shoot multiplication. *Pot. Res.* 23(1): 9–18.
- Gopal, J, and ID Grag. 2011. An efficient protocol of chemothermotherapy for elimination of potato (*Solanum tuberosum* L) virus by meristem tip culture. *Ind. Agr. Sci.* 554–549.
- George, EF, and G-J de Klerk. 2008. The component of plant tissue culture media I, macro and micro nutrient. *In: Pp.* 274 – 338. *Plant Propagation by Tissue Culture* (George EF, MA Hall, and GJ de Kerk, Eds). 3rd Ed. Vol. I The Background. Springer. Netherlands.
- Hamidah, M, AGA Karim, and PC Debergh. 1997. Somatic embryogenesis and plant regeneration *Anthorium scherzerianum*. *Plant Cell. Tissue and Organ Culture.* 48: 189-193.
- Haque, ME, and JW Mainfied. 2004. Effect of genotype and explant age on callus induction and subsequent plant regeneration from root derived callus of indica rice genotypes. *Plant Cell tissue org. cult.* 78: 217–223.
- Kamstaityte, D, and Stanys. 2004. Micropropagation of onion (*Allium cepa* L). *Acta Univ. Latv. Biol.* 677: 173–176.
- Kapoor, R, SA Nasim, Mahmooduzzafar, and and A Mujib. 2011. Establishment of efficient methode for callus culture and shoot regeneration of local indian garlic (*var. Jamunsafed*). *J. of Ecobio technology.* 3(12): 14 -17.
- Khar, A, RD Bhutani, N Yadav, and VK Chowdhur. 2005. Effect of explant s and genotype on callus culture and regeneration in onion (*Allium cepa* L). *Akademia Univ. Ziraat. Fa. Dergisi.* 18 (3): 397-401.
- Koch, M, Z Tanami, and R Salomo. 1995. Improved regeneration of shoot from garlic callus. *Hort. Sci.* 30: 378–389.
- Lee, SY, HH Kim, YK Kim, NI Park, and SU Park. 2009. Plant regeneration of garlic (*Allium sativum* L) via somatic embryogenesis. *Sci. Res. And Essay.* 4(13): 1569–1574.
- Moriconi, D, V Conci, and S Nome. 1990. Rapid multiplication of garlic (*Allium sativum* L) in vitro. *Phyton.* 51: 145–151.
- Naik, PS, and R Chandra. 1993. Use of tissue culture technique in crop improvement with special reference to potato – CPRI Shinla. 10 pp.
- Neni, G. 2000. Eradikasi Virus pada Bawang Putih (*Allium sativum*) dan Bawang Merah (*Allium ascolonicum*) Melalui Pendekatan Inkonvensional. Laporan Hasil Penelitian. T.A. 1999/2000 (inpress).
- Ohta, S, T Kuniga, F Nishikawa, A Yamasaki, T Endo, T Iwanami, and T Yoshioka. 2011. Evaluation of novel antiviral agent in the elimination of satsumo drwarf (SDV) by micrografting in citrus. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 80: 145 -149.
- Sedlak, J, F Paprstein, and L Talacko. 2011. Elimination of apple stem pitting virus from pear cultuvars by in vitro chemotherapy. *Acta Hort.* 923: 111-115.
- Teng, WI. 1997. Regeneration of anthorium adventitious shoot using liquid or raft culture. *Plant cell and organ culture.* 49: 153-156.
- Zaitlin, M, and Palukaitis. 2000. Advances in understanding plant virus diseases. *Am Dev. Phytophatol.* 38: 117–143.

Aplikasi Biopestisida *Bacillus thuringiensis* Isolat Lokal untuk Mengendalikan Hama *Spodoptera frugiperda* pada Tanaman Jagung

Christina L Salaki* dan Jackson Watung

Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi

*Alamat korespondensi: christinasalaki@gmail.com

ABSTRACT

Application of local isolate of *Bacillus thuringiensis* biopesticide to control *Spodoptera frugiperda* on corn

Spodoptera frugiperda is one of the main plant pests (OPT) in maize. Among the pest control alternatives, the use of thuringiensis bacteria has received attention because of its efficiency and low impact on natural enemies. The aims of this study were: (1) to encourage the concentration of *B. thuringiensis* which has a high killing power against the mortality of *S. frugiperda* larvae, and (2) to determine the pathogenicity of *B. thuringiensis* to *S. frugiperda*. Testing of the killing power and the pathogenicity of *B. thuringiensis* was conducted using leaf dipped method with five different concentrations of bacterial spore suspension, namely 1.5×10^3 , 1.5×10^4 , 1.5×10^5 , 1.5×10^6 and 1.5×10^7 spores/ml. The parameters observed included symptoms of attack, proportion of mortality and time of death. Larval mortality was observed at 12, 24, 48 and 72 hours after application. Pathogenicity values were expressed by LC_{50} and LT_{50} using probit analysis. The results showed that there were 10 isolates out of 24 isolates could kill *S. frugiperda* larvae $\geq 50\%$ after 72 hours at a concentration of 1.5×10^7 spores/ml. The pathogenicity test based on the results of the probit analysis showed ITH isolates had a value $LC_{50} = 7.5 \times 10^3$ spores/ml with time of death $LT_{50} = 19.5$ hours.

Keywords: OPT, concentration, leaf dipped method, pathogenicity

ABSTRAK

Spodoptera frugiperda merupakan salah satu organisme pengganggu tanaman (OPT) utama pada tanaman jagung. Di antara alternatif pengendalian hama ini, penggunaan bakteri *Bacillus thuringiensis* mendapat perhatian karena efisiensinya dan dampaknya yang rendah terhadap musuh alami. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mendapatkan konsentrasi *B. thuringiensis* yang mempunyai daya bunuh yang tinggi terhadap mortalitas larva *S. frugiperda*, dan (2) mengetahui patogenesis *B. thuringiensis* terhadap *S. frugiperda*. Pengujian daya bunuh dan patogenesisnya menggunakan metode *leaf dipped* dengan lima macam konsentrasi suspensi spora bakteri yaitu $1,5 \times 10^3$, $1,5 \times 10^4$, $1,5 \times 10^5$, $1,5 \times 10^6$ dan $1,5 \times 10^7$ spora/ml. Parameter yang diamati meliputi gejala serangan, persentase mortalitas dan waktu kematian. Mortalitas larva diamati pada 12, 24, 48 dan 72 jam setelah aplikasi. Nilai patogenesis dinyatakan dengan LC_{50} dan LT_{50} dengan menggunakan analisis probit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian daya bunuh dari 24 isolat, terdapat 10 isolat yang dapat mematikan larva *S. frugiperda* $\geq 50\%$ setelah 72 jam pada konsentrasi $1,5 \times 10^7$ spora/ml. Uji patogenesis berdasarkan hasil analisis probit menunjukkan isolat ITH mempunyai nilai $LC_{50} = 7,5 \times 10^3$ spora/ml dengan waktu kematian (LT_{50}) = 19,5 jam.

Kata kunci: OPT, Konsentrasi, *Leaf dipped method*, patogenesis

PENDAHULUAN

Tanaman Jagung merupakan tanaman komoditas terpenting kedua setelah padi, yang dimanfaatkan sebagai bahan makanan juga sebagai pakan ternak yang memiliki kandungan gizi dan vitamin, kalori, protein, lemak, karbohidrat

(Wahyudin dkk., 2016). Selain sebagai sumber karbohidrat, jagung ditanam sebagai pakan ternak, yaitu tongkol dan daunnya sebagai hijauan, bijinya dapat dibuat minyak atau tepung jagung (maizena). Penurunan hasil yang selama ini dirasakan petani jagung adalah adanya serangan hama dan penyakit

yang jika tidak dikendalikan dengan benar akan menyebabkan kerugian yang cukup besar. Salah satu hama yang menyerang tanaman jagung adalah *Spodoptera frugiperda* (Capinera, 2017; Shylesha *et al.*, 2018).

S. frugiperda merupakan salah satu organisme pengganggu tanaman utama pada tanaman jagung. Hama ini bersifat polifag dimana selain tanaman jagung juga menyerang tanaman braciaria dan juga memiliki 353 tanaman inang dari 76 famili tanaman (Montezano *et al.*, 2018; Subiono, 2020). Serangga ini dapat menyerang seluruh stadia tanaman jagung mulai dari fase vegetatif sampai generatif (Trisyono dkk., 2019). Kerusakan yang ditimbulkan pada daun dan tongkol jagung mengakibatkan terjadinya kehilangan hasil secara signifikan (Maharani dkk., 2019).

Meluasnya serangan ulat grayak *S. frugiperda* di seluruh Indonesia dapat menjadi ancaman terhadap produksi jagung. Tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh ulat grayak *S. frugiperda* mulai dari serangan ringan sampai berat (Deole & Paul, 2018; Maharani dkk., 2019; Subiono, 2020). Oleh karena itu untuk mencegah terjadinya kehilangan hasil yang besar akibat serangan ulat grayak ini maka perlu dilakukan pengendalian. Salah satu pengendalian yang dapat dilakukan yaitu pemanfaatan biopestisida *Bacillus thuringiensis* yang ramah lingkungan.

B. thuringiensis adalah bakteri yang dapat memproduksi kristal protein pada saat sporulasi (Momami & Obeidat, 2011; Salaki, 2009; Salaki dkk., 2010a). Kristal protein tersebut dinamakan δ -endotoksin yang sangat mematikan jika termakan oleh serangga (Blondine, 2013; Salaki, 2010b; Salaki & Sembiring, 2011). Kristal protein yang dihasilkan oleh *B. thuringiensis* merupakan protoksin, dan toksin yang sesungguhnya timbul setelah adanya proteolisis di dalam saluran pencernaan serangga (Gill *et al.*, 1992). Keberadaan Kristal protein yang termakan oleh serangga mampu mendegradasi saluran pencernaan sehingga dapat menyebabkan kematian. Penelitian ini bertujuan: (1) mendapatkan konsentrasi *B. thuringiensis* yang mempunyai daya bunuh yang tinggi terhadap mortalitas larva *S. frugiperda*, dan (2) mengetahui patogenisitas *B. thuringiensis* terhadap *S. frugiperda*.

BAHAN DAN METODE

Penyediaan Kultur Isolat

Pengujian daya bunuh isolat *B. thuringiensis* terhadap larva *S. frugiperda* dilakukan dengan metode Ohba *et al.* (1981). Perhitungan jumlah spora

dengan menggunakan *haemocytometer*. Berdasarkan nilai konsentrasi yang diperoleh lalu dibuat suspensi dengan pengenceran tertentu sehingga memiliki konsentrasi sebesar $1,5 \times 10^7$ spora/ml dengan volume sebesar 20 ml untuk masing-masing isolat. Selanjutnya suspensi isolat tersebut digunakan dalam uji daya bunuh.

Perbanyak Serangga Uji

S. frugiperda sebagai serangga uji diperoleh dengan mengumpulkan larva dari lapang kemudian dipelihara sampai dewasa meletakkan telur. Telur-telur dipindahkan hingga menetas dan berkembang menjadi larva instar III. Larva tersebut diseleksi untuk mendapatkan larva yang homogen yang akan dipakai sebagai larva uji.

Uji Daya Bunuh dengan Metode Pencelupan Daun (*Leaf Dipped Method*)

Perlakuan pengujian daya bunuh isolat *B. thuringiensis* terhadap larva *S. frugiperda* dilakukan dengan metode uji pakan dengan metode pencelupan daun menurut Hamilton dan Atia (1977). Untuk masing-masing isolat digunakan 30 larva. Gejala sakit dan perilaku larva diamati dalam selang 6 jam, sedangkan kematian larva dihitung setelah 24, 48, dan 72 jam masa inkubasi. Daya bunuh masing-masing isolat dinyatakan dengan persen mortalitas.

Uji Patogenisitas Isolat Potensial *B. thuringiensis* terhadap *S. frugiperda*

Pengujian patogenisitas strain *B. thuringiensis* terhadap larva *S. frugiperda* bertujuan untuk memperoleh isolat yang paling virulen. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan strain tersebut menginfeksi dan menimbulkan kematian dengan jumlah spora tertentu dalam batas kisaran yang dipandang potensial sampai virulen yang tergantung dari besarnya persentase kematian serangga uji.

Konsentrasispora masing-masing isolate ditetapkan dengan perhitungan secara langsung (*direct count*) menggunakan *haemocytometer*. Masing-masing isolat dibuat dalam 20 ml suspensi sel dengan lima konsentrasi: $1,5 \times 10^3$, $1,5 \times 10^4$, $1,5 \times 10^5$, $1,5 \times 10^6$ dan $1,5 \times 10^7$ spora/ml. Nilai patogenisitas dinyatakan dengan LC_{50} dan LT_{50} yang dihitung dengan metode Probit analysis (Finney, 1971).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Daya Bunuh terhadap *S. frugiperda*

Hasil pengujian 24 isolat bakteri *B. thuringiensis* terdapat 10 isolat yang dapat mematikan larva *S. frugiperda* $\geq 50\%$ setelah 72 jam pada konsentrasi $1,3 \times 10^7$ spora/ml (Tabel 1). Hasil pengujian secara umum menunjukkan bahwa mortalitas larva uji meningkat seiring dengan kemaikan jumlah spora yang digunakan (Tampubolon dkk., 2013). Jumlah spora yang termakan sangat menentukan tingkat mortalitas serangga uji yang ditimbulkan oleh *B. thuringiensis*

(Polanczyk *et al.*, 2000; Rahardianingtyas & Wianto, 2014). Untuk timbulnya penyakit dibutuhkan jumlah spora tertentu, tergantung jenis patogen dan jenis hospes. Jumlah spora yang masuk juga menentukan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk membunuh. Hal ini ada hubungannya dengan aktivitas bakteri di dalam saluran pencernaan yang meliputi pembentukan spora dan Kristal protein (Momami & Obeidat, 2011).

Tabel 1. Hasil pengujian daya bunuh isolat *B. thuringiensis* terhadap Larva *S. frugiperda*

| No. | Kode Isolat | Mortalitas (%) | No. | Kode Isolat | Mortalitas (%) |
|-----|-------------|----------------|-----|-------------|----------------|
| 1. | ITK | 56,7 | 13 | ITF | 83,3* |
| 2 | ITH | 93,3* | 14. | ITK | 66,7* |
| 3. | ITA | 33,3 | 15. | ITU | 50,0* |
| 4. | ITC | 40,0 | 16. | ITM | 53,3* |
| 5. | ITD | 86,7* | 17. | ITS | 26,7 |
| 6. | ITG | 30,0 | 18 | ITR | 46,7 |
| 7 | ITW | 80,0* | 19. | ITN | 73,3* |
| 8. | ITX | 46,7 | 20. | ITQ | 43,3 |
| 9. | ITB | 36,7 | 21. | ITP | 40,0 |
| 10. | ITE | 33,3 | 22. | ITT | 36,7 |
| 11. | ITX | 46,7 | 23, | ITO | 40,0 |
| 12. | ITY | 56,7* | 24. | ITV | 46,7 |

*) Isolat yang dipilih untuk uji patogenisitas atas dasar kriteria keunggulan berupa kemampuan menimbulkan mortalitas $\geq 50\%$ pada jam ke 72.

Polanczyk *et al.* (2000) mengemukakan bahwa kristal protein yang larut mengalami pemecahan oleh enzim-enzim protease dalam usus tengah menjadi fragmen-fragmen yang bersifat toksik. Fragmen yang bersifat toksik ini menyebabkan kebocoran pada sel epithelium usus tengah. Akibat kebocoran ini permeabilitas sel menjadi terganggu sehingga mengacaukan transfer ion K, Na dan Ca.

Menurut Tampubolon dkk. (2013), bila toksisitas cukup tinggi maka akan terjadi paralisis dinding usus, penurunan pH usus yang diikuti peningkatana pH darah sehingga dapat menyebabkan kematian serangga. Bila toksisitas tidak begitu tinggi, lubang pada dinding epitel cukup untuk menyebabkan kematian serangga.

Besar kecilnya presentase mortalitas selain dipengaruhi oleh jumlah spora yang termakan, juga ditentukan oleh lamanya waktu aktivitas spora bakteri di dalam tubuh seranggahingga munculnya gejala sakit.

Uji Patogenisitas Isolat *B. thuringiensis* terhadap *S. frugiperda*

Nilai LC₅₀

Sebanyak 10 isolat yang diuji patogenisitasnya dalam upaya mengetahui status keunggulannya sebagai kandidat bioinsektisida. Hasil analisis probit, perlakuan *B. thuringiensis* menunjukkan bahwa isolat ITH mempunyai nilai LC₅₀: $7,5 \times 10^3$ spora/ml (Tabel 2).

Nilai LT₅₀

Berdasarkan hasil analisis probit diketahui bahwa nilai LT₅₀ berkisar antara 19,5 – 37,2 jam. Nilai LT₅₀ yang terpendek ialah isolate ITH = 19,5 jam dan yang paling lambat isolate ITN yaitu 37,2 jam (Tabel 3).

Pengujian isolat-isolat tersebut menunjukkan bahwa pada pengamatan 6 jam setelah perlakuan larva belum mengalami kematian akan tetapi sudah mulai terlihat adanya gejala infeksi. Terdapat bekas gigitan pada pakan dan butiran feses. Hal ini menandakan bahwa larva uji telah memakan pakan yang mengandung bakteri *B. thuringiensis*. Perilaku larva yang terinfeksi adalah bergerak menjauhi pakan dan diam tidak bergerak sedangkan pada control larva tetap menempel pada pakan dan aktif makan. Perilaku larva yang diam tak bergerak menunjukkan bahwa larva telah terinfeksi. Gejala awal yang

nampak setelah larva uji memakan pakan yang mengandung bakteri *B. thuringiensis* adalah larva mulai kurang aktif dan gerakannya menjadi lamban, aktivitas makan mulai menurun. Gejala ini sesuai

dengan yang dikemukakan oleh Mafazah dan Zulaika (2017) bahwa saluran pencernaan adalah organ mula-mula terserang oleh bakteri. Gejala ini berhubungan dengan perilaku makan dan aktivitas metabolisme.

Tabel 2. Patogenesitas isolat *B. thuringiensis* terhadap Larva *S. frugiperda* yang diekspresikan dengan nilai LC₅₀ 72 jam

| No. | Kode Isolat | Nilai LC ₅₀ (spora/ml) | Fiducial limit (spora/ml) |
|-----|-------------|-----------------------------------|---|
| 1. | ITK | 2,9 x 10 ⁵ | 2,3 x 10 ⁴ – 9,7 x 10 ⁴ |
| 2. | ITH | 7,5 x 10 ³ | 1,1 x 10 ² – 1,9 x 10 ⁴ |
| 3. | ITD | 1,9 x 10 ⁴ | 1,3 x 10 ⁴ – 7,7 x 10 ⁴ |
| 4. | ITW | 2,1 x 10 ⁴ | 0,4 x 10 ⁴ – 3,1 x 10 ⁴ |
| 5. | ITY | 1,1 x 10 ⁵ | 4,2 x 10 ⁴ – 2,8 x 10 ⁵ |
| 6. | ITF | 5,4 x 10 ⁴ | 0,7 x 10 ⁴ – 0,5 x 10 ⁵ |
| 7. | ITK | 6,6 x 10 ⁴ | 3,6 x 10 ⁴ – 1,2 x 10 ⁵ |
| 8. | ITU | 1,5 x 10 ⁵ | 4,7 x 10 ⁴ – 4,5 x 10 ⁵ |
| 9. | ITM | 2,5 x 10 ⁵ | 1,1 x 10 ⁵ – 5,8 x 10 ⁵ |
| 10. | ITN | 6,5 x 10 ⁴ | 2,9 x 10 ⁴ – 6,8 x 10 ⁴ |

Tabel 3. Nilai LT₅₀ (1,5 x 10⁷ spora/ml) isolat *B. thuringiensis* terhadap larva *S. frugiperda*

| No. | Kode isolat | Nilai LT ₅₀ (jam) | Fiducial limit (jam) |
|-----|-------------|------------------------------|----------------------|
| 1. | ITK | 28,2 | 22,2 – 35,5 |
| 2. | ITH | 19,5 | 15,9 – 33,9 |
| 3. | ITD | 29,5 | 23,9 – 26,6 |
| 4. | ITW | 22,4 | 17,4 – 28,8 |
| 5. | ITY | 30,2 | 25,1 – 36,3 |
| 6. | ITF | 22,9 | 18,6 – 28,2 |
| 7. | ITK | 34,7 | 28,2 – 42,7 |
| 8. | ITU | 24,6 | 19,9 – 30,2 |
| 9. | ITM | 36,5 | 30,2 – 43,7 |
| 10. | ITN | 37,2 | 30,9 – 44,7 |

Gejala lanjut adalah terjadi paralisis saluran pencernaan yang disebabkan oleh Kristal proteinyang dihasilkan oleh *B. thuringiensis* yaitu δ-endotoksin. Kristal protein akan bekerja aktif di dalam saluran pencernaan larva pada pH Alkali yaitu 9,0-10,5. Larva yang terinfeksi kemudian mati, tubuh berubah warna dari hijau kecoklatan menjadi coklat kehitaman. Pada awal kematian larva terinfeksi tubuhnya lembek, berair dan berbau busuk.

Namun setelah beberapa hari larva tersebut mulai mongering dan kemudian mengerut (Polanczyk *et al.*, 2000). Kematian larva uji disebabkan terjadi kerusakan pada sel epithelium usus tengah, meningkatnya permeabilitas membrane sel, yang pada akhirnya penurunan pH usus tengah, terjadinya paralisis usus dan paralisis total yang disertai kematian larva. Hal ini sesuai dengan pendapat Chandra dkk. (2018) yang menyatakan bahwa serangga yang terinfeksi oleh *B. thuringiensis*

dapat mengalami paralisis usus maupun paralisis total dan kemudiandapat terjadi 1-4 hari setelah aplikasi.

SIMPULAN

1. Diantara 24 isolat yang diuji daya bunuhnya terhadap larva *S. frugiperda* terdapat 10 isolat yang dapat dianggap potensial karena mampu menimbulkan mortalitas ≥ 50% larva uji setelah waktu pendedahan 72 jam.
2. Uji patogenesitas menunjukkan isolat yang paling unggul adalah isolat ITH dengan nilai LC₅₀ = 7,5 x 10³ spora/ml dengan waktu kematian LT₅₀ = 19,5 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Blondine, Ch P. 2013. Efikasi *Bacillus thuringiensis* isolat serotipe H.10 galur lokal terhadap jentik nyamuk *Aedes aegypti* dan *Anopheles aconitus*. Jurnal Vektora. 5(1): 28-33.

- Capinera, JL. 2017. Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Insecta; Lepidoptera; Noctuidae). IFAS Extension, University of Florida.
- Chandra, E, IS Santi, dan EN Kristalisasi. 2018. Efektivitas penggunaan *Bacillus thuringiensis* dan lamda sihalotrin pada ulat api. Jurnal Agromas. 3(1): (April 2018).
- Deole, S and N Paul. 2018. First report of fall army worm *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith), their nature of damage and biology on maize crop at Raiput. Chhattisgarh. Journal of Entomology and Zoology Studies. 6(6): 219-221.
- Gill, SS, EA Cowles, and PV Pietrantonio. 1992. The Mode of Action of *Bacillus thuringiensis*. Endotoxin. Annu. Rev. Entomol. 37: 615-636.
- Hamilton, JT, and FJ Attia. 1977. Effects of mixtures of *Bacillus thuringiensis* and pesticide on *Plutella xylostella* and the parasite *Thyracella collaris*. Journal Economic Entomology. 70: 146-148.
- Mafazah, A dan E Zulaika. 2017. Potensi *Bacillus thuringiensis* dari tanah perkebunan Batu Malang sebagai bioinsektisida terhadap larva *Spodoptera litura*. Jurnal Sains dan Seni ITS. 6(2): 2337-3520.
- Maharani, Y, VK Dewi. LT Puspasari, L Rizkie, H Hidayat, dan D Dono. 2019. Kasus serangan ulat grayak *Spodoptera frugiperda* J.E.Smith (Lepidoptera; Noctuidae) pada tanaman jagung di Kabupaten Bandung, Garut dan Sumedang, Jawa Barat. Jurnal Cropsaver. 2(1): 38-46.
- Momami, TA, and M Obeidat. 2011. Abundance and serotyping of pathogenic isolates of *Bacillus thuringiensis* isolated from Ajloun forests. Journal of Biodiversity and Ecological Science. 1: 16-21.
- Montezano, A Specht, D-S Gomez, R-V Specht R, J-S Silva *et al.*, 2018. Host Plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae) in the America. *African Entomology*. 26(2):286-300.
- Polanczyk, RA, R Fernando, P Silva, and LM Fiuza. 2000. Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* strain against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae). Brazilian Journal of Microbiology. 31: 165-167.
- Rahardianingtyas, E, dan R Wianto. 2014. Isolasi *B. thuringiensis* dari tanah dari berbagai habitat di Kabupaten dan Kota Magelang dan patogenisitas terhadap jentik nyamuk *Aedes aegypti*. Jurnal Vektora. 6(1): 13-18.
- Salaki, CL. 2009. Uji patogenisitas isolat bakteri indigenous (*Bacillus thuringiensis*) terhadap serangga hama kubis (*Crociodolomia binotalis*). Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati. 14(3): 192-197.
- Salaki, CL, J Situmorang, L Sembiring, dan NSN Handayani. 2010a. Analisis keanekaragaman isolat *Bacillus thuringiensis* yang patogenik terhadap serangga hama kubis (*Crociodolomia binotalis*) dengan pendekatan sistematika numerik. Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati. 15(3): 469-476.
- Salaki, CL. 2010b. Isolasi dan karakterisasi bakteri indigenous Indonesia (*Bacillus thuringiensis*) yang berpotensi sebagai agensia pengendalian hayati terhadap serangga hama *Crociodolomia binotalis*. Jurnal Agrivita. 31(2): 174-181.
- Salaki, CL, dan L Sembiring. 2011. Aplikasi Metode ARDRA dalam Identifikasi Isolat *Bacillus thuringiensis* endogenik sebagai agensia pengendali hayati hama kubis. Jurnal Eugenia. 17(2): 108-114.
- Shylesha, AN, SK Jalah, A Gupta, R Varshney, T Venkatesar, P Shetty, R Ojha, PC Ganiger, O Navik, K Subaharan, N Bhaktavatsalam, and CR Ballal. 2018. Studi hama baru invasif *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera:Noctuidae) dan musuh alamnya. J.Biol.Control. 32(3): 141-151.
- Subiono, T. 2020. Preferensi *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) pada beberapa sumber pakan. Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab. 2(2): 130-134.
- Tampubolon, DT, Y Pangestiningih, F Zahara, dan F Manik. 2013. Uji patogenisitas *Bacillus thuringiensis* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap mortalitas *Spodoptera litura* Fabri (Lepidoptera;Noctuidae) di laboratorium. Jurnal Agroekoteknologi. 1(3): 1-11.
- Trisyono, YA, Suputa, VEB Aryuwandari, M Hartaman, dan Jumari. 2019. Terjadinya serangan hama ulat grayak *Spodoptera frugiperda*, hama asing invasif baru pada tanaman jagung di Lampung Indonesia. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia. 23(1): 156-160.
- Ohba, M, K Ono, K Aizawa, and S Iwanami. 1981. Two new subspecies of *Bacillus thuringiensis* isolated in Japan. *B. thuringiensis* subspecies kumamotoensis (serotype 18) and *B. thuringiensis* subspecies tochiensis (serotype

- 19). *Journal of Invertebrate Pathology*. 38: 184-190.
- Wahyudin, A, Ruminta, dan SA Nursaripah. 2016. Pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.) toleran herbisida akibat pemberian berbagai dosis herbisida kalium glifosat. *Jurnal Kultivasi*. 15(2): 86-91.

Kajian Tingkat Pengetahuan Petani Desa terhadap Praktik Budidaya dan Perkembangan Teknologi Pertanian

Dina Istiqomah^{1*}, Agus Suroto¹ dan Risqa Naila Khusna Syarifah²

¹Laboratorium Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

²Laboratorium Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

*Alamat korespondensi: dinaistiqomah@unsoed.ac.id

ABSTRACT

Assessment of knowledge level of village farmers on cultivation practices and agricultural technology developments

Public attention to agriculture has increased due to the negative impact of the unwise use of synthetic chemicals, both fertilizers and pesticides. This has led to the echo of recommendations for organic cultivation by farmers from villages to cities. The background and history of village farmers greatly influence cultivation practices and the ability to absorb agricultural technology developments. This survey aimed to determine the level of knowledge of village farmers and how they respond in receiving agricultural technology developments. The research was conducted in Watukumpul District, Pemalang Regency. From five villages in the subdistrict, 60 farmers were taken as respondents. Survey parameters included educational history, commodities, cultivation systems, maintenance, ability to access technological information, technology limiting factors and their relationship with agricultural extension workers. As a result, most of the village farmers were aware of the negative impacts of unwise cultivation practices and still applying the old cultivation practices from generation to generation. The awareness to switch technology had several obstacles such as accessing difficulty, production failure experience in applying new technologies introduced by agricultural extension workers, and comfortable feeling with the usual cultivation practices.

Keywords: farmer knowledge, cultivation practices, agricultural technology

ABSTRAK

Perhatian masyarakat terhadap pertanian kian meningkat akibat dampak negatif penggunaan bahan kimia sintesis baik pupuk maupun pestisida yang tidak bijaksana. Hal ini menyebabkan rekomendasi budidaya organik yang digaungkan untuk diterapkan oleh petani dari desa hingga kota. Latar belakang dan riwayat petani desa sangat memengaruhi praktik budidaya dan kemampuan menyerap perkembangan teknologi. Survey ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pengetahuan petani desa dan bagaimana responnya dalam menerima perkembangan teknologi pertanian. Penelitian dilakukan di Kecamatan Watukumpul, Kabupaten Pemalang. Dari lima desa di Kecamatan tersebut diambil 60 petani sebagai responden. Parameter survey meliputi riwayat pendidikan, komoditas yang ditanam, sistem tanam, pemeliharaan, kemampuan mengakses informasi teknologi, faktor pembatas teknologi dan hubungannya dengan penyuluh pertanian. Hasilnya, sebagian besar petani desa mengetahui dampak negatif praktik budidaya yang tidak bijaksana dan masih menerapkan praktik budidaya lama yang dilakukan secara turun temurun. Kesadaran untuk beralih teknologi memiliki beberapa kendala seperti kesulitan mengakses, pengalaman kegagalan produksi dengan teknologi baru yang dikenalkan penyuluh pertanian, dan perasaan nyaman dengan praktik budidaya yang biasa dilakukan.

Kata kunci: pengetahuan petani, praktik budidaya, teknologi pertanian

PENDAHULUAN

Upaya meningkatkan produksi pertanian seringkali mendapat kendala yang disebabkan oleh

perilaku petani dalam bertani. Penggunaan bahan kimia baik pupuk dan pestisida sintesis telah terbukti mengurangi kualitas lahan dan produksi pertanian. Banyak upaya yang dilakukan pemerintah kepada

petani dengan merekomendasikan berbagai teknologi baru yang relevan berdasarkan tingkat permasalahan dalam mengelola lahan pertanian. Hal ini tentunya disebabkan oleh peningkatan kebutuhan pangan yang menyebabkan produktivitas pertanian harus tetap stabil dan dapat mencukupi kebutuhan pangan masyarakat. Tentunya juga agar kondisi lingkungan pertanian terjaga keseimbangan ekosistemnya. Namun demikian, terkadang transfer teknologi oleh instansi pertanian melalui kegiatan penyuluhan tidak merubah perilaku petani desa utamanya, untuk beralih ke teknologi terbaru.

Petani desa lebih memilih melakukan praktik budidaya yang telah dilakukan secara turun temurun. Perilaku tersebut didukung dengan kondisi lingkungan sosial petani perdesaan yang lebih memilih untuk melakukan hal yang sudah biasa dan lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan teknologi baru yang belum pernah dilakukan. Dalam hal ini, lingkungan sosial memengaruhi petani dalam tiga hal, yaitu untuk menerima informasi baru, membentuk petani menjadi lebih terbuka pada hal-hal baru, dan memengaruhi keputusan adopsi petani terhadap inovasi (Hariyani, 2013). Selain itu, menurut Mardikanto dan Sutarni (1982), penyuluhan pertanian yang terutama ditujukan kepada petani dimaksudkan untuk mengubah perilaku petani agar mereka memiliki dan dapat meningkatkan perilakunya mengenai sikap yang lebih progresif dan motivasi tindakan yang lebih rasional; pengetahuan yang luas dan mendalam tentang ilmu-ilmu pertanian dan ilmu-ilmu lain yang berkaitan keterampilan teknis berusaha yang lebih baik.

Kecamatan Watukumpul yang terletak di Kabupaten Pemalang dengan kondisi geografis perbukitan, merupakan daerah pertanian yang subur dan didominasi oleh lahan perkebunan dan persawahan. Dengan kondisi yang subur, tetapi petani sering mengalami kegagalan panen. Melalui kegiatan penyuluhan, petani dikenalkan paket-paket teknologi budidaya yang berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk memperbaiki lahan-lahan yang telah rusak. Kondisi itu hanya dapat diatasi dengan teknik budidaya yang benar dan berwawasan lingkungan serta penggunaan bahan-bahan yang mampu merehabilitasi lahan yang telah rusak.

Namun dengan semua keunggulan dari paket teknologi terbaru, tingkat penerimaan petani terhadap teknologi tersebut masih rendah. Penerimaan teknologi sangat ditentukan oleh kemampuan modal manusia (sikap, pengetahuan dan keterampilan) sebagai proses mental dalam

pengambilan keputusan untuk menerima. Rendahnya tingkat pengetahuan dan keterampilan petani menyebabkan kemampuan dalam menyerap informasi dan menerima teknologi relatif sangat terbatas sehingga menghasilkan produk yang berkualitas rendah (Agustini dkk., 2013). Selain itu, hubungan dengan penyuluh pertanian juga menjadi tolok ukur bagaimana petani desa berinisiatif untuk menerima informasi paket teknologi (Widyastuti dkk., 2016). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian bagaimana perilaku petani untuk menambah wawasan dalam praktik budidaya dan menerima teknologi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dengan metode survey sekali waktu mulai Agustus 2020 sampai dengan Oktober 2020 di lima desa di Kecamatan Watukumpul, Kabupaten Pemalang, meliputi Desa Watukumpul, Desa Bodas, Desa Tambi, Desa Cikadu dan Desa Wisnu. Dari lima desa tersebut, ditentukan sebanyak 60 petani sebagai responden. Parameter penelitian meliputi umur, riwayat pendidikan, komoditas yang ditanam, sistem tanam, cara pemeliharaan, kemampuan mengakses informasi teknologi, faktor pembatas teknologi dan hubungannya dengan penyuluh pertanian. Data yang terkumpul kemudian dianalisis deskriptif dan diambil kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang diperoleh, karakteristik petani desa sangat dipengaruhi oleh sumberdaya yang ada pada wilayahnya. Data karakteristik petani pada beberapa parameter disajikan pada Tabel 1. Umur petani sebagian besar berada pada kategori dewasa (73 %), diikuti oleh kategori umur tua dengan distribusi persentase yang sama yaitu 21%. Umur petani di Desa Watukumpul cenderung berada dalam kategori umur dewasa dan tua. Hal ini disebabkan banyaknya generasi muda remaja yang memilih bekerja di kota dibandingkan dengan mengelola usaha tani orang tuanya.

Tingkat pendidikan petani desa cenderung rendah, yaitu pada tingkatan lulusan SD-SMP sebanyak 59%. Selanjutnya, petani yang tidak bersekolah sudah tidak ada dalam data yang dikumpulkan. Hal ini, meskipun masih dalam kategori rendah namun petani desa pernah mengenyam pendidikan, yang harapannya akan memengaruhi tingkat pengetahuan, sikap dan

keterampilan (Sarwono, 2002). Sebanyak 20% petani membuka diri untuk menerima paket teknologi dan desa yang lulus jenjang sarjana, kebanyakan melakukan inovasi.

Tabel 1. Karakteristik petani di lima desa di Kecamatan Watukumpul, Kabupaten Pemalang

| No. | Parameter | Kategori | Persentase (%) |
|------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| 1. | Umur | Muda (17-30 tahun) | 6 |
| | | Dewasa (31-55 tahun) | 73 |
| | | Tua (>55 tahun) | 21 |
| 2. | Riwayat pendidikan | Tidak tamat SD | 0 |
| | | SD-SMP | 59 |
| | | SMA | 21 |
| | | Sarjana | 20 |
| 3. | Komoditas | Padi | 24 |
| | | Perkebunan | 21 |
| | | Buah dan Sayur | 17 |
| | | Lebih dari 1 komoditas | 38 |
| 4. | Sistem Tanam | Biasa | 87 |
| | | SRI | 7 |
| | | Jejer Legowo | 6 |
| 5. | Pemeliharaan | Pemupukan | |
| | | Pupuk sintetis | 82 |
| | | Pupuk Organik | 18 |
| | | Kebiasaan Mencampur Pestisida | |
| | | Ya | 56 |
| | | Tidak | 16 |
| | | Jarang | 28 |
| | | Tahu Aturan Aplikasi Pestisida | |
| | | Ya | 30 |
| | | Tidak | 34 |
| | | Tahu Tapi mengabaikan | 36 |
| | | Jenis Pestisida yang Digunakan | |
| | | Kimia | 78 |
| Nabati | 8 | | |
| Kimia dan Nabati | 14 | | |
| 6. | Akses informasi teknologi | Penyuluhan | 37 |
| | | Digital | 17 |
| | | Antar Petani | 40 |
| | | Buku/ Majalah Pertanian | 6 |
| 7. | Mengikuti penyuluhan | Ya | 43 |
| | | Tidak Pernah | 19 |
| | | Jarang | 38 |
| 8. | Menerapkan teknologi yang dikenalkan | Ya | 18 |
| | | Tidak | 50 |
| | | Pernah | 32 |

Komoditas yang ditanam oleh petani di Kecamatan Watukumpul beraneka ragam, sebagian didominasi dengan menanam lebih dari satu komoditas dan melakukan sistem tumpangsari. Kemudian petani yang hanya menanam satu komoditas melakukan sistem monokultur. Penyuluh telah melakukan pengenalan sistem tanam antara lain SRI dan Jejer Legowo, namun demikian petani lebih memilih menggunakan sistem tanam biasa

yang telah dilakukan secara turun temurun yaitu sebanyak 87%.

Kemudian untuk pemeliharaan, dititikberatkan kepada penggunaan bahan kimia sintetis yaitu pupuk dan pestisida. Pada penelitian ini, didapatkan bahwa penggunaan pupuk sintetis masih tinggi sebanyak 82% dan yang menggunakan pupuk organik hanya sebanyak 18%. Faktor yang menyebabkan tingginya angka penggunaan pupuk sintetis yaitu kemudahan untuk mendapatkan di toko pertanian, sedangkan pupuk organik yang telah dikomersilkan susah didapatkan. Dengan demikian, sebagian besar petani yang menggunakan pupuk organik adalah hasil inovasi untuk membuat pupuk organik sendiri dari bahan sisa dapur maupun dedaunan yang berasal dari lahan pertanian mereka dengan menggunakan EM4.

Selain pupuk, penggunaan pestisida juga menjadi sorotan karena hal ini yang sering menjadi penyebab dari rusaknya lahan pertanian dan ledakan hama penyakit. Sebanyak 78% petani masih menggunakan pestisida kimia sintetis karena mudah didapatkan dan murah serta mudah pengaplikasiannya. Sebagian besar petani desa dengan angka di atas lima puluh persen, yaitu 56% masih melakukan kebiasaan untuk mencampur pestisida. Menurut mereka, ini dilakukan untuk menambah kemempunan pestisida terhadap organisme pengganggu komoditas pertanian mereka. Sangat disayangkan sebanyak 36% petani desa telah mengetahui bagaimana cara mengaplikasikan pestisida dengan membaca petunjuk pada kemasan, tetapi mengabaikan.

Paket teknologi yang didapatkan petani berasal dari berbagai sumber, namun sebagian besar berasal dari interaksi antar petani untuk berbagi pengalaman bagaimana mengelola lahan pertaniannya, diikuti di nomer kedua yaitu berasal dari penyuluhan yang pernah diikuti petani. Meskipun akses melalui digital sudah menjadi trend di kalangan masyarakat, namun sepertinya hanya masif di kalangan petani kota. Untuk petani desa, mendapatkan informasi secara digital masih sulit untuk dilakukan karena keterbatasan sinyal internet.

Di parameter terakhir, sebagian besar petani tidak menerapkan paket teknologi yang telah didapatkannya. Hal ini disebabkan karena kurang terjangkaunya bahan, kurang arahan, pengalaman gagal dengan menerapkan teknologi yang pernah

dilakukan dan merasa lebih nyaman dengan teknik budidaya yang selama ini telah dilakukan.

SIMPULAN

Karakteristik petani di Kecamatan Watukumpul dipengaruhi oleh tingkat usia, pendidikan dan sumber daya yang terdapat di wilayah tersebut. Tingkat pengetahuan petani terhadap teknologi pertanian masih rendah dan belum sepenuhnya diterima oleh masyarakat tani desa. Aspek pengetahuan dan sikap berpengaruh terhadap adopsi teknologi pertanian. Sementara itu, upaya penyuluhan yang telah dilakukan belum berpengaruh terhadap kesadaran petani untuk beralih teknologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Wanita Tani "Mawar", Desa Watukumpul yang telah membantu Penulis melakukan penelitian survey ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, DM, AR Waliulu, dan Z Abisin. 2013. Persepsi petani padi tentang inovasi Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) padi sawah dan tingkat penerapannya. *Jurnal Hayati*. 10(10): 1-10.
- Hariyani, EB. 2013. Persepsi Petani terhadap Program Gerakan Peningkatan Produksi Pangan Berbasis Korporasi (GP3K) di Desa Jati Kecamatan Jaten Kabupaten Karanganyar. [Skripsi]. Program Studi Agribisnis. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Mardikanto, T. dan Sri Sutarni. 1982. Pengantar Penyuluhan Pertanian dalam Teori dan Praktek. Hapsara. Surakarta.
- Sarwono, SW. 2002. Psikologi Sosial: Individu dan Teori-teori Psikologi Sosial. Balai Pustaka. Jakarta.
- Widyastuti, E Widiyanti, dan Sutarto. 2016. Persepsi petani terhadap pengembangan System of Rice Intensification (SRI) di Kecamatan Moga Kabupaten Pemalang. *Jurnal Agrista*. 4 (3): 476-485.

Pembelajaran Aktif dalam Teknik Penulisan dan Penyajian Ilmiah

Djoko Prijono*, Sri Hendrastuti Hidayat, Endang Sri Ratna, R. Yayi Munara Kusumah, Ali Nurmansyah dan
Fitrianiingrum Kurniawati

Institut Pertanian Bogor

*Alamat korespondensi: djokopr@apps.ipb.ac.id

ABSTRACT

Active learning in scientific writing and presentation techniques

Four competencies that have to be mastered by 21st century learners are critical and creative thinking as well as communication and collaboration skills. Active learning methods have been implemented in Scientific Presentation Techniques subject at Plant Protection Study Program, Bogor Agricultural University (IPB) since 2016 in order to nurture these skills. At the beginning of each semester, supporting learning documents were prepared which included (1) learning contracts; (2) competency maps and learning plans for lecture and practicum; (3) learning materials for one semester which were uploaded in IPB's lecture management system (LMS); (4) group presentation and practicum manuals for one semester; (5) details of group presentation and practicum assignments, including their assessment rubrics; and (6) details of assignment for skripsi research proposal presentation, including its assessment rubric. Before the Covid19 pandemic, learning activities were carried out through (1) face-to-face lectures by lecturers for three topics; (2) combined e-learning and presentations in class (blended learning) for eight topics; (3) presentations of skripsi research proposals at three lecture meetings and three practicum meetings; and (4) practicum in a computer laboratory for 11 meetings. Discussion outside the scheduled learning period was carried out through discussion forum at LMS IPB. Since the beginning of the COVID-19 pandemic, all lectures, presentations, and practicums were carried out online. The final project of this course was in the form of a skripsi research proposal.

Keywords: collaboration, critical thinking, creativity, learning assessment, assessment rubric

ABSTRAK

Empat macam kompetensi yang perlu dimiliki oleh pembelajar abad ke-21 ialah kemampuan untuk berpikir kritis dan kreatif serta kemampuan komunikasi dan kolaborasi. Metode pembelajaran aktif telah diterapkan pada mata kuliah Teknik Penyajian Ilmiah di Program Studi Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor (IPB) sejak tahun 2016 dalam rangka membantu mewujudkan kecakapan tersebut. Pada setiap awal semester disiapkan dokumen pendukung pembelajaran yang meliputi (1) kontrak pembelajaran; (2) peta kompetensi dan rencana pembelajaran semester kuliah dan praktikum; (3) materi belajar selama satu semester yang diunggah di *lecture management system* (LMS) IPB; (4) panduan presentasi kelompok dan praktikum selama satu semester; (5) rincian tugas presentasi kelompok dan praktikum, termasuk rubrik penilaiannya; dan (6) rincian tugas presentasi usulan penelitian skripsi, termasuk rubrik penilaiannya. Sebelum pandemi Covid19, pembelajaran dilaksanakan melalui (1) kuliah tatap muka oleh dosen sebanyak tiga topik; (2) gabungan *e-learning* dan presentasi di kelas (*blended learning*) sebanyak delapan topik; (3) presentasi usulan penelitian skripsi pada tiga pertemuan kuliah dan tiga pertemuan praktikum; dan (4) praktikum sebanyak 11 pertemuan. Diskusi di luar arena pembelajaran terjadwal dilakukan melalui forum diskusi di LMS IPB. Sejak awal pandemi Covid19, semua perkuliahan, presentasi, dan praktikum dilaksanakan secara daring. Tugas akhir mata kuliah ini berupa usulan penelitian skripsi.

Kata kunci: berpikir kritis, kerja sama, kreativitas, penilaian belajar, rubrik penilaian

PENDAHULUAN

Kehidupan di abad ke-21 yang makin kompleks dan persaingan dunia kerja yang makin ketat menuntut kecakapan (*skill*) yang relevan (Trilling & Fadel, 2009). World Economic Forum (WEF, 2015) telah menjabarkan enam belas kecakapan yang perlu dimiliki oleh pembelajar abad ke-21 agar memiliki daya saing yang memadai sehingga dapat mengarungi hidup dan berkarya secara bermakna. Enam belas kecakapan tersebut dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu (1) literasi dasar, yang meliputi literasi bahasa, literasi numerik, literasi ilmiah, literasi teknologi informasi dan komunikasi, literasi finansial, serta literasi budaya dan sosial; (2) kompetensi, yang meliputi berpikir kritis atau penyelesaian masalah, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi; (3) kualitas karakter, yang meliputi rasa ingin tahu, inisiatif, kegigihan, adaptibilitas, kepemimpinan, dan kesadaran sosial dan budaya.

Lebih lanjut dijelaskan di dalam WEF (2015), literasi bahasa adalah kemampuan membaca, memahami, dan menggunakan bahasa tulis; literasi numerik merupakan kemampuan menggunakan angka dan simbol lain untuk memahami dan mengekspresikan hubungan kuantitatif; literasi ilmiah merupakan kemampuan untuk menggunakan pengetahuan dan prinsip ilmiah untuk memahami lingkungan sekitar dan menguji hipotesis; literasi teknologi informasi dan komunikasi merupakan kemampuan untuk menggunakan dan membuat konten berbasis teknologi, termasuk menemukan dan berbagi informasi, menjawab pertanyaan, berinteraksi dengan orang lain, dan pemrograman komputer; literasi finansial merupakan kemampuan untuk memahami dan menerapkan aspek konseptual dan numerik keuangan dalam praktik; literasi budaya dan sosial merupakan kemampuan untuk memahami, menghargai, menganalisis, dan menerapkan pengetahuan tentang kemanusiaan.

Empat macam kompetensi yang perlu dikuasai oleh pembelajar abad ke-21 yaitu (1) berpikir kritis atau penyelesaian masalah, yang merupakan kemampuan untuk mengidentifikasi, menganalisis dan mengevaluasi situasi, ide dan informasi untuk merumuskan tanggapan dan solusi; (2) kreativitas, yang merupakan kemampuan untuk membayangkan dan menemukan cara-cara baru yang inovatif untuk menyelesaikan masalah, menjawab pertanyaan atau mengungkapkan makna melalui penerapan, sintesis, atau penggunaan kembali pengetahuan; (3) komunikasi, yang merupakan kemampuan untuk mendengarkan, memahami, menyampaikan dan mengontekstualisasikan informasi melalui sarana

verbal, nonverbal, visual, dan tertulis; dan (4) kolaborasi, yang merupakan kemampuan untuk bekerja dalam tim menuju tujuan bersama, termasuk kemampuan untuk mencegah dan mengelola konflik (WEF, 2015).

Sementara itu, rasa ingin tahu menunjukkan kemampuan dan keinginan untuk mengajukan pertanyaan serta menunjukkan keterbukaan dan keingintahuan; inisiatif menunjukkan kemampuan dan keinginan untuk secara proaktif melaksanakan tugas atau tujuan baru; kegigihan menunjukkan kemampuan untuk mempertahankan minat dan usaha serta tekun untuk menyelesaikan tugas atau mencapai tujuan; adaptibilitas merupakan kemampuan untuk menyesuaikan rencana, metode, pendapat, atau tujuan berdasarkan informasi baru; kepemimpinan merupakan kemampuan untuk mengarahkan, membimbing, dan menginspirasi orang lain secara efektif untuk mencapai tujuan bersama; serta kesadaran sosial dan budaya merupakan kemampuan untuk berinteraksi dengan orang lain dengan cara yang sesuai secara sosial, budaya, dan etika (WEF, 2015).

Untuk mewujudkan berbagai kecakapan di atas, perlu dikembangkan metode pembelajaran yang mengandung unsur pembelajaran sepanjang hayat. Selain itu, seluruh mahasiswa di kelas perlu dilibatkan secara aktif dalam proses belajar serta interaksi dosen-mahasiswa dan antarmahasiswa perlu dilakukan secara intensif. Dalam hal ini, mahasiswa belajar aktif dan dosen bertindak sebagai fasilitator. Lebih lanjut, khususnya untuk mewujudkan empat macam kompetensi tersebut di atas, capaian pembelajaran harus mencerminkan pencapaian *high-order thinking skills* menurut taksonomi Bloom (Churches, 2008).

Makalah ini memaparkan penerapan pembelajaran aktif pada mata kuliah Teknik Penyajian Ilmiah (TPI) di Program Studi Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor (IPB), yang dikaitkan dengan upaya mewujudkan kecakapan tersebut di atas. Penerapan pembelajaran aktif tersebut telah dilaksanakan sejak tahun 2016.

METODE

Penyiapan Dokumen Pendukung Pembelajaran

Pada setiap awal semester disiapkan dokumen pendukung pembelajaran. Dokumen-dokumen pendukung tersebut meliputi (1) kontrak pembelajaran; (2) peta kompetensi (Gambar 1) dan rencana pembelajaran semester kuliah (Tabel 1) dan praktikum (Tabel 2); (3) materi belajar selama satu

semester yang diunggah di *lecture management system* (LMS) IPB (Gambar 2); (4) panduan presentasi kelompok dan praktikum selama satu semester; (5) rincian tugas presentasi kelompok dan praktikum, termasuk rubrik penilaiannya; dan (6) rincian tugas presentasi usulan penelitian skripsi, termasuk rubrik penilaiannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Pembelajaran

Proses pembelajaran pada mata kuliah TPI di Program Studi Proteksi Tanaman IPB dilaksanakan sesuai peta kompetensi yang telah dirancang (Gambar 1) serta RPS kuliah (Tabel 1) dan RPS praktikum (Tabel 2) yang telah disusun. Proses pembelajaran tersebut dilaksanakan dengan skema sebagai berikut: (1) *blended learning* (gabungan *e-learning* dan tatap muka di kelas, sejak 2016) untuk delapan topik, sementara pembelajaran daring penuh dilaksanakan sejak pandemi Covid-19; (2) presentasi oleh kelompok mahasiswa sebanyak delapan kali; (3) sumber bahan presentasi berupa materi belajar di LMS IPB dan Internet; (4) presentasi usulan tugas akhir oleh mahasiswa secara individu pada tiga pertemuan kuliah dan tiga praktikum; (5) kuliah oleh dosen sebanyak tiga pertemuan; (6) praktikum sebanyak sebelas kali pertemuan dengan mengerjakan tugas secara individu di laboratorium

komputer (secara daring sejak pandemi Covid-10); (7) diskusi di luar waktu pembelajaran terjadwal dilakukan melalui forum diskusi di LMS IPB. Dalam proses pembelajaran tersebut, mahasiswa belajar aktif sedangkan dosen lebih bertindak sebagai fasilitator, materi praktikum diserasikan dengan materi kuliah, materi pembelajaran diunggah di LMS IPB, penilaian juga pada proses belajar selain hasil belajar, dan hasil akhir mata kuliah ini berupa usulan penelitian tugas akhir (skripsi) masing-masing mahasiswa.

Media pembelajaran yang digunakan meliputi (1) LMS IPB, untuk menyimpan materi kuliah, praktikum, tugas, dan soal ujian serta sarana diskusi secara tertulis tanpa gambar dan suara (forum diskusi); (2) Google Meet atau Zoom (teks, gambar, dan suara), untuk kuliah daring, presentasi daring oleh mahasiswa, pengantar praktikum daring; (3) Internet, untuk mencari bahan presentasi kelompok, dan menelusuri pustaka rujukan; dan (4) E-mail atau WhatsApp, untuk mengirimkan tugas oleh mahasiswa, membagikan soal ujian oleh dosen, mengirimkan soal jawaban ujian serta mengembalikan tugas dan jawaban ujian yang sudah diperiksa. Google Meet dan Zoom digunakan untuk kegiatan pembelajaran daring sejak pandemi Covid-19. Sebelumnya, kuliah dan presentasi dilaksanakan di kelas sementara praktikum diselenggarakan di laboratorium komputer Departemen Proteksi Tanaman IPB.

Tabel 1. Rancangan pembelajaran semester kuliah Teknik Penyajian Ilmiah di Departemen Proteksi Tanaman IPB

| Minggu ke- | Kemampuan Akhir yang Diharapkan | Materi Pembelajaran | Bentuk Pembelajaran | Kriteria Penilaian | Bobot Nilai (%) |
|------------|---|---|--|---|-----------------|
| 1 | Mahasiswa dapat menjelaskan faktor-faktor pendukung pelaksanaan tugas akhir Mahasiswa dapat menerapkan format skripsi yang berlaku di IPB dalam penulisan skripsi | Pendahuluan: kontrak perkuliahan, penjelasan <i>e-learning</i> . Faktor-faktor pendukung kelancaran pelaksanaan tugas akhir. Format skripsi | <ul style="list-style-type: none"> Akses LMS Kuliah oleh dosen Pemaparan contoh format skripsi oleh dosen Menjelaskan tugas kelompok untuk presentasi pada pertemuan minggu ke-2 | Kejelasan dan ketepatan deskripsi faktor-faktor Kesesuaian format skripsi dengan ketentuan yang berlaku dalam <i>Pedoman Penulisan Karya Ilmiah IPB</i> | 10 |

Tabel 1. Rancangan pembelajaran semester kuliah Teknik Penyajian Ilmiah di Departemen Proteksi Tanaman IPB (Lanjutan)

| Minggu ke- | Kemampuan Akhir yang Diharapkan | Materi Pembelajaran | Bentuk Pembelajaran | Kriteria Penilaian | Bobot Nilai (%) |
|------------|---|---|--|--|-----------------|
| 2 | Mahasiswa dapat menerapkan kaidah bahasa Indonesia baku secara bertaat asas dalam penulisan ilmiah | Kebahasaan: perangkat dasar kebahasaan, penataan kalimat, penataan paragraph | <ul style="list-style-type: none"> • Akses LMS • Presentasi dan diskusi materi kebahasaan (tugas kelompok) • Menjelaskan tugas kelompok untuk presentasi pada pertemuan minggu ke-3 | Ketaatasasan penulisan pada kaidah bahasa Indonesia baku Keaktifan dan kualitas diskusi di kelas | 5 |
| 3 | Mahasiswa dapat menerapkan ketentuan ilmiah khusus secara bertaat asas dalam penulisan ilmiah | Ketentuan ilmiah khusus: | <ul style="list-style-type: none"> • Akses LMS • Presentasi dan diskusi materi ketentuan ilmiah khusus (tugas kelompok) • Menjelaskan tugas kelompok untuk presentasi pada pertemuan minggu ke-4 | Ketaatasasan penulisan pada ketentuan ilmiah khusus Keaktifan dan kualitas diskusi di kelas | 5 |
| 4 | Mahasiswa dapat menelusuri dan mengacu pustaka ilmiah serta menyusun daftar pustaka sesuai gaya dan format yang berlaku | <ul style="list-style-type: none"> • Penelusuran pustaka • Pengacuan pustaka • Penyusunan daftar pustaka | <ul style="list-style-type: none"> • Akses LMS • Presentasi dan diskusi materi penelusuran dan pengacuan pustaka ilmiah serta penyusunan daftar pustaka (tugas kelompok) • Menjelaskan tugas kelompok untuk presentasi pada pertemuan minggu ke-5 | Kelengkapan pustaka; kesesuaian gaya dan format penulisan daftar pustaka dengan ketentuan yang berlaku Keaktifan dan kualitas diskusi di kelas | 10 |
| 5 | Mahasiswa dapat menyiapkan tabel pendukung karya ilmiah | Penyiapan tabel pendukung karya ilmiah: pembuatan tabel, penempatan tabel dalam teks, pemaparan informasi penting dalam tabel | <ul style="list-style-type: none"> • Akses LMS • Presentasi dan diskusi tugas menelaah tabel pendukung karya ilmiah (tugas kelompok) • Menjelaskan tugas kelompok untuk presentasi pada pertemuan minggu ke-6 | Kesesuaian format tabel dengan ketentuan yang berlaku; kejelasan dan keefektifan penafsiran isi tabel. Keaktifan dan kualitas diskusi di kelas | 7,5 |
| 6 | Mahasiswa dapat menyiapkan gambar pendukung karya ilmiah | Penyiapan gambar pendukung karya ilmiah: gambar garis | <ul style="list-style-type: none"> • Akses LMS • Presentasi dan diskusi tugas menelaah gambar pendukung karya ilmiah (tugas kelompok) | Kesesuaian format gambar dengan ketentuan yang berlaku; kejelasan dan keefektifan | 7,5 |

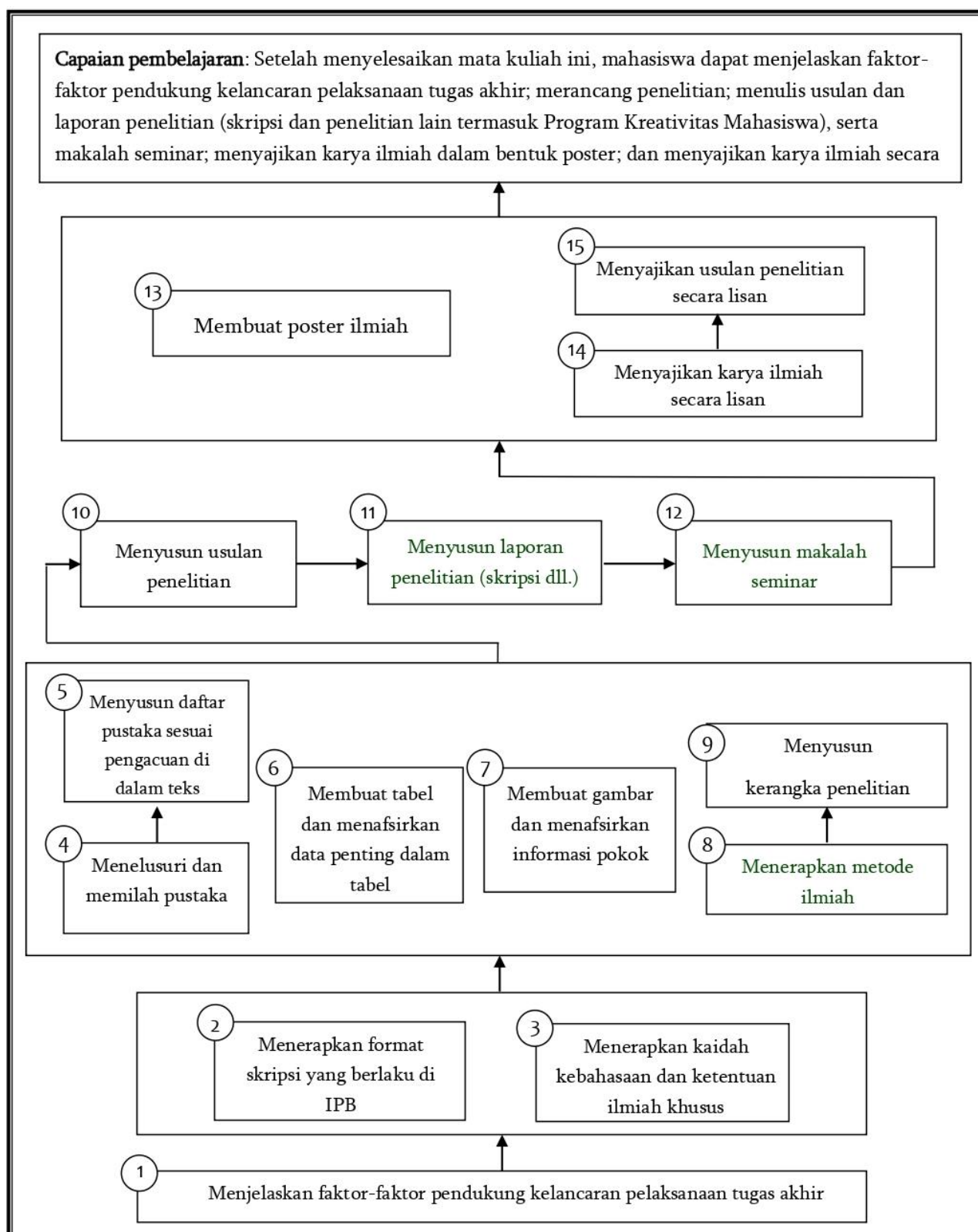
Tabel 1. Rancangan pembelajaran semester kuliah Teknik Penyajian Ilmiah di Departemen Proteksi Tanaman IPB (Lanjutan)

| Minggu ke- | Kemampuan Akhir yang Diharapkan | Materi Pembelajaran | Bentuk Pembelajaran | Kriteria Penilaian | Bobot Nilai (%) |
|----------------------------------|--|--|---|--|-----------------|
| | | dan foto, penempatan gambar dalam teks, pemaparan informasi penting dalam gambar | | penafsiran isi gambar. Keaktifan dan kualitas diskusi di kelas | |
| 7 | Mahasiswa dapat mengevaluasi penerapan metode ilmiah dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan karya ilmiah | Penelaahan penerapan metode ilmiah dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan karya ilmiah | <ul style="list-style-type: none"> • Akses LMS • Mengerjakan tugas memeriksa Bab Pendahuluan, Bahan dan Metode serta Hasil dan Pembahasan dalam skripsi minggu ke-1 dari segi penerapan metode ilmiah | Kelengkapan dan ketepatan dalam mengevaluasi beberapa bagian skripsi dalam kaitan dengan langkah-langkah metode ilmiah | 7,5 |
| 10 | Mahasiswa dapat menerapkan langkah-langkah baku dalam perencanaan penelitian | Perencanaan penelitian: pengembangan kerangka rencana penelitian, perencanaan percobaan, perekaman kegiatan penelitian | <ul style="list-style-type: none"> • Akses LMS • <i>Small group discussion</i> (SGD) untuk merumuskan permasalahan penelitian dan menyusun kerangka usulan penelitian termasuk Program Kreativitas Mahasiswa-Penelitian (PKM-P) • Penyajian hasil SGD oleh beberapa kelompok • Rangkuman oleh dosen | Kelengkapan dan kejelasan kerangka penelitian Keaktifan dan kualitas diskusi di kelas | 10 |
| 11 + sebagian minggu 12 | Mahasiswa dapat menjelaskan cara penulisan usulan dan laporan penelitian | Penulisan usulan penelitian: garis besar usulan, bagian pengantar, abstrak, pendahuluan, tinjauan pustaka, bahan dan metode, daftar pustaka, jadwal. Laporan: usulan ditambah bab hasil dan pembahasan serta simpulan dan saran. | <ul style="list-style-type: none"> • Akses LMS • Kuliah oleh dosen • Pemaparan contoh skripsi oleh dosen • Menjelaskan tugas kelompok untuk presentasi tentang makalah seminar (bagian pertemuan minggu ke-12) | Kesesuaian format, keefektifan penulisan dan kelogisan alur pikir, kejelasan gagasan, kelengkapan dan kesesuaian pustaka acuan | 15 |

Tabel 1. Rancangan pembelajaran semester kuliah Teknik Penyajian Ilmiah di Departemen Proteksi Tanaman IPB (Lanjutan)

| Minggu ke- | Kemampuan Akhir yang Diharapkan | Materi Pembelajaran | Bentuk Pembelajaran | Kriteria Penilaian | Bobot Nilai (%) |
|------------|--|---|--|--|---|
| 12 | Mahasiswa dapat menulis makalah seminar | Penulisan makalah seminar: judul, baris kepemilikan, abstrak, pendahuluan, bahan dan metode, hasil dan pembahasan, simpulan dan saran, persantunan, daftar pustaka. | <ul style="list-style-type: none"> Akses LMS Presentasi dan diskusi tugas menelaah makalah seminar yang telah diterbitkan Menjelaskan tugas kelompok untuk presentasi pada pertemuan minggu ke-13 | Kesesuaian format, keefektifan penulisan dan kelogisan alur pikir, kejelasan gagasan, kelengkapan dan kesesuaian pustaka acuan Keaktifan dan kualitas diskusi di kelas | 5 |
| 13 | Mahasiswa dapat menjelaskan a) cara pembuatan dan penyajian poster ilmiah; b) cara penyajian karya ilmiah secara lisan | a) Penyajian poster ilmiah b) Penyajian lisan karya ilmiah: teknik penyajian lisan, penyiapan salindia penyajian lisan, cara penyajian lisan | a) Poster: presentasi dan diskusi tugas menelaah poster ilmiah yang filenya dapat diakses di Internet b) Penyajian lisan: kuliah oleh dosen Menjelaskan tugas individu pada pertemuan minggu ke-14 s.d. ke-16 | a) Poster • Kesesuaian format dan kualitas desain poster, keefektifan penulisan dan kelogisan alur pikir, dan kesesuaian pustaka acuan • Keaktifan dan kualitas diskusi di kelas b) <i>Lihat</i> pertemuan minggu ke-14 – ke-16 | a) Poster: 5 b) Bagian dari nilai materi minggu ke-14 s.d. ke-16 |
| 14-16 | Mahasiswa dapat menyajikan usulan penelitian secara lisan | Penyajian usulan penelitian | Mahasiswa menyajikan usulan penelitian (tugas akhir) masing-masing sesuai jadwal yang telah ditetapkan | Kelengkapan dan kejelasan isi, kualitas bahan penyajian (<i>PowerPoint</i>), gaya presentasi, kemampuan menjawab, keaktifan sebagai pendengar | 15 |

Minggu ke-8 dan ke-9: periode ujian tengah semester. Tiga minggu terakhir (minggu ke-14, ke-15, dan ke-16) diisi dengan penyajian usulan penelitian (tugas akhir) oleh masing-masing mahasiswa.



Gambar 1. Pemetaan kompetensi mahasiswa dalam pembelajaran mata kuliah Teknik Penyajian Ilmiah di Departemen Proteksi Tanaman IPB.

Tabel 2. Rancangan pembelajaran semester praktikum Teknik Penyajian Ilmiah di Departemen Proteksi Tanaman IPB

| Minggu ke- | Kemampuan Akhir yang Diharapkan | Materi Pembelajaran | Bentuk Pembelajaran | Kriteria Penilaian | Bobot Nilai (%) |
|------------|--|--|---|--|-----------------|
| 1 | Mahasiswa dapat menerapkan format skripsi yang berlaku di IPB dalam penulisan skripsi | Penerapan format skripsi | <ul style="list-style-type: none"> Akses LMS Mengunduh file skripsi sebelum tahun 2010 di laman <i>scientific repository</i> IPB Mengerjakan tugas menyesuaikan format skripsi tersebut dengan ketentuan yang berlaku dalam Pedoman Penulisan Karya Ilmiah IPB | Kesesuaian format skripsi dengan ketentuan yang berlaku dalam Pedoman Penulisan Karya Ilmiah IPB | 7,5 |
| 2 dan 3 | Mahasiswa dapat menerapkan kaidah bahasa Indonesia baku dan ketentuan ilmiah khusus dalam penulisan karya ilmiah | Penerapan kebahasaan dan ketentuan ilmiah khusus | <ul style="list-style-type: none"> Akses LMS Mengerjakan tugas memeriksa Bab Pendahuluan, Bahan dan Metode serta Hasil dan Pembahasan dalam skripsi minggu ke-1 dari segi kaidah kebahasaan dan ketentuan ilmiah khusus. Tugas menulis esai. | Ketaatan penulisan pada kaidah kebahasaan dan ketentuan ilmiah khusus | 10 |
| 4 | Mahasiswa dapat menyusun daftar pustaka sesuai ketentuan yang berlaku | Penyusunan daftar pustaka | <ul style="list-style-type: none"> Akses LMS Sebelum praktikum, mencari 12 jenis pustaka yang berbeda dari Internet atau dalam bentuk cetak Menyusun daftar pustaka sesuai ketentuan yang berlaku | Kelengkapan pustaka; kesesuaian gaya dan format penulisan daftar pustaka dengan ketentuan yang berlaku | 10 |
| 5 | Mahasiswa dapat menyiapkan dan menafsirkan isi tabel pendukung karya ilmiah | Penyiapan dan penafsiran tabel pendukung karya ilmiah | <ul style="list-style-type: none"> Akses LMS Mengerjakan tugas membuat tabel yang memiliki 2 kolom perentang dan 10 baris data serta menafsirkan isi tabel tersebut. | Kesesuaian format tabel dengan ketentuan yang berlaku; kejelasan dan keefektifan penafsiran isi tabel. | 7,5 |
| 6 | Mahasiswa dapat menyiapkan dan menafsirkan gambar pendukung karya ilmiah | Penyiapan dan penafsiran gambar pendukung karya ilmiah | <ul style="list-style-type: none"> Akses LMS Mengerjakan tugas membuat gambar garis berisi dua grafik dan diagram balok serta menafsirkan isi gambar tersebut. | Kesesuaian format gambar dengan ketentuan yang berlaku; kejelasan dan keefektifan penafsiran isi gambar. | 7,5 |

Tabel 2. Rancangan pembelajaran semester praktikum Teknik Penyajian Ilmiah di Departemen Proteksi Tanaman IPB (Lanjutan)

| Minggu ke- | Kemampuan Akhir yang Diharapkan | Materi Pembelajaran | Bentuk Pembelajaran | Kriteria Penilaian | Bobot Nilai (%) |
|------------|--|--|--|---|-----------------|
| 7 | Mahasiswa dapat mengevaluasi penerapan metode ilmiah dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan karya ilmiah | Penelaahan penerapan metode ilmiah dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan karya ilmiah | <ul style="list-style-type: none"> Akses LMS Mengerjakan tugas memeriksa Bab Pendahuluan, Bahan dan Metode serta Hasil dan Pembahasan dalam skripsi minggu ke-1 dari segi penerapan metode ilmiah | Kelengkapan dan ketepatan dalam mengevaluasi beberapa bagian skripsi dalam kaitan dengan langkah-langkah metode ilmiah | 7,5 |
| 10 | Mahasiswa dapat menyusun kerangka usulan penelitian berdasarkan metode ilmiah | Penyusunan kerangka penelitian berdasarkan metode ilmiah | <ul style="list-style-type: none"> Akses LMS Mengerjakan tugas menyusun kerangka usulan penelitian berdasarkan metode ilmiah | Kelengkapan dan kejelasan kerangka usulan penelitian | 10 |
| 11 | Mahasiswa dapat menyusun garis besar usulan penelitian serta menulis abstrak dan pendahuluan usulan penelitian | Penyusunan garis besar usulan penelitian serta penulisan abstrak dan pendahuluan usulan penelitian | <ul style="list-style-type: none"> Akses LMS Mengerjakan tugas menyusun garis besar usulan penelitian Mengerjakan tugas menulis abstrak dan pendahuluan usulan penelitian (tugas akhir) masing-masing | Kelengkapan garis besar usulan penelitian; kesesuaian format, keefektifan penulisan dan kelogisan alur pikir, kejelasan gagasan, kelengkapan dan kesesuaian pustaka acuan | 7,5 |
| 12 | Mahasiswa dapat menulis tinjauan pustaka serta bahan dan metode usulan penelitian | Penulisan tinjauan pustaka serta bahan dan metode usulan penelitian | <ul style="list-style-type: none"> Akses LMS Mengerjakan tugas menulis tinjauan pustaka serta bahan dan metode usulan penelitian (tugas akhir) masing-masing | Kesesuaian format, keefektifan penulisan dan kelogisan alur pikir, kejelasan gagasan, kelengkapan dan kesesuaian pustaka acuan | 12,5 |
| 13 | Mahasiswa dapat membuat | Penyiapan poster ilmiah | <ul style="list-style-type: none"> Akses LMS Mengerjakan tugas membuat file poster ilmiah | Kesesuaian format, keefektifan | 5 |

Tabel 2. Rancangan pembelajaran semester praktikum Teknik Penyajian Ilmiah di Departemen Proteksi Tanaman IPB (Lanjutan)

| Minggu ke- | Kemampuan Akhir yang Diharapkan | Materi Pembelajaran | Bentuk Pembelajaran | Kriteria Penilaian | Bobot Nilai (%) |
|------------|---|-----------------------------|--|---|---|
| | | | | poster ilmiah | penulisan dan kelogisan alur pikir, kejelasan gagasan, kelengkapan dan kesesuaian pustaka acuan |
| 14-16 | Mahasiswa dapat menyajikan usulan penelitian secara lisan | Penyajian usulan penelitian | Mahasiswa menyajikan usulan penelitian (tugas akhir) masing-masing sesuai jadwal yang telah ditetapkan | Kelengkapan dan kejelasan isi, kualitas bahan penyajian (<i>PowerPoint</i>), gaya presentasi, kemampuan menjawab, keaktifan sebagai pendengar | 15 |

Minggu ke-8 dan ke-9: periode ujian tengah semester. Tiga minggu terakhir (minggu ke-14, ke-15, dan ke-16) diisi dengan penyajian usulan penelitian (tugas akhir) oleh masing-masing mahasiswa.

The screenshot displays the LMS interface for IPB University. At the top, there is a search bar and the user's name 'Djoko Prijono'. Below this is a navigation bar with 'My courses (9)' and 'Bookmarks'. The main content area shows the course title 'PTN398 Teknik Penyajian Ilmiah - Kuliah Senin' and a 'Course management' button. The 'Deskripsi Mata Kuliah' section describes the course content, including factors for task completion, writing skills, and scientific presentation. The 'Capaian Pembelajaran (Learning Outcome)' section lists the expected skills and knowledge of students after completing the course.

Gambar 2. Tampilan sebagian halaman depan mata kuliah Teknik Penyajian Ilmiah di LMS IPB.

Hasil belajar dievaluasi berdasarkan komponen ujian tengah semester (UTS), ujian akhir semester (UAS), praktikum, tugas membuat poster ilmiah, presentasi kelompok di kelas, penyajian usulan tugas akhir (skripsi) (Tabel 3). Berdasarkan komponen penilaian pada Tabel 3 dapat

dikemukakan bahwa nilai ketrampilan (selain UTS dan UAS, total 60%) memberikan kontribusi yang lebih besar daripada penilaian aspek kognitif (UTS dan UAS, total 40%) pada nilai akhir mata kuliah.

Tabel 3. Pembobotan komponen penilaian pada mata kuliah Teknik Penyajian Ilmiah

| Komponen | Bobot (%) |
|--|-----------|
| Ujian tengah semester | 20 |
| Ujian akhir semester | 20 |
| Praktikum (termasuk usulan penelitian) | 25 |
| Poster ilmiah (<i>softcopy</i>) | 5 |
| Presentasi kelompok di kelas | 15 |
| Penyajian lisan usulan tugas akhir | 15 |

Selain hasil belajar, penilaian juga dilakukan pada proses belajar menggunakan rubrik/kriteria penilaian yang terukur sehingga dapat menghindarkan subjektivitas. Bagian dari komponen pembelajaran yang dinilai pada tahapan pelaksanaannya mencakup presentasi kelompok di kelas, presentasi usulan tugas akhir, kerja kelompok, dan keaktifan dalam diskusi. Contoh rubrik penilaian untuk presentasi usulan tugas akhir, kerja kelompok, dan keaktifan dalam diskusi masing-masing ditunjukkan pada Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.

Tabel 4. Kriteria penilaian untuk presentasi usulan tugas akhir pada mata kuliah Teknik Penyajian Ilmiah^a

| Kriteria | Nilai 9 | Nilai 8 | Nilai 7 | Nilai 6 |
|---|--|--|--|---|
| Organisasi dan isi ^b (40%) | <ul style="list-style-type: none"> • Usulan penelitian sangat lengkap (<i>lihat</i> penjelasan) • Ide sangat jelas dan inovatif dengan alur pikir sangat jelas (<i>lihat</i> penjelasan) • Jadwal rencana pelaksanaan penelitian (jadwal palang) sangat sesuai dengan metode dan sangat logis | <ul style="list-style-type: none"> • Usulan penelitian lengkap • Ide jelas dan inovatif dengan alur pikir yang jelas • Jadwal rencana pelaksanaan penelitian sesuai dengan metode dan logis | <ul style="list-style-type: none"> • Usulan penelitian cukup lengkap • Ide cukup jelas dan cukup inovatif dengan alur pikir yang cukup jelas • Jadwal rencana pelaksanaan penelitian cukup sesuai dengan metode dan cukup logis | <ul style="list-style-type: none"> • Usulan penelitian kurang lengkap • Ide kurang jelas dan kurang inovatif serta alur pikir yang kurang jelas • Jadwal rencana pelaksanaan penelitian kurang sesuai dengan metode dan kurang logis |
| Bahan presentasi ^c (Power-Point) (20%) | Memenuhi kriteria kesederhanaan, keterbacaan, kesatuan, kualitas, dan kelayakan (<i>lihat</i> penjelasan) | Agak memenuhi kriteria kesederhanaan, keterbacaan, kesatuan, kualitas, dan kelayakan | Cukup memenuhi kriteria kesederhanaan, keterbacaan, kesatuan, kualitas, dan kelayakan | Kurang memenuhi kriteria kesederhanaan, keterbacaan, kesatuan, kualitas, dan kelayakan |
| Gaya presentasi (20%) | Pembicara tenang dan menggunakan intonasi yang tepat, berbicara tanpa bergantung pada catatan, berinteraksi secara intensif dengan pendengar, dan tepat waktu. | Secara umum pembicara tenang, tetapi dengan nada yang datar. Jarang melihat catatan, berinteraksi cukup intensif dengan pendengar, dan agak tepat waktu. | Pembicara cukup tenang, tetapi dengan nada yang datar dan cukup sering bergantung pada catatan, dan cukup tepat waktu. | Pembicara terlihat tidak nyaman, dan membaca berbagai catatan daripada berbicara. Pendengar sering diabaikan karena pembicara lebih banyak melihat ke papan tulis atau layar. Waktu penyajian kurang tepat waktu. |
| Kemampuan menjawab (20%) | Jawaban sangat jelas dan sangat tepat dengan argumen yang rasional. | Jawaban jelas dan tepat dengan argumen yang cukup rasional. | Jawaban cukup jelas dan cukup tepat dengan argumen yang cukup rasional | Jawaban kurang jelas dan kurang tepat dengan argumen yang kurang rasional |

^aNilai dapat berupa bilangan dengan satu angka desimal, misal 8.2.

^bOrganisasi dan isi

- Kelengkapan bagian usulan penelitian: salindia (*slide*) judul (judul tugas akhir, nama dan NIM mahasiswa, dan nama dosen pembimbing); salindia pendahuluan (latar belakang, tujuan, dan manfaat/hipotesis); salindia metode (tempat dan waktu, persiapan bahan penelitian, metode/prosedur penelitian, rancangan percobaan dan analisis data); salindia jadwal rencana pelaksanaan tugas akhir (jadwal palang).
- Alur pikir sangat jelas (terdapat hubungan yang sangat jelas antara latar belakang, tujuan, dan metode):
 - Informasi latar belakang umum sangat jelas dan ditunjang dengan pustaka yang memadai;
 - Perumusan masalah (pemilihan aspek yang diteliti) sangat tajam dan didukung dengan pustaka tentang hasil-hasil

penelitian sebelumnya yang terkait dengan aspek yang diteliti;

- Tujuan dikemukakan dengan sangat jelas dan didasarkan pada perumusan masalah;
- Metode/prosedur penelitian dikemukakan dengan sangat jelas dan sesuai dengan tujuan penelitian, termasuk rancangan percobaan dan analisis data.

^cBahan presentasi: Lima kriteria salindia yang baik: (1) kesederhanaan – tiap salindia berisi satu pokok bahasan dengan sedikit subpokok bahasan; (2) keterbacaan – jelas terlihat dan terbaca oleh setiap orang yang hadir; (3) kesatuan – selaras dan seragam dengan alat bantu visual lain serta dengan bahasa tulis dan lisan; (4) kualitas – jelas, menarik, dan menyenangkan. Jelas dan sistematis serta bebas dari kesalahan ketik dan kekeliruan kebahasaan; (5) kelayakan – layak dibuat dan disajikan dengan fasilitas dan waktu yang tersedia.

Tabel 5. Kriteria penilaian kerja kelompok untuk presentasi kelompok pada mata kuliah Teknik Penyajian Ilmiah^a

| Komponen | Nilai 9 | Nilai 8 | Nilai 7 | Nilai 6 | Nilai nol |
|-------------------------|--|---|---|--|--|
| Kontribusi pada tugas | Sangat berkontribusi dalam hasil kerja tim | Berkontribusi secara nyata dalam hasil kerja tim | Cukup berkontribusi dalam hasil kerja tim | Hadir kuliah tetapi kurang berkontribusi dalam hasil kerja tim | Tidak hadir kuliah dan tidak berkontribusi dalam hasil kerja tim |
| Inisiatif/ kepemimpinan | Secara rutin memiliki inisiatif untuk bekerja kelompok atau menunjukkan kepemimpinan yang baik | Sering bersedia menerima pembagian tanggung jawab memimpin | Bersedia menerima tanggung jawab memimpin bila diminta | Hadir kuliah tetapi jarang berlatih memimpin | Tidak hadir kuliah dan tidak pernah berlatih memimpin |
| Kerja sama | Menghargai pendapat orang lain dan berkontribusi besar dalam diskusi kelompok | Menghargai pendapat orang lain dan berkontribusi dalam diskusi kelompok | Menghargai pendapat orang lain dan cukup berkontribusi dalam diskusi kelompok | Hadir kuliah tetapi jarang berpartisipasi dalam diskusi kelompok | Tidak hadir kuliah dan tidak berpartisipasi dalam diskusi kelompok |

^aNilai dapat berupa bilangan dengan satu angka desimal, misal 8.7.

Tabel 6. Kriteria penilaian keaktifan diskusi pada saat presentasi usulan tugas akhir pada mata kuliah Teknik Penyajian Ilmiah^a

| Kriteria | Bonus 0.5 | Bonus 0.4 | Bonus 0.3 | Bonus 0 |
|------------------|---|---|--|---|
| Kualitas diskusi | Memberikan masukan yang baik terhadap kerangka pikir dan isi. | Memberikan masukan yang cukup baik terhadap kerangka pikir dan isi. | Mengajukan pertanyaan yang relevan dengan topik yang dikemukakan tanpa memberikan masukan. | Hadir tetapi tidak pernah terlibat dalam diskusi atau tidak hadir kuliah/praktikum. |

^aBonus per pertemuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Churches, A. 2008. Bloom's digital taxonomy. Available online at https://www.researchgate.net/publication/228381038_Bloom%27s_Digital_Taxonomy#fullTextFileContent. Accessed July 2020.
- Trilling, B, and C Fadel. 2009. 21st Century Skills: Learning for Life in Our Times. John Wiley & Sons. San Fransisco. 206 pp.
- [WEF] World Economic Forum. 2015. World Economic Forum Annual Meeting 2015 – The New Global Context. Cologny/Geneva. Switzerland. Available online at http://www3.weforum.org/docs/WEF_AM15_Report.pdf. Accessed November 2020.

Perlakuan Ekstrak Binahong Menghambat Pertumbuhan *Curvularia* sp. dan Menekan Kejadian dan Penyebaran Penyakit Benih Padi

Endah Yulia^{1*}, Nurul Ramadhani², Fitri Widiyanti¹ dan Wawan Kurniawan¹

¹Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

*Alamat korespondensi: endah.yulia@unpad.ac.id

ABSTRACT

Binahong extract inhibited growth of *Curvularia* sp. and suppressing the incidence and spread of rice seed disease

Dirty panicle is an important disease in rice with potential yield losses reach up to 40%. This disease is caused by various pathogenic fungi with one of the main pathogens is *Curvularia lunata*. The disease is generally controlled using synthetic fungicides but the use of natural ingredients can be an environmentally friendly alternative control method. This study aimed to test the ability of binahong leaf methanol extract in suppressing the growth of pathogens and the incidence of dirty panicle in rice seeds. The research was conducted at the Phytopathology Laboratory, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran from March to July 2020. The experiment was carried out using a completely randomized design consisting of six treatments, namely extract concentrations of 0.25%, 0.5%, 1% and 2%, and two control treatments. Tests were carried out on the suppression of colony growth and conidia germination of *Curvularia* sp. as well as suppression of seed rot and the spread of dirty panicle disease in rice seeds. The results showed that the binahong extract was able to suppress colony growth and conidia germination of *Curvularia* sp. with the highest suppression 53.67% and 53.9% respectively at a concentration of 2%. Binahong extract treatment reduced the incidence of rot disease of rice seedlings due to *Curvularia* sp. and the spread of dirty panicle disease in rice seeds with the highest suppression 52.08% and 53.71% respectively at a concentration of 1%. Phytotoxic indication in rice seeds occurred when the extract was used at the concentration of 2%.

Keywords: *Anredera cordifolia*, botanical pesticide, dirty panicle, rice

ABSTRAK

Penyakit bulir kotor merupakan penyakit penting pada padi dengan potensi kehilangan hasil mencapai 40%. Penyakit ini disebabkan oleh berbagai jamur patogen dengan salah satu patogen utamanya adalah *Curvularia lunata*. Pengendalian penyakit bulir kotor umumnya dilakukan menggunakan fungisida sintetik namun pemanfaatan bahan alami dapat menjadi alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan ekstrak metanol daun binahong dalam menekan pertumbuhan patogen dan kejadian penyakit bulir kotor padi. Penelitian dilakukan di Laboratorium Fitopatologi, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran dari bulan Maret sampai Juli 2020. Percobaan dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap terdiri atas enam perlakuan yaitu ekstrak konsentrasi 0,25%, 0,5%, 1% dan 2%, serta perlakuan kontrol dan fungisida pembanding. Pengujian dilakukan terhadap penekanan pertumbuhan koloni dan perkecambahan konidia *Curvularia* sp. serta penekanan penyakit busuk bibit dan penyebaran penyakit bulir kotor pada benih padi. Hasil percobaan menunjukkan bahwa ekstrak binahong mampu menekan pertumbuhan koloni dan perkecambahan konidia *Curvularia* sp. dengan penekanan tertinggi masing-masing sebesar 53,67% dan 53,9% pada konsentrasi 2%. Perlakuan ekstrak binahong dapat menekan kejadian penyakit busuk kecambah bibit padi akibat *Curvularia* sp. serta mampu menekan penyebaran penyakit bulir kotor pada benih padi dengan penekanan tertinggi

masing-masing sebesar 52,08% dan 53,71% pada konsentrasi 1%. Indikasi fitotoksik pada benih padi terjadi pada penggunaan ekstrak konsentrasi 2%.

Kata kunci: *Anredera cordifolia*, pestisida nabati, *dirty panicle*, padi

PENDAHULUAN

Salah satu penyakit penting pada tanaman padi adalah bulir kotor (*dirty panicle*). Secara umum penyakit ini tersebar luas di negara-negara penanam padi (Lee *et al.*, 1986). Meskipun belum ada laporan komprehensif, penyakit ini banyak ditemukan di lapangan di Indonesia (Yulia dkk., 2018). Sementara itu, penyakit bulir kotor dilaporkan menyebabkan kerugian besar di Thailand yang dapat menyebabkan padi tidak dapat dikonsumsi (Prathuangwong, 2013).

Penyakit bulir kotor disebabkan oleh berbagai jamur yaitu *Curvularia lunata*, *Alternaria padwickii*, *Cercospora oryzae*, *Fusarium semitectum*, *Helminthosporium oryzae* dan *Sarocladium oryzae* (Kamaluddeen & Abhilasha, 2013; Prathuangwong, 2013). Di antara spesies jamur tersebut, *C. lunata* merupakan patogen penyebab penyakit bulir kotor yang sering ditemukan (Boonreung & Boonlertnirun, 2013; Sawatsuk *et al.*, 2016). Jamur Penyakit bulir kotor menginfeksi sebelum dan sesudah panen sehingga dapat menurunkan hasil panen padi dan juga mengurangi kualitas benih untuk berkecambah (Boonreung & Boonlertnirun, 2013; Thavong, 2002). Jamur *Curvularia specifera* yang diisolasi dari tanaman padi dilaporkan dapat mengakibatkan busuk pada kecambah padi dan mengakibatkan lebih dari 60% benih padi tidak berkecambah (Bawa *et al.*, 2018).

Menurut Balgude & Gaikwad (2016) penyakit bulir kotor mengakibatkan kerugian yang tinggi di daerah Maharashtra, India dengan kehilangan hasil produksi mencapai 20%-40%. Jika sebagian besar patogen penyebab bulir kotor muncul secara bersamaan, total kerusakan dapat terjadi sangat besar bahkan pengendalian menggunakan fungisida tidak akan efektif untuk menurunkan penyakit sampai ke tingkat normal. Beberapa dari jamur patogen bulir kotor merupakan penyebab penyakit pada daun atau pelepah daun padi yang umumnya terbawa benih dan tetap aktif selama penyimpanan hingga sampai ditanam (Prathuangwong, 2013).

Salah satu upaya untuk mengendalikan jamur terbawa benih adalah dengan memberikan perlakuan pada benih. Perlakuan benih bertujuan agar benih terjaga kesehatannya sebelum dan saat ditanam dan diharapkan benih dapat tumbuh dan berkembang menjadi tanaman yang sehat (Mahmud dkk., 2010).

Petani padi di Indonesia saat ini masih memilih memakai benih padi dari pertanaman sebelumnya yang tidak bersertifikat, maka dari itu perlu adanya perlakuan benih sebelum ditanam. Penularan penyakit bulir kotor dapat dilindungi, salah satu cara melindungi benih adalah melalui perlakuan benih (*seed treatment*). Perlakuan benih ini pada dasarnya merupakan cara yang mudah dilakukan petani untuk menjaga kualitas mutu benih (Palupi dkk., 2013).

Binahong (*Anredera cordifolia*) merupakan salah satu tanaman yang banyak dimanfaatkan di bidang kesehatan manusia. Dilaporkan bahwa binahong dapat digunakan sebagai bahan obat untuk mengobati berbagai macam penyakit, diantaranya untuk pengobatan luka bakar, penyakit tifus, radang usus, sariawan, keputihan, pembengkakan hati, pembengkakan jantung, meningkatkan vitalitas dan daya tahan tubuh (Manoi, 2009). Bagian tanaman yang biasa digunakan yaitu bagian akar, batang, daun, bunga, dan umbi yang terletak pada ketiak daun.

Bahan-bahan senyawa yang terkandung di dalam tanaman Binahong tersebut dilaporkan merupakan senyawa bioaktif yang diantaranya bersifat antioksidan dan antijamur (Ekaviantiwi dkk., 2013). Pada penelitian sebelumnya, ekstrak air dan ekstrak metanol daun binahong dapat menghambat perkecambahan konidia, serta menekan kejadian dan perkembangan penyakit pada benih akibat jamur *Colletotrichum* spp., *Fusarium oxysporum*, dan *Rhizoctonia solani* pada cabai, tomat, dan padi (Widiantini dkk., 2016; Yulia dkk., 2016; Yulia & Widiantini, 2018). Tujuan penelitian ini adalah menguji ekstrak daun binahong dalam menghambat pertumbuhan jamur *Curvularia* sp. isolat bulir kotor padi, menekan kejadian penyakit busuk kecambah benih padi, serta menekan perkembangan penyakit bulir kotor pada benih padi.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di Laboratorium Fitopatologi, Departemen Hama Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada Oktober 2019 – Maret 2020. Percobaan dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan percobaan untuk uji pertumbuhan koloni dan

perkecambahan konidia terdiri dari enam perlakuan yaitu empat perlakuan ekstrak metanol daun binahong (2%, 1%, 0,5%, dan 0,25%), kontrol, dan fungisida propineb 0,1% dengan empat ulangan. Pada uji penekanan kejadian penyakit dan penyebaran penyakit digunakan empat perlakuan yang terdiri dari dua perlakuan ekstrak metanol daun binahong konsentrasi terbaik uji sebelumnya (2% dan 1%), kontrol, dan fungisida propineb 0,1% dengan lima ulangan. Data hasil percobaan diolah dengan menggunakan Program SPSS Versi 25. Analisis data dilakukan dengan ANOVA dan Uji Lanjut Duncan pada taraf nyata 5%.

Penyiapan Sampel Bulir Padi Bergejala

Sampel benih padi yang terinfeksi bulir kotor dikumpulkan dari lapangan untuk dilakukan isolasi patogen. Sampel didapatkan dari lahan sawah milik petani di daerah Kabupaten Sumedang dengan varietas IR64 dan Kabupaten Cianjur dengan varietas Cianjur. Benih padi sehat yang digunakan varietas IR64 didapatkan dari toko pertanian.

Isolasi Jamur Penyebab Bulir Kotor pada Benih Padi

Isolasi jamur patogen bulir kotor dilakukan seperti cara yang diuraikan oleh Boonreung dan Boonlertnirum (2013). Benih padi bergejala bulir kotor didesinfeksi permukaan dengan klorox selama 30 detik kemudian alkohol 70% selama 30 detik, dibilas dengan aquadest steril 3x, dan kemudian dikeringanginkan. Setelah dikeringanginkan, benih tersebut diletakkan pada media PDA dan diinkubasi pada suhu ruangan ($\pm 25^{\circ}\text{C}$). Setelah 7 hari inkubasi, bagian ujung miselium yang tumbuh diambil dan ditempatkan pada media PDA yang baru dan diinkubasi pada suhu ruangan untuk mendapatkan kultur murni jamur.

Identifikasi dilakukan secara mikroskopis dengan bantuan buku "*Illustrated Genera of Imperfect Fungi*" karangan Barnett & Hunter (1998). Pengamatan dilakukan dengan melihat morfologi koloni isolat berumur tujuh hari dengan melihat warna dan bentuk isolat. Sementara itu, secara mikroskopis pengamatan dilakukan dengan mengambil sedikit isolat dan diletakkan pada *object glass* yang ditambah sedikit aquades, kemudian ditutup dengan *cover glass* dan diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran 200x dan 400x. Identifikasi dilakukan dengan melihat struktur atau susunan hifa dan morfologi konidia jamur. Jamur yang digunakan dalam pengujian adalah *Curvularia*

sp. yang merupakan jamur yang dominan ditemukan saat isolasi dari benih.

Ekstraksi Daun Binahong

Daun binahong dicuci bersih dan diturunkan kadar airnya di dalam oven selama ± 12 jam pada suhu 40°C . Daun kering dihaluskan menjadi serbuk, selanjutnya dimaserasi menggunakan pelarut metanol 1:5 (b/v). Larutan hasil maserasi tersebut didiamkan selama 2 hari, disaring, dan diuapkan dengan *rotary evaporator* pada suhu $55-60^{\circ}\text{C}$, serta dihampakan pada tekanan $580-600$ mmHg (Dono dkk., 2008). Ekstrak metanol daun binahong disimpan dalam botol di lemari pendingin pada suhu 5°C sampai digunakan.

Pengujian Penghambatan Pertumbuhan Koloni Jamur *Curvularia* sp.

Metode yang dilakukan adalah *poison food* teknik ini dilakukan dengan cara mencampurkan media PDA steril hangat dengan ekstrak metanol daun binahong masing-masing konsentrasi yaitu 2%, 1%, 0,5%, dan 0,25% (g/ml) yang diaduk hingga tercampur. Kemudian campuran tersebut dituangkan ke dalam cawan Petri. Setelah media PDA memadat, satu plug agar biakan jamur (± 5 mm) diambil dan diletakkan di bagian tengah cawan Petri. Cawan Petri kemudian ditutup rapat menggunakan *cling wrap*. Kegiatan dilakukan secara aseptik di dalam LAF. Cawan Petri diinkubasikan pada suhu ruangan lalu diamati pertumbuhan koloni dari patogen yang diuji.

Pengamatan dilakukan setiap hari hingga salah satu perlakuan mencapai diameter maksimal (pertumbuhan jamur memenuhi permukaan cawan Petri). Pengukuran diameter koloni jamur dilakukan dengan menggunakan penggaris. Konsentrasi yang memiliki persentase penghambatan terbaik akan diuji lanjut pada pengujian penekanan kejadian penyakit busuk bibit dan penekanan kejadian penyakit bulir kotor pada benih padi.

Pengujian Penghambatan Perkecambahan Konidia

Pengujian dilakukan dengan cara mengambil 5 plug biakan jamur yang dibiakkan pada PDA. Selanjutnya dimasukkan ke dalam *Beaker glass* dan dicampurkan dengan *stirrer* hingga tercampur. Suspensi konidia diambil 0,5 ml menggunakan pipet. Kemudian suspensi dicampurkan dengan ekstrak binahong dengan konsentrasi masing-masing 2%, 1%, 0,5%, dan 0,25% sebanyak 0,1 ml. Suspensi konidia dihitung kerapatan awalnya menggunakan hemasitometer. Suspensi konidia yang sudah dicampur dengan ekstrak binahong disimpan pada

wadah plastik yang kemudian diinkubasikan selama 24 jam.

Pengamatan dilakukan 24 jam setelah inkubasi menggunakan mikroskop pada perbesaran 400x. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah konidia jamur yang berkecambah. Konidia dikatakan berkecambah apabila telah membentuk tabung kecambah yang memiliki panjang minimal setengah dari panjang konidia (Steinkellner *et al.*, 2005). Persentase penghambatan perkecambahan konidia dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{\sum \text{Kontrol} - \sum \text{Perlakuan}}{\sum \text{Kontrol}} \times 100\%$$

K = persentase penghambatan perkecambahan konidia

\sum Kontrol = jumlah spora yang berkecambah pada kontrol

\sum Perlakuan = jumlah spora yang berkecambah pada setiap perlakuan

Pengujian Penekanan Kejadian Penyakit Busuk Bibit

Pengujian dilakukan menurut Yulia dan Widiyanti (2018) serta Islam dan Borthakur (2012). Benih padi sehat direndam air selama 2 hari sebelum digunakan untuk pengujian. Selanjutnya benih padi tersebut direndam dalam ekstrak daun binahong pada konsentrasi uji (konsentrasi yang memiliki persentase penghambatan tertinggi pada pengujian penghambatan pertumbuhan koloni dan perkecambahan konidia jamur) selama 30 menit. Benih padi kemudian dikeringanginkan. Benih kemudian diinokulasi dengan cara menyimpan benih di atas biakan murni jamur *Curvularia* sp. yang sudah berumur 10 hari selama 3 hari. Perlakuan pada kontrol yaitu benih padi sehat diletakkan di atas media PDA yang permukaannya dilapisi kertas saring steril. Benih padi yang berkecambah kemudian dipindahkan ke dalam cawan Petri yang sudah dilapisi kertas saring steril lembap (25 benih setiap ulangan) dan diinkubasi sampai gejala penyakit dapat diamati (7 hari). Pengamatan dilakukan terhadap daya kecambah benih, persentase benih atau bibit terinfeksi, dan karakteristik pertumbuhan bibit.

Pengujian Penyebaran Kejadian Penyakit Bulir Kotor pada Benih Padi

Benih padi sehat (varietas IR64) didesinfeksi dengan menggunakan larutan klorox direndam selama 30 detik kemudian direndam dengan alkohol

70% kemudian dicuci menggunakan aquades steril tiga kali (Islam & Borthakur, 2012). Metode pengujian mengikuti Setiyowati dkk. (2007) dimana proses pelapisan benih dilakukan menggunakan ekstrak daun binahong pada konsentrasi yang paling efektif pada pengujian sebelumnya. Benih padi sehat yang sudah didesinfeksi dimasukkan ke dalam larutan ekstrak sambil diaduk sampai tercampur merata selama 30 menit. Kemudian benih disaring dengan saringan teh untuk menghilangkan larutan yang tersisa. Benih yang telah diberi perlakuan kemudian dikeringkan selama ± 10 jam di bawah sinar matahari.

Inokulasi dilakukan dengan cara mencampurkan benih padi yang terinfeksi penyakit bulir kotor (varietas Cianjur) dengan benih padi sehat yang sudah diberi perlakuan dalam wadah plastik dengan perbandingan 1:2 (25 benih terinfeksi: 50 benih sehat). Untuk menjaga kelembaban, bagian dalam tutup wadah plastik dilapisi tisu lembab. Wadah perlakuan diinkubasikan selama 3 hari. Kemudian dilihat penyebaran jamur dari benih yang terinfeksi ke benih yang sehat. Pengamatan dilakukan terhadap persentase benih sehat yang kemudian menjadi terinfeksi. Benih sehat yang kemudian terinfeksi ditandai dengan adanya spora jamur yang menempel atau adanya gejala penyakit bulir kotor benih padi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

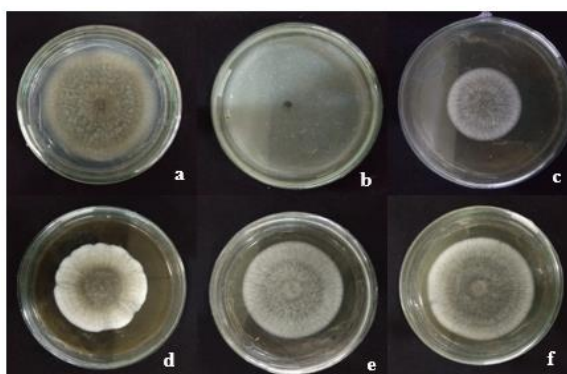
Penghambatan Pertumbuhan Koloni Jamur *Curvularia* sp.

Berdasarkan hasil uji dengan metode *poison food*, pertumbuhan diameter jamur *Curvularia* sp. yang diberi perlakuan ekstrak metanol daun binahong berbagai tingkat konsentrasi menunjukkan semua hasil yang berbeda nyata dibandingkan kontrol (Tabel 1). Selain berpengaruh terhadap penghambatan pertumbuhan koloni ekstrak metanol daun binahong juga berpengaruh terhadap karakteristik koloni dari *Curvularia* sp. (Gambar 1). Koloni *Curvularia* sp. yang diberi ekstrak metanol daun binahong pada semua konsentrasi yang diuji memiliki warna yang lebih terang (abu-abu muda), dibandingkan dengan warna koloni normal yang lebih gelap (abu-abu tua kehitaman) pada perlakuan kontrol. Pada konsentrasi 1% dimana warna koloni menjadi sangat muda dan bagian luar berwarna putih dan bentuk koloni tidak bulat sempurna seperti pada kontrol dan konsentrasi lain.

Tabel 1. Diameter koloni jamur dan persentase penghambatan pertumbuhan jamur *Curvularia* sp. pada berbagai tingkat konsentrasi ekstrak metanol daun binahong

| Perlakuan | Diameter koloni jamur (cm) | Penghambatan pertumbuhan koloni jamur (%) |
|---------------|----------------------------|---|
| Kontrol | 9 a | 0 a |
| Propineb 0,1% | 0 f | 100 f |
| Ekstrak 2% | 4,17 e | 53,67 e |
| Ekstrak 1% | 6,75 d | 25 d |
| Ekstrak 0,5% | 7,65 c | 15 c |
| Ekstrak 0,25% | 8,1 b | 10 b |

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan data tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan 5%.

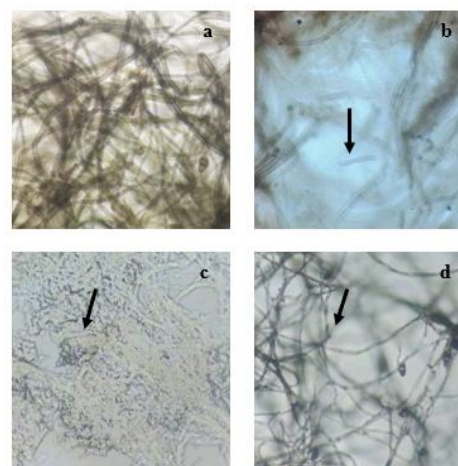


Gambar 1. Pertumbuhan koloni jamur *Curvularia* sp. 7 hari setelah inokulasi pada berbagai tingkat konsentrasi ekstrak metanol daun binahong. (a) Kontrol. (b) Fungisida. (c) Konsentrasi 2%. (d) Konsentrasi 1%. (e) Konsentrasi 0,5%. (f) Konsentrasi 0,25%.

Terpenoid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak daun binahong. Terpenoid memiliki fungsi sebagai antijamur, dimana senyawa ini dapat menghambat pertumbuhan jamur, baik melalui membran sitoplasma maupun mengganggu pertumbuhan dan perkembangan spora jamur (Lutfiyanti dkk., 2012). Selain itu, ekstrak daun binahong juga mengandung senyawa tannin. Tannin memiliki mekanisme antijamur yaitu dengan menghambat sintesis khitin yang digunakan untuk pembentukan dinding sel pada jamur dan merusak membran sel sehingga pertumbuhan jamur terhambat.

Perlakuan ekstrak metanol daun binahong juga mengakibatkan terjadinya abnormalitas hifa jamur *Curvularia* sp. (Gambar 2). Kerusakan yang terjadi yaitu hifa menjadi memendek, hancur, menumpuk, dan menyempit. Kerusakan yang terjadi pada hifa ini dapat memengaruhi patogenisitas jamur. Hifa yang rusak dapat mengganggu kemampuan penetrasi atau infeksi jamur pada sel inang ataupun bahkan dapat mengakibatkan kegagalan jamur dalam proses penetrasi maupun infeksi tersebut (Suganda dkk., 2019). Senyawa flavonoid dan tannin mampu

menyebabkan kerusakan hifa jamur hingga terjadi lisis akibat adanya perubahan permeabilitas membran sel jamur (Nurul & Aditya, 2010).



Gambar 2. Morfologi hifa secara mikroskopis hasil uji pengaruh ekstrak metanol daun binahong terhadap jamur *Curvularia* sp. (a) hifa normal pada perlakuan kontrol. (b) hifa yang memendek. (c) hifa yang

menumpuk dan hancur. (d) hifa yang menyempit (Pembesaran 400x)

Penghambatan Perkecambahan Konidia Jamur *Curvularia* sp.

Ekstrak metanol daun binahong mampu menghambat perkecambahan konidia jamur *Curvularia* sp. pada berbagai konsentrasi dengan kerapatan awal $1,25 \times 10^4$ konidia/ml (Tabel 2;

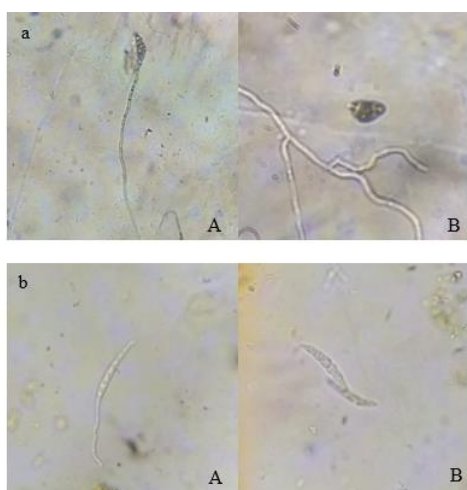
Gambar 3). Pada perlakuan ekstrak daun binahong 2% dan 1% memiliki nilai penghambatan perkecambahan konidia jamur *Curvularia* sp. tertinggi dan keduanya berbeda nyata dibandingkan kontrol.

Tabel 2. Persentase perkecambahan dan penghambatan perkecambahan konidia *Curvularia* sp. pada perlakuan ekstrak metanol daun binahong

| Perlakuan | Perkecambahan konidia (%) | Penghambatan perkecambahan konidia (%) |
|---------------|---------------------------|--|
| Kontrol | 36,43 e | 0 e |
| Propineb 0,1% | 0 a | 100 a |
| Ekstrak 2% | 16,43 b | 54,9 b |
| Ekstrak 1% | 22,14 bc | 39,21 bc |
| Ekstrak 0,5% | 25,71 cd | 29,41 cd |
| Ekstrak 0,25% | 32,14 de | 11,76 de |

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan data tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan 5%.

Penurunan perkecambahan konidia pada jamur yang diberi ekstrak metanol daun binahong menunjukkan adanya gangguan pada metabolisme jamur. Terganggunya metabolisme jamur dapat disebabkan oleh kandungan metabolit sekunder dari daun binahong yaitu antimikroba. Senyawa steroid yang terkandung dalam ekstrak daun binahong dapat berfungsi sebagai antijamur karena sifat lipofilik yang dimiliki oleh steroid dapat menghambat perkecambahan spora dan perbanyakan miselium pada jamur (Subhisha & Subramoniam, 2005).



Gambar 3. Perkecambahan konidia jamur pada perlakuan ekstrak metanol daun binahong. (a) Konidia jamur *Curvularia* sp. yang berkecambah pada perlakuan kontrol [A] dan tidak berkecambah pada

perlakuan ekstrak [B]. (b) Konidia jamur *Fusarium* sp. yang berkecambah pada perlakuan kontrol [A] dan tidak berkecambah pada perlakuan ekstrak.

Konidia jamur yang berkecambah menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun binahong mengandung senyawa yang dapat mendukung perkecambahan konidia. Terdapat beberapa perbedaan morfologi konidia yang berkecambah pada perlakuan ekstrak metanol daun binahong dibandingkan dengan konidia yang berkecambah pada perlakuan kontrol. Pada penelitian yang dilakukan Widiyanti & Yulia (2016) dan Yulia & Widiyanti (2018) ekstrak daun binahong dapat menyebabkan malformasi hifa seperti hifa patogen lebih memendek, tipis dan menggumpal, ukuran menjadi lebih kecil, memanjang maupun sampai terjadinya lisis. Ekstrak metanol daun dan bunga kembang telang menyebabkan kerusakan hifa seperti penyusutan, menyempit, mengerut, dan membentuk klamidiospora (Suganda dkk., 2019).

Kejadian Penyakit Busuk Kecambah Bibit Padi Akibat *Curvularia* sp.

Perlakuan benih dengan ekstrak metanol daun binahong konsentrasi 1% dapat menghambat kejadian penyakit akibat jamur *Curvularia* sp. pada kecambah padi (Tabel 3; Gambar 4). Benih padi pada perlakuan kontrol ditumbuhi miselium jamur dan

bergejala bercak berwarna coklat atau hitam pada mesokotil dan pada daun pertama. Kecambah padi yang diberi perlakuan ekstrak daun binahong 1% dan fungisida memiliki daya kecambah yang lebih tinggi

dan cenderung memiliki ukuran kecambah yang lebih panjang dan berwarna lebih hijau daripada kontrol.

Tabel 3. Persentase penekanan kejadian penyakit busuk kecambah bibit padi, perkecambahan dan panjang benih pada perlakuan ekstrak metanol daun binahong

| Perlakuan | Benih terinfeksi (%) | Penekanan kejadian penyakit (%) | Perkecambahan benih (%) | Panjang benih (cm) |
|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Kontrol | 48 b | - | 68 b | 3,98 |
| Propineb 0,1% | 18 a | 62,50 a | 86 a | 4,63 |
| Ekstrak 2% | 55 c | Tm | 51 c | 3,00 |
| Ekstrak 1% | 23 a | 52,08 a | 87 a | 4,50 |

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan data tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan 5%. Tm = Tidak menghambat.

Kejadian benih padi terinfeksi pada perlakuan ekstrak daun binahong 2% lebih tinggi daripada pada perlakuan kontrol. Demikian juga dengan persentase perkecambahan yang lebih rendah daripada perlakuan kontrol. Pada konsentrasi 2% diduga benih padi mengalami fitotoksik karena konsentrasi ekstrak yang cukup tinggi yang digunakan. Pada perlakuan konsentrasi 2% ini benih padi banyak yang tumbuh tidak normal dan memiliki panjang kecambah yang lebih pendek dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan ekstrak 1%. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Yulia dan Widiyanti (2018) ekstrak binahong 2% menghambat panjang kecambah benih dan terjadi diskolorisasi pada kecambah benih padi. Persentase perkecambahan tertinggi pada konsentrasi 1% yaitu 87% dengan persentase penekanan 59,37%. Hasil tersebut bahkan lebih tinggi dibandingkan penggunaan fungisida.

Metode *seed treatment* dinilai sangat efektif karena dapat memperbaiki penampilan benih, meningkatkan daya simpan, mengurangi risiko tertular penyakit dari benih di sekitarnya, dan dapat digunakan sebagai pembawa zat aditif, misalnya antioksidan, anti mikroba, repellent, mikroba antagonis, zat pengatur tumbuh dan lain-lain (Ilyas, 2003). Penggunaan fungisida nabati yang bersifat antifungi cukup efektif dalam mengendalikan berbagai jenis patogen terbawa benih baik secara in vitro maupun in vivo (Rahardjo, 2011). Kemampuan ekstrak tanaman dalam menekan perkembangan penyakit disebabkan oleh senyawa metabolit yang dikandungnya. Pada tanaman, senyawa fenol berfungsi sebagai mekanisme pertahanan tanaman terhadap gangguan organisme pengganggu tanaman (Ningsih dkk., 2016).



Gambar 4. Gejala penyakit busuk kecambah bibit padi pada perlakuan benih dengan ekstrak metanol daun binahong. (a) Kecambah normal. (b) Kecambah padi dengan gejala bercak berwarna coklat pada daun pertama. (c) Kecambah padi dengan gejala bercak berwarna coklat pada mesokotil. (d) Kolonisasi miselium pada benih yang tidak berkecambah.

Penyebaran Penyakit Bulir Kotor pada Perlakuan Pelapisan Benih Padi dengan Ekstrak Metanol Daun Binahong

Keefektifan ekstrak metanol daun binahong sebagai perlakuan pelapisan benih terhadap penyebaran penyakit bulir kotor padi disajikan pada Tabel 4. Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan pelapisan benih mampu menekan infeksi

yang disebabkan oleh patogen terbawa benih penyebab penyakit bulir kotor.

Tabel 4. Persentase penularan penyakit bulir kotor benih padi pada perlakuan pelapisan benih dengan ekstrak metanol daun binahong

| Perlakuan | Benih terinfeksi (%) | Penekanan (%) |
|---------------|----------------------|---------------|
| Kontrol | 54 a | 0 a |
| Propineb 0,1% | 14,8 d | 72,22 d |
| Ekstrak 2% | 31,8 b | 42,59 b |
| Ekstrak 1% | 24,4 c | 53,71 c |

Keterangan: Angka dalam satu kolom yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan data tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan 5%.

Secara statistik semua perlakuan pelapisan benih berbeda nyata dibanding dengan kontrol. Perlakuan fungisida propineb 0,1% dan perlakuan ekstrak daun binahong 1% menghasilkan penghambatan yang paling besar terhadap infeksi patogen atau penyebaran penyakit bulir kotor dibanding ekstrak 2% dan kontrol.

Benih yang terinfeksi berubah warna menjadi lebih gelap dan terdapat bercak pada benih yang awalnya sehat (Gambar 5a, b). Benih yang memiliki gejala penyakit setelah perlakuan warnanya berubah menjadi kehitaman dan gejala penyakit menjadi lebih besar (Gambar 5c, d). Kondisi lembab yang diberikan diduga mendukung infeksi atau penyebaran penyakit dari benih bergejala ke benih yang sehat.

Penelitian yang dilakukan oleh Saylendra (2010) benih padi yang disimpan pada kondisi penyimpanan yang lembab dan cara penyimpanan benih yang sangat sederhana dapat memperburuk kondisi kesehatan benih padi. Menurut Sutopo (2002), penyimpanan benih bertujuan untuk mempertahankan viabilitas yang maksimum selama mungkin, sehingga simpanan energi yang dimiliki benih tidak menjadi bocor dan benih mempunyai cukup energi untuk tumbuh pada saat ditanam. Tumbuhnya jamur pada benih dapat mengakibatkan penurunan daya kecambah, perubahan warna, kenaikan suhu dan kelembaban di dalam benih, perubahan susunan kimia di dalam benih dan produksi dan akumulasi mikotoksin di dalam benih (Sutjiati & Saenong, 2002 dalam Budiarti dkk., 2013).



Gambar 5. Kondisi benih pada perlakuan pelapisan benih dengan ekstrak metanol daun binahong. (a, b) Benih padi sehat sebelum perlakuan yang kemudian menunjukkan gejala bulir kotor setelah perlakuan. (c, d) Benih padi terinfeksi penyakit bulir kotor sebagai sumber inokulum sebelum perlakuan dan gejala yang semakin berkembang setelah perlakuan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan, dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Ekstrak metanol daun binahong dapat menghambat pertumbuhan koloni dan perkecambahan konidia jamur (penghambatan tertinggi masing-masing 53,67% dan 54,9% pada konsentrasi 2%) *Curvularia* sp. patogen utama penyebab penyakit bulir kotor padi.
2. Perlakuan benih dengan ekstrak metanol daun binahong dapat menekan kejadian penyakit kecambah benih padi akibat infeksi *Curvularia* sp. dengan penekanan penyakit sebesar 52,08% pada konsentrasi 1% tetapi tidak menekan pada konsentrasi 2% karena diduga mengalami fitotoksik.
3. Perlakuan pelapisan benih padi dengan ekstrak metanol daun binahong dapat menekan penyebaran penyakit bulir kotor pada benih padi dengan penekanan tertinggi sebesar 53,71% pada konsentrasi 1%.

DAFTAR PUSTAKA

- Balgude, Y, and AP. Gaikwad. 2016. Evaluation on the efficacy of modern fungicides against blast and sheath rot of rice. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8(3): 83-88.
- Bawa, IGAG, DN Suprpta, IMD Swantara, IGRM Temaja, and K Khalimi. 2018. First report of *Curvularia specifera* the cause of leaf spot disease on rice in Bali. *Indonesia Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 8(10): 21-26.
- Boonreung, C, and S Boonlertnirun. 2013. Efficiency of chitosan for controlling dirty panicle disease in rice plants. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*. 8(5): 380-384.
- Budiarti, SW, H Purwaningsih, dan Suwarti. 2013. Kontaminasi fungi *Aspergillus* sp. pada biji jagung di tempat penyimpanan dengan kadar air yang berbeda. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*. Hlm. 482-487.
- Dono, D, S Hidayat, C Nasahi, dan E Anggraini. 2008. Pengaruh ekstrak biji *Barringtonia asiatica* L. (Kurz) (Lecythidaceae) terhadap mortalitas larva dan fekunditas *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae). *Jurnal Agrikultura*. 19(1): 5-14.
- Ekaviantiwi, TA, E Fachriyah, dan D Kusri. 2013. Identifikasi asam fenolat dari ekstrak etanol daun binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) dan uji aktivitas antioksidan. *Chem Info*. 1(1): 283-293.
- Islam, NF, and SK Borthakur. 2012. Screening of mycota associated with Aijung rice seed and their effects on seed germination and seedling vigour. *Plant Pathology & Quarantine*. 2(1): 75-85.
- Ilyas, S. 2003. Teknologi pelapisan benih. *Makalah Seminar Benih Pellet (Hln. 16):*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kamaluddeen, SS, and AL Abhilasha. 2013. A new blight disease of rice caused by *Curvularia lunata* from Uttar Pradesh. *International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR)*. 3(5): 13-16.
- Lee, SC, ME Alvenda, JM Bonman, and EA Heinrichs. 1986. Insects and pathogens associated with rice grain discoloration and their relationship in the Philippines. *Korean Journal of Plant Protection*. 25: 107-112.
- Lutfiyanti, R, W Maaruf, dan E Dewi. 2012. Aktivitas antijamur senyawa bioaktif ekstrak *Gelidium latifolium* terhadap *Candida albicans*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 1 (1): 26-33.
- Mahmud, Y, N Nurlenawati, dan Sugiarto. 2010. Pengaruh macam perlakuan benih terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa varietas unggul baru tanaman padi (*Oryza sativa* L.) di lahan sawah irigasi Kecamatan Tempuran Kabupaten Karawang. *Solusi*. 17(9): 53-63.
- Manoi, F. 2009. Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) sebagai obat. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*. 15(1): 3-5.
- Ningsih, DR, Zufahair, dan D Kartika. 2016. Identifikasi senyawa metabolit sekunder serta uji aktivitas ekstrak daun sirih sebagai antibakteri. *Molekul*. 11(1): 101-111.
- Nurul, R, dan R Aditya. 2010. Uji Fungistatik Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) terhadap *Candida albicans*. *Jurnal Bioscientae*. 7(2):17-24.
- Palupi, T, S Ilyas, M Machmud, dan E Widajati. 2013. Coating benih dengan agen hayati untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi. *J. Agron. Indonesia*. 41(3): 175-180.
- Prathuangwong, SE. 2013. Bioformulation *Pseudomonas fluorescens* SP007s against dirty panicle disease of rice. *African Journal of Microbiology Research*. 7(47): 5274-5283.
- Rahardjo, M. 2011. Pengaruh perlakuan benih dan aplikasi pestisida sintetik dan nabati terhadap produksi rimpang benih jahe. *Bul. Litro*. 22(2): 157-165.
- Sawatsuk, T, K Bubpha, S Korinsak, R Dhitikiattipong, and J Unartngam. 2016. Genetic diversity of *Curvularia lunata* causing rice dirty panicle based on physiological races and DNA fingerprint analysis. *The 60th Annual Meeting of the Mycological Society of Japan*.

- The Mycological Society of Japan. Kyoto. Japan.
- Saylendra, A. 2010. Identifikasi cendawan terbawa benih padi dari Kecamatan Ciruas Kabupaten Serang Banten. *Jur. Agroekotek.* 2(2): 24-27.
- Setiyowati, H, M Surahman, dan S Wiyono. 2007. Pengaruh seed coating dengan fungsida benomil dan tepung *Curcuma* terhadap patogen antraknosa terbawa benih dan viabilitas benih cabai besar (*Capsicum annuum* L.). *Bul. Agron.* 35(3): 176-182.
- Steinkellner, S, R Mamerler, and H Vierheilig. 2005. Microconidia germination of the tomato pathogen *Fusarium oxysporum* in the presence of root exudates. *Journal of Plant Interactions.* 1(1):23-30.
- Subhisha, S, and A Subramoniam. 2005. Antifungal activities of a steroid from *Pallavicinia lyellii*, a liverwort. *Indian Journal of Pharmacology.* 37(5): 304-308.
- Suganda, T, INCS Simarmata, Y Supriyadi, dan E Yulia. 2019. Uji in - vitro kemampuan ekstrak metanol bunga dan daun tanaman kembang telang (*Clitoria ternatea* L.) dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*. *Jurnal Agrikultura.* 30(3): 109-116.
- Sutopo, L. 2002. *Teknologi Benih.* Rajawali. Jakarta.
- Thavong, P. 2002. Effect of dirty panicle disease on rice seed vigor. *Agricultural Research Journal.* 20: 111-120.
- Widiantini, F, E Yulia, dan Riska. 2016. Uji keefektifan ekstrak air daun binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) terhadap patogen penyebab penyakit layu fusarium (*Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp. *lycopersici* (Sacc.) Synd. et Hans.) pada Tomat. Prosiding Seminar Nasional Perkumpulan Agroteknologi/Agroekoteknologi Indonesia "Peran Agroteknologi/Agroekoteknologi dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan dan Energi". Universitas Sebelas Maret. Surakarta 21 Juli 2016. Hlm. 503-507.
- Yulia, E, dan F Widiantini. 2018. Potensi ekstrak tanaman binahong sebagai pengendali penyakit hawar pelepah daun padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia.* 14(4): 134-144.
- Yulia, E, F Widiantini, A Purnama, dan I Nurhelawati. 2016. Keefektifan ekstrak air daun binahong terhadap patogen penyebab penyakit antraknos pada cabai. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Perkumpulan Agroteknologi/Agroekologi Indonesia "Peran Agroteknologi/Agroekoteknologi dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan dan Energi". Universitas Sebelas Maret. Surakarta 21 Juli 2016. Hlm. 499-502.
- Yulia, E, F Widiantini, dan W Kurniawan. 2018. Pengendalian penyakit tanaman padi dan sayuran dengan ekstrak binahong di Desa Pasirbiru, Kecamatan Rancakalong, Kabupaten Sumedang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat.* 2(7): 530-533.

Toksistas dan Sifat Nano Suspensi *Lantana camara* dalam Menghambat Lolos Hidup dan Perkembangan *Crocidolomia pavonana* Fabricius

Melanie^{1,*}, Wawan Hermawan^{2,4}, Hikmat Kasmara^{2,4}, Mia Miranti Rustama^{2,4}, Teguh Husodo²,
Camellia Panatarani^{3,4} dan I Made Joni^{3,4}

¹Student of Environmental Science Doctoral Programme, Faculty of Post-Graduated School,
Universitas Padjadjaran

²Departement of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Padjadjaran

³Departement of Physic, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Padjadjaran

⁴Functional Nano Powder University Center of Excellence, Universitas Padjadjaran

*Alamat korespondensi: melanie@unpad.ac.id

ABSTRACT

The toxicity and inhibiting properties of *Lantana camara* nano suspension on survival and development of *Crocidolomia pavonana* Fabricius

The *Lantana camara* leaf Ethyl Acetate Fraction (EAF) nano suspension is promising antifeedant against *Crocidolomia pavonana* Fabricius. *L. camara* EAF nano suspension prepared into water-based formula using simple emulsion method by low energy-phase inversion with ultrasonication interfere. The surfactant organic-phase ratio (SOR 9, 11, 12, and 14) of emulsion modification was performed to obtain the best composition formula of *L. camara* EAF nano suspension. Furthermore, to determine its biological activity, the effect of *L. camara* EAF nano suspension was investigated on the survival rate, development of larvae and pupation of *C. pavonana*. The bioassay test result showed that the nano suspension formula *L. camara* EAF SOR 11 obtained the finest diameter size of nano suspension that well dispersed in water solvent and wettability the cabbage leaf surface. Bioassay results showed that *L. camara* EAF nano suspension was a moderate toxicant, and significantly inhibited survival and development in SOR 11 treatment ($P < 0.05$), with the average period of development at 5.67 days. There were no pupae that survival to imago in all variations of SOR, this indicated by failure of growth and death of the pupae. Therefore, the *L. camara* EAF nano suspension is prospective for the *C. pavonana* controlling which is more efficient, effective, low in toxicant concentration that is safe for humans and environmental friendly. Also avoids the opportunity for resistance.

Keywords: survival, developmental, *Lantana camara* EAF, nano suspension, *Crocidolomia pavonana*

ABSTRAK

Nano suspensi Fraksi Etil Asetat (EAF) daun *Lantana camara* berpotensi sebagai antifidan terhadap *Crocidolomia pavonana* Fabricius. Nano suspensi EAF *L. camara* diformulasi dalam pelarut air menggunakan metode emulsi sederhana dengan metode *low energy-phase inversion* dan interferensi ultrasonikasi. Modifikasi emulsi dengan rasio surfaktan-fasa organik (SOR 9, 11, 12, dan 14) dilakukan untuk mendapatkan komposisi formula terbaik dari nano suspensi EAF *L. camara*. Selanjutnya untuk mengetahui aktivitas biologisnya, diteliti pengaruh nano suspensi EAF *L. camara* terhadap toksistas, lolos hidup, perkembangan larva dan pupa *C. pavonana*. Hasil preparasi diperoleh formula nano suspensi EAF *L. camara* SOR 11 dengan ukuran suspensi nano terkecil yang terdispersi dalam pelarut air serta dapat membasahi permukaan daun kubis dengan merata. Hasil uji hayati menunjukkan nano suspensi EAF *L. camara* merupakan toksikan moderat, yang mampu menghambat lolos hidup dan perkembangan secara nyata pada perlakuan SOR 11 ($P < 0,05$), dengan lama rata-rata perkembangan 5,67 hari. Tidak ada pupa yang bertahan hidup hingga mencapai stadium imago pada semua variasi SOR, hal ini ditunjukkan dengan gagalnya tumbuh-kembang dan kematian pupa. Dengan demikian, nano suspensi EAF *L. camara* prospektif bagi pengendalian *C. pavonana* yang efisien, efektif, rendah toksikan serta aman bagi manusia dan lingkungan, juga menghindari peluang resistensi.

Kata kunci: lolos hidup, perkembangan, *Lantana camara* EAF, nano suspensi, *Crocidolomia pavonana*

PENDAHULUAN

Permasalahan yang kerap dijumpai pada budidaya kubis adalah berkurang dan gagalnya panen yang disebabkan oleh serangan serangga hama *Crocidolomia pavonana* (Ramasamy *et al.*, 2020). Larva *C. pavonana* memakan bagian lembaran daun dan jantung kubis hingga menyebabkan gagal terbentuknya krop kubis (Frasawi dkk., 2016). Insektisida sintesis selama ini menjadi andalan petani kubis untuk mengendalikan larva *C. pavonana* (Patra *et al.*, 2020). Penyemprotan insektisida sintetis pada permukaan daun kubis diantaranya terkendala oleh lapisan lilin yang menyusun kutikula permukaan daun kubis, menjadikannya sulit terbasahi merata (Frasawi dkk., 2016; Melanie *et al.*, 2020b). Umumnya petani kubis menambahkan dosis dan frekuensi aplikasi untuk mengendalikan larva *C. pavonana*. Akibatnya, penggunaan insektisida sintetis yang berlebihan mencemari lingkungan, menghasilkan residu pada krop kubis dan juga menjadi pemicu terjadinya resistensi *C. pavonana* terhadap insektisida sintetis (Dono dkk., 2018; Patra *et al.*, 2020). Untuk itu, diperlukan alternatif pengendalian yang lebih aman dan efektif serta formulasi aplikasi yang sesuai untuk menghadapi kendala tersebut.

Biopestisida dari ekstrak metabolit tumbuhan saat ini telah dikembangkan sebagai alternatif untuk melindungi produk tanaman, yang aman dan ramah bagi lingkungan (Lengai *et al.*, 2020; Sharma *et al.*, 2020). *Lantana camara* merupakan salah satu tumbuhan yang berpotensi sebagai sumber biopestisida (Ayalew, 2020; S. Danuji & Anitasari, 2018) dan juga diketahui bersifat antifidan terhadap serangga hama, termasuk diantaranya *C. pavonana* (Melanie *et al.*, 2019). Berdasarkan studi terhadap ekstrak daun *L. camara*, dilaporkan fraksi etil asetat (EAF) merupakan fraksi aktif yang bersifat antifidan terhadap larva *C. pavonana* (Melanie *et al.*, 2020a). EAF dapat terlarut dalam etil asetat, namun tidak dapat terdispersi dengan baik dalam air. Adapun air merupakan pelarut terbaik untuk aplikasi biopestisida yang paling aman digunakan tanpa merusak tanaman (Zhang *et al.*, 2018). Teknologi terbaru yang diterapkan untuk menyelesaikan masalah ini adalah metode emulsifikasi (Kala *et al.*, 2020; Pascual-Villalobos *et al.*, 2019). Emulsifikasi dengan proses rendah energi memungkinkan EAF *L. camara* dalam pelarut non-polar dapat terdispersi

dalam air dengan menambahkan surfaktan dan rasio yang sesuai (*Surfactant and Organic-phase Ratio/SOR*) (Ostertag *et al.*, 2012; Pascual-Villalobos *et al.*, 2019). Metode ini melibatkan juga agitasi mekanis melalui proses ultrasonikasi (Mahbubul, 2019; Vino and Durairaj, 2017). Difusi molekul surfaktan dan pelarut dari fase terdispersi ke fase kontinu yang berlangsung dengan cepat memicu pembentukan droplet emulsi berisi suspensi berukuran mikro atau nano suspensi (Cheaburu-Yilmaz *et al.*, 2019).

Performa pestisida nabati diketahui lebih unggul apabila diformulasi dalam ukuran nano, ukuran partikel yang lebih kecil meningkatkan keaktifan suatu bahan, karena luas permukaan bahan aktif menjadi lebih besar (Khandelwal *et al.*, 2016). Ukuran partikel nano memiliki afinitas yang lebih kuat sehingga lebih mudah menempel pada permukaan hidrofob, menurunkan tegangan permukaan sehingga dapat membasahi permukaannya secara merata (Cheaburu-Yilmaz *et al.*, 2019; Khandelwal *et al.*, 2016). Dengan demikian, formula nano suspensi akan cocok untuk pemaparan bahan aktif di permukaan daun dengan target termakan oleh serangga hama. Sebagai contoh, dispersi peningkatan konsentrasi nikotin oleat dalam formula nano suspensi menunjukkan bioaktivitas yang lebih tinggi terhadap serangga hama (Casanova *et al.*, 2002). Crude ekstrak *L. camara* dalam formula nano partikel diketahui dapat berpengaruh sebagai oral toksikan terhadap larva *S. Litura*, meningkatkan mortalitas sebesar 3-10% (Kasmara *et al.*, 2018). Nano suspensi EAF *L. camara* yang disemprotkan pada permukaan daun kubis diketahui pula meningkatkan efek antifidan dengan kategori antifidan kuat terhadap larva *C. pavonana* (Melanie *et al.*, 2020b).

Terganggunya aktivitas makan serangga dapat berdampak terhadap mekanisme fisiologis lainnya dalam tubuh serangga hama. Studi lanjut dilakukan untuk mengetahui pengaruh nano suspensi EAF *L. camara* terhadap lolos hidup dan perkembangan larva dan pupa *C. pavonana*, disamping efek toksitasnya via pemaparan secara oral. Multiple mekanisme biologis perlu diteliti untuk menguji efektifitas performa suatu formula maupun prospeknya dalam mencegah peluang resistensi bahan aktif terhadap serangga hama target. Kedepan diharapkan, formula nanosuspensi EAF *L. camara* dapat dikembangkan untuk diaplikasikan pada budidaya kubis yang efisien

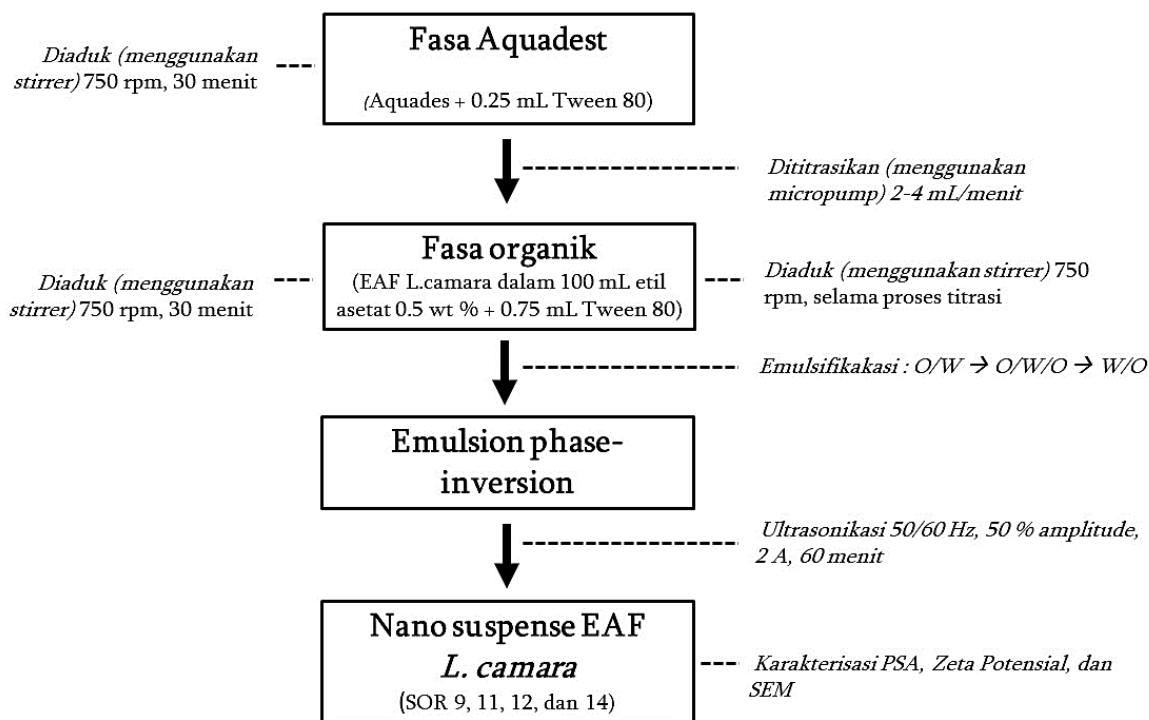
dan efektif mengendalikan *C. pavonana* serta ramah bagi lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Lantana camara diperoleh dari lahan Arboretum Universitas Padjadjaran, Jatinangor Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Ekstrak daun *L. camara* diperoleh melalui metode maserasi simplisia daun dalam pelarut etanol 95% EMSURE® (Merck) yang dilanjutkan dengan ekstraksi dan fraksinasi. Fraksinasi menggunakan metode kromatografi cair-cair bertujuan untuk mempartisi senyawa ekstrak kasar berdasarkan sifat polaritasnya dengan menggunakan *n*-hexane, etil asetat, dan aquades (BRATACHEM) sebagai pelarut partisi. Berdasarkan hasil uji pendahuluan diketahui bahwa fraksi etil

asetat merupakan fraksi aktif (Melanie *et al.*, 2020a), maka fraksi inilah yang dipilih untuk preparasi nano suspensi fraksi etil asetat (EAF) *L. camara*.

Preparasi nano suspensi mengacu pada formulasi nano suspensi terdahulu yang dilakukan Melanie *et al.*, (2020). Metode emulsifikasi ini menggunakan *phase inversion method* (Ostertag *et al.*, 2012; Vino & Durairaj, 2017) dengan dimodifikasi, serta Tween 80 (BRATACHEM) sebagai surfaktan dengan variasi Rasio Surfaktan-fase Organik (SOR) 9,11,12, dan 14. Ultrasonikasi (Fischer®-100) diaplikasi untuk stabilisasi formula, memecah aglomerasi dan mendispersikan nano suspensi kedalam sistem pelarut air. Tahapan preparasi dan karakterisasi dijelaskan melalui bagan alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir formulasi nano suspensi EAF *L. camara* (Melanie *et al.*, 2020b)

Karakterisasi formula pra dan pasca emulsifikasi EAF *L. camara* menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) dan analisis *Zeta Potential* (HORIBA® SZ-100) pada temperatur 25°C) untuk mengukur diameter rata-rata, distribusi partikel, besaran indeks polidispersitas (PI), dan nilai potensial zeta yang menggambarkan ukuran partikel, dispersitas dan kestabilan partikel dalam sistem koloid. Profil morfologi suspensi di karakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microcopy* (SEM)

Jeol (JSM IT300) dengan perbesaran 10.000 × (5.0 kV).

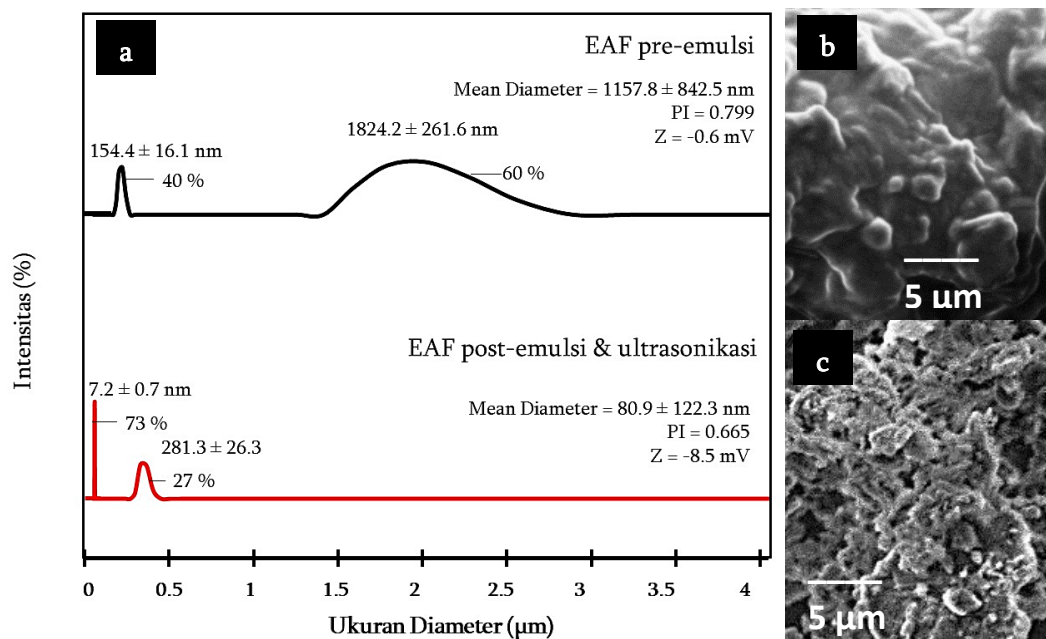
Uji bioassay dilakukan dengan menggunakan larva *Crocidolomia pavonana* instar 3 yang diperoleh dari perkebunan kubis organik Balai Penelitian Sayuran Indonesia (BALITSA) Lembang, Jawa Barat, Indonesia. Larva diaklimatisasi dan dipelihara dalam instrumen *insect rearing cabinet* (suhu 25°C, kelembaban 70%) (Hermawan *et al.*, 2017). Metode pengujian secara eksperimental uji hayati (*in vitro*) menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL) pola

faktorial dengan 3 kali ulangan. Uji lolos hidup dan perkembangan dilakukan dengan metode uji hayati perkembangan terhadap larva instar 3 *C. pavonana* hingga mencapai fase pupa. Setiap perlakuan terdiri dari 5 ekor larva. Faktor pertama perlakuan 7 taraf formula (k) yaitu, k₀: 0 (kontrol aquades); k₁: pre-emulsi; k₂: SOR 9; k₃: SOR 11; k₄: SOR 12; k₅: SOR 14. Data dianalisis menggunakan uji ANAVA dan uji lanjutan Jarak Berganda Duncan (P<0,05). Parameter lain yang diamati adalah morfologi larva dan pupa dianalisis secara deskriptif. Formula SOR terbaik yang menunjukkan lolos hidup terendah akan dipilih untuk uji toksistas untuk mengetahui LC₅₀ & LC₉₀ 24 dan 48 jam menggunakan analisis probit.

Karakterisasi Formula Nano Suspensi EAF *L. camara*

Hasil formulasi EAF *L. camara* yang didispersikan dalam media pelarut air dengan metode emulsifikasi (*low-energy phase inversion*) dengan modifikasi rasio surfaktan-fasa organik (SOR) 9,11,12 dan 14, diperoleh suspensi EAF *L. camara* yang terdispersi dalam ukuran nano (diameter partikel < 100 μm). Sebelum diemulsifikasi, ukuran rata-rata diameter partikel suspensi 1157,8 ± 842,5 nm, dengan Zeta potensial -0,6 mV. Setelah diemulsifikasi dengan agitasi ultrasonikasi, ukuran diameter partikel menjadi 80,9 ± 122,3 nm, dengan Zeta potensial -8,5 mV (Gambar 2a). Profil EAF *L. camara* dan nano suspensi EAF *L. camara* yang teramati melalui hasil foto SEM ditampilkan pada Gambar 2b dan 2c.

HASIL DAN PEMBAHASAN



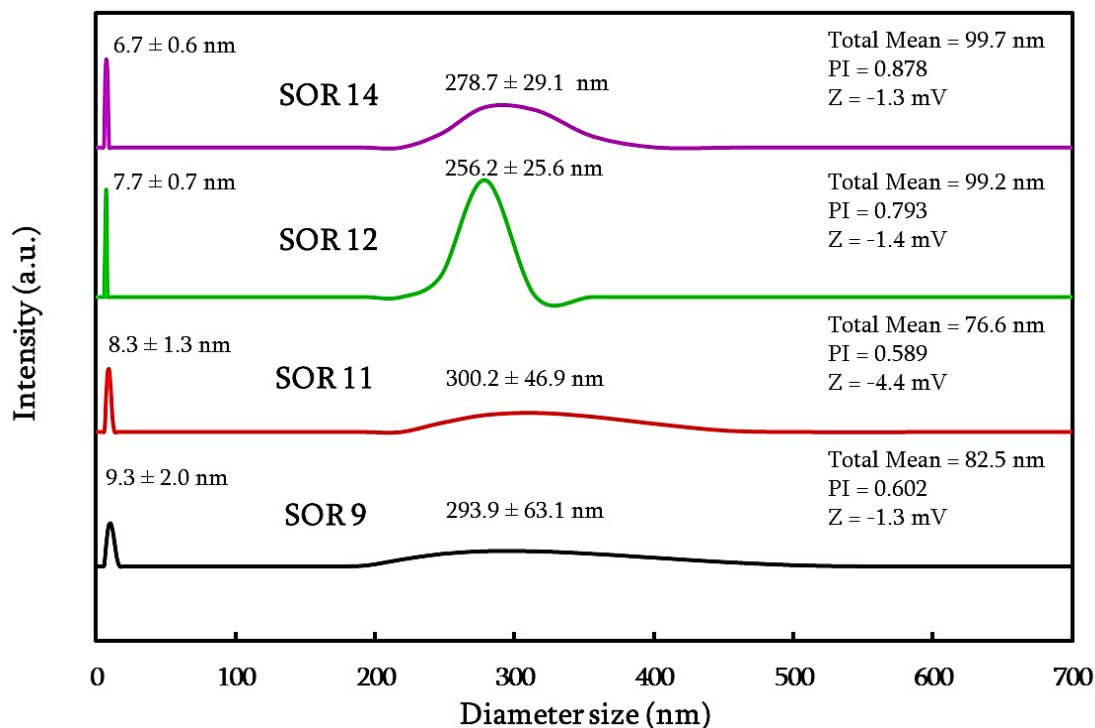
Gambar 2. Profil EAF *L. camara* dan nano suspensi EAF *L. camara*. (a) Ukuran diameter, nilai PI dan distribusi partikel serta besaran nilai zeta potensial sebelum dan sesudah emulsifikasi. (b) Profil SEM EAF *L. camara* (pra-emulsi) perbesaran 10.000×. (c) Profil SEM Nano suspensi EAF *L. camara* (post-emulsi) perbesaran 10.000×.

Berdasarkan hasil emulsifikasi EAF *L. camara* yang terdispersi dalam air dalam berbagai variasi SOR, diketahui nano suspensi dengan SOR 11 menunjukkan perbandingan komposisi surfaktan-fasa organik terbaik yang menghasilkan suspensi dengan ukuran nano terkecil (D= 76,6 nm) yang paling seragam/polidispersitas terkecil (P= 0,589) dan stabilitas dispersi terbaik (Z = -4,4 mV) dibandingkan variasi SOR lainnya (Gambar 3). Melalui mekanisme emulsifikasi yang terjadi secara spontan, distribusi

partikel homogen diseimbangkan oleh bagian surfaktan yang hidrofilik dan bagian lainnya yang mengikat molekul hidrofobik. Anionik surfaktan yang bersifat hidrofilik seperti halnya Tween 80, berperan sangat baik dalam keseimbangan hidrofil-lipofil dalam proses emulsifikasi (Pascual-Villalobos *et al.*, 2019). Pada metode emulsi dengan *low-energy method* terjadi pertukaran fase O/W menjadi fase W/O dalam sistem surfaktan-minyak-air (SOW) (Cheaburu-Yilmaz *et al.*, 2019; Ostertag *et al.*, 2012).

Proses difusi yang berlangsung cepat antara molekul surfaktan dan pelarut dari fase terdispersi ke fase kontinu memicu terbentuknya droplet emulsi berisi suspensi berukuran halus (Cheaburu-Yilmaz *et al.*, 2019; Solans & Solé, 2012). Penambahan surfaktan (tween 80) juga berperan untuk menurunkan

tegangan permukaan dengan cara mengikat ion hidrogen, sehingga gaya tolakan elektrostatis antar partikel meningkatkan meningkatkan dispersitas dan stabilitas partikel ditandai dengan kenaikan nilai potensial zeta (Kumar & Dixit, 2017).



Gambar 3. Ukuran diameter, nilai PI dan besaran nilai zeta potensial nano suspensi EAF *L. camara* pada tiap-tiap variasi SOR (9,11,12, dan 14)

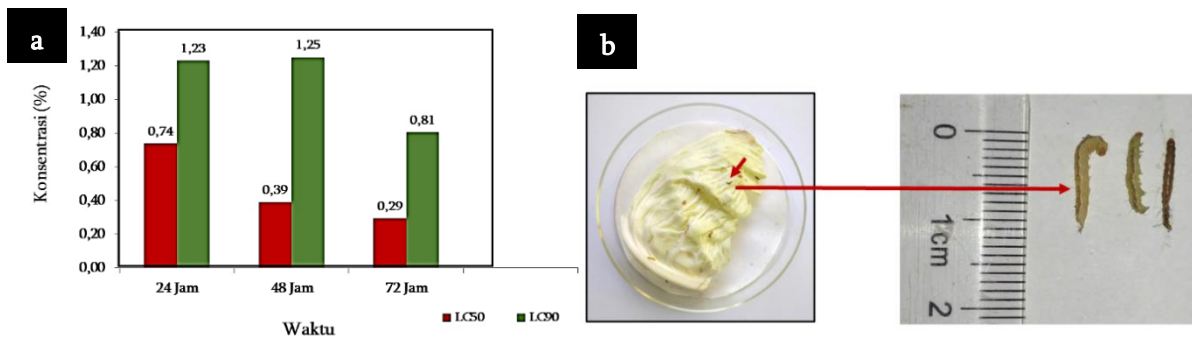
Toksistas Nano Suspensi EAF *L. camara* terhadap Larva *C. pavonana*

Pengaruh pemaparan nano suspensi EAF *L. camara* yang dapat mengakibatkan kematian terhadap larva *C. pavonana* instar 3 ditunjukkan melalui nilai toksistas (LC_{50} dan LC_{90}) pada durasi waktu pemaparan selama 24, 48 dan 72 jam. Formula nano suspensi yang diujikan adalah formula yang terbaik (SOR 11). Hasil uji toksistas nano suspensi EAF *L. camara* (SOR 11) terhadap larva *C. pavonana* ditunjukkan melalui (Gambar 4a), menunjukkan LC_{90} dan LC_{50} nano suspensi EAF *L. camara* (SOR 11) yang terendah diperoleh dari pemaparan selama 72 jam. Pemaparan 48 jam hasilnya relatif sama dengan 72 jam. Dengan demikian, karakteristik toksistas nano suspensi EAF *L. camara* (SOR 11) bukan toksistas akut, karena tidak mengakibatkan pengaruh mematikan pada waktu yang singkat. Kategori toksistasnya berdasarkan nilai LC_{50} dan LC_{90} termasuk pada kategori toksistas rendah untuk

pemaparan 24 jam, dan termasuk kategori toksistas moderat pada 48 jam dan 72 jam. Pemaparan dilakukan via oral hingga menyebabkan kematian larva *C. pavonana* instar 3 (Melanie *et al.*, 2020b) (Gambar 4b).

Berdasarkan hasil analisis kandungan fitokimia, fraksi etil asetat *L. camara* diketahui mengandung Alkaloid, Saponin, dan Steroid (Melanie *et al.*, 2020a). Saponin dan Sterol merupakan zat yang diketahui sebagai toksikan pada saluran pencernaan larva Lepidopteran (Paul and Choudhury, 2016). Interaksi antara konstituen *L. camara* seperti Saponin, Steroid, dan Alkaloid diketahui memiliki bioaktivitas yang berhubungan dengan efek antifidan maupun toksistas terhadap sejumlah serangga (Ghisalberti, 2000; Yuan and Hu, 2012). Fraksi aktif yang memiliki toksistas moderat berpotensi memiliki bioaktivitas lainnya yang bersifat sub-lethal diantaranya efek antifidan dan penghambat perkembangan (Isman, 2002). Seperti halnya nano

suspensi EAF *L. camara* pada berbagai variasi SOR yang bersifat antifidan terhadap larva *C. pavonana*, akan berpotensi pula menghambat perkembangan *C. pavonana*.



Gambar 4. Toksistas nano suspensi EAF *L. camara*. (a) LC₅₀ dan LC₉₀ dalam waktu 24, 48 dan 72 jam pemaparan nano suspensi EAF *L. camara* SOR 11. (b) Profil kematian larva *C. pavonana* instar 3 akibat pemaparan nano suspensi EAF *L. camara*.

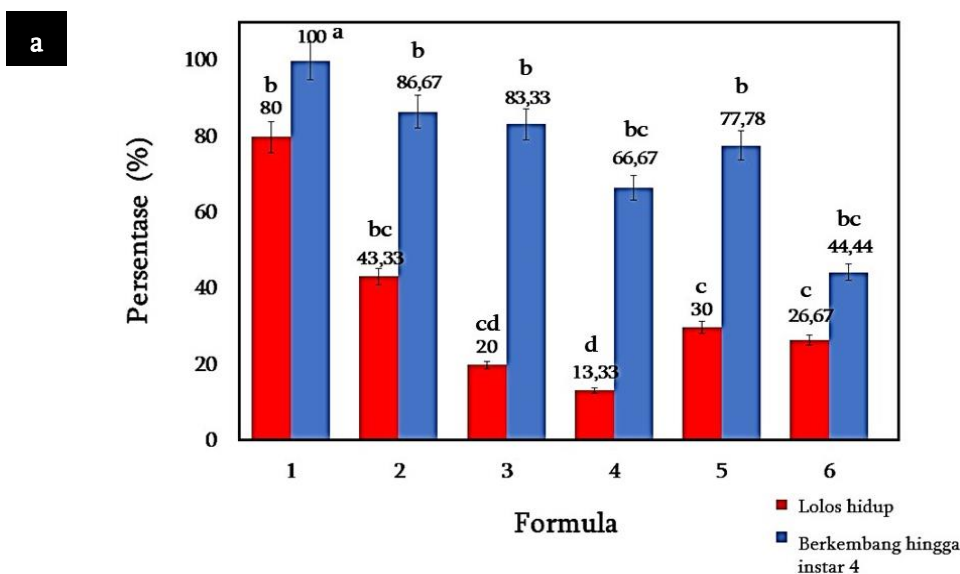
Pengaruh Nano Suspensi EAF *L. camara* terhadap Lolos Hidup dan Perkembangan Larva – Pupa *C. pavonana*

Hasil uji hayati menunjukkan nano suspensi EAF *L. camara* pada berbagai variasi SOR berpengaruh secara nyata dalam menghambat lolos hidup dan perkembangan *C. pavonana* ($P < 0,05$) dibandingkan dengan kontrol (aquades). Persentase lolos hidup *C. pavonana* terendah pada perlakuan SOR 11 (13,33%), dan persentase terendah perkembangan larva *C. pavonana* yang terhambat hingga instar 4 dijumpai pada aplikasi SOR 14 (44,44%) selama 5,67 hari. Meskipun demikian hasil analisis Duncan's test menunjukkan perlakuan SOR 14 tidak berbeda dengan SOR 11 yang menghambat perkembangan hingga 66,67% (Gambar 5a). Adapun pemberian nano suspensi EAF *L. camara* pada seluruh variasi SOR terhadap larva *C. pavonana* yang dapat lolos hingga mencapai stadium pupa, mengakibatkan pupa gagal berkembang atau mengalami kematian pupa (Gambar 5b).

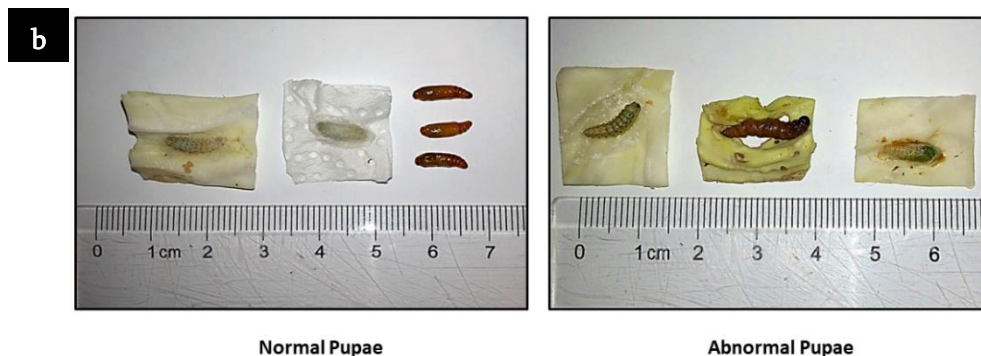
Hasil uji lolos hidup-perkembangan menunjukkan formula nano suspensi dengan variasi SOR 11, yang paling nyata berpengaruh dalam menghambat lolos hidup dan perkembangan larva *C. pavonana*, hal ini menunjukkan semakin kecil ukuran suspensi berpengaruh nyata meningkatkan efikasi terhadap serangga uji. Ukuran bahan aktif dalam ukuran nano diketahui dapat meningkatkan aktivitas dispersitasnya dalam pelarut dan menurunkan tegangan permukaan, sehingga

memungkinkan untuk membasahi permukaan daun kubis saat disemprotkan (Pascual-Villalobos *et al.*, 2019). Dengan suspensi yang tersebar merata dipermukaan daun, hal tersebut memungkinkan bahan aktif yang terdeposit di atas permukaan daun menjadi lebih optimal termakan oleh larva *C. pavonana*.

Kandungan bahan aktif fraksi *L. camara*, yang terdiri dari Alkaloid, Saponin dan Steroid diketahui memiliki efek terhadap perilaku makan dan metabolisme pencernaan larva (Isman, 2006). Hal ini dibuktikan melalui riset sebelumnya telah diketahui bahwa ekstrak daun *L. camara* memiliki efek antifidan terhadap larva *C. pavonana* (Melanie *et al.*, 2019). Aktivitas antifidan pada larva *C. pavonana* mengganggu aktivitas makan dan menyebabkan asupan nutrisi berkurang, hal ini berdampak pada terhambatnya kelangsungan tumbuh kembang larva secara normal (Susrama, 2017). Saponin dilaporkan sebagai pencegah makan melalui terganggunya fungsi pencernaan pada serangga Lepidoptera, efek saponin menurunkan asupan makanan dan daya cerna yang dibantu mikroflora dalam usus larva sehingga regulasi enzim pencernaan terganggu (Singh & Kaur, 2018). Steroid dalam bentuk fitosterol dapat dianalogikan dengan ekdisteroid, efeknya mengganggu regulasi hormon ekdison (berperan mengatur mekanisme *molting* pada pergantian instar serangga), selain itu juga menyebabkan terhambatnya perkembangan serangga (Chaubey, 2018).



Formula : 1 Aquades (kontrol) ; 2. EA ; 3. SOR 9 ; 4. SOR 11 ; 5. SOR 12 ; 6. SOR 14



Gambar 5. Pengaruh nano suspensi EAF *L. camara* terhadap lolos hidup dan perkembangan larva-pupa *C. pavonana*. (a) Persentase lolos hidup dan perkembangan larva *C. pavonana* yang terpapar nanosuspensi EAF *L. camara* pada tiap-tiap variasi SOR. (b) Profil abnormalitas dan kematian pupa *C. pavonana*.

Nano suspensi EAF *L. camara* merupakan formula yang efisien karena dapat dipreparasi dengan metode sederhana dengan media pelarut air. Disamping itu, terbukti efektif pula diaplikasikan pada permukaan daun kubis terhadap hama target larva *C. pavonana*. Hal ini ditunjukkan melalui efek toksisitas medium dan pengaruhnya menghambat lolos hidup dan perkembangan larva. Dengan demikian, nano suspensi EAF *L. camara* merupakan biopestisida yang memiliki lebih dari satu mekanisme bioaktivitas terhadap serangga hama target, ini menjadikannya prospektif sebagai solusi pengendalian *C. pavonana* di perkebunan kubis yang *cost*-efektif dan ramah lingkungan.

SIMPULAN

Formula nano suspensi EAF *L. camara* yang terdispersi dalam pelarut air sehingga dapat

membasahi permukaan daun kubis dengan merata, diperoleh melalui preparasi dengan metode emulsifikasi *low energy - phase inversion* menggunakan berbagai variasi SOR. Efektifitasnya terbukti sebagai toksikan moderat terhadap larva *C. Pavonana*. Disamping itu, dapat berpengaruh pula dalam menghambat lolos hidup dan perkembangan larva serta menyebabkan pupa gagal berkembang ke tahap imago. Hal ini merupakan prospek bagi pengendalian *C. Pavonana* yang lebih efisien, efektif, rendah konsentrasi toksikan, sehingga aman bagi manusia maupun lingkungan serta menghindari peluang resistensi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari riset disertasi: "Aplikasi Fraksi Aktif Antifidan Nanosuspensi *Lantana camara* untuk Pengendalian

Serangga Hama *Crocidolomia pavonana* pada Budidaya Kubis yang Ramah Lingkungan”, yang didanai melalui riset ALG Prof. Wawan Hermawan (2016-2017) dan PDUPT (2017-2020) bekerjasama dengan Functional Nano Powder University Center of Excellence, Universitas Padjadjaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayalew, AA. 2020. Insecticidal activity of *Lantana camara* extract oil on controlling maize grain weevils. *Toxicol. Res. Appl.* 4: 1-10.
- Casanova, H, C Ortiz, C Peláez, A Vallejo, ME Moreno, and M Acevedo. 2002. Insecticide formulations based on nicotine oleate stabilized by sodium caseinate. *J. Agric. Food Chem.* 50: 6389–6394.
- Chaubey, MK. 2018. Role of phytoecdysteroids in insect pest management: A review. *J. Agron.* 17: 1–10.
- Cheaburu-Yilmaz, CN, HY Karasulu, and O Yilmaz. 2019. Nanoscaled dispersed systems used in drug-delivery application. *In: Pp.* 437–468. *Polymeric Nanomaterials in Nanotherapeutics.* Elsevier Inc.
- Danuji, S, dan SD Anitasari. 2018. Efektivitas biopestisida daun tembelekan (*Lantana camara*) terhadap hama kutu daun *Aphis* sp. tanaman cabai. *Bioma J. Biol. dan Pembelajaran Biol.* 3: 44–53. Amsterdam.
- Dono, D, YD Pratiwi, S Ishmayana, and D Priyono. 2018. Resistance level of *Crocidolomia pavonana* against profenofos synthetic insecticide and its susceptibility to *Azadirachta indica* seed extract. *Cropsaver* 1(2): 74-84.
- Frasawi, O, M Tulung, dan BAN Pinaria. 2016. Efektivitas ekstrak akar tuba terhadap hama ulat kubis *Crocidolomia pavonana* di kota Tomohon. *J. LPPM Bid. Sains dan Teknol.* 3: 43–53.
- Lengai, GMW, W James, and ERM Muthomi. 2020. Phytochemical activity and role of botanical pesticides in pest management for sustainable agricultural crop production. *Sci. African* 7: 1–13.
- Ghisalberti, E. 2000. *Lantana camara* Linn (review). *Fitoterapia.* 71: 467–485.
- Hermawan, W, H Kasmara, Melanie, C Panatarani, and IM Joni. 2017. Recent advances of rearing cabinet instrumentation and control system for insect stock culture. *AIP Conference Proceedings.*
<https://doi.org/10.1063/1.4973103>.
- Isman, MB. 2002. Insect antifeedants. *Pestic. Outlook.* 13: 152–157.
- Isman, MB. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 45–66.
- Kala, S, N Sogan, A Agarwal, SN Naik, PK Patanjali, and J Kumar. 2020. Biopesticides: formulations and delivery techniques. *In: Pp.* 209-219. *Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control.* Elsevier Inc.
- Kasmara, H, Melanie, DANurfajri, W Hermawan, and C Panatarani. 2018. The toxicity evaluation of prepared *Lantana camara* nano extract against *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *AIP Conference Proceedings.*
<https://doi.org/10.1063/1.5021239>.
- Khandelwal, N, RS Barbole, SS Banerjee, GP Chate, AV Biradar, JJ Khandare, and AP Giri. 2016. Budding trends in integrated pest management using advanced micro- and nano-materials: Challenges and perspectives. *J. Environ. Manage.* 184: 157–169.
- Kumar, A, and CK Dixit. 2017. Methods for characterization of nanoparticles. *In: Pp.* 44–58. *Advances in Nanomedicine for the Delivery of Therapeutic Nucleic Acids.* Elsevier Ltd.
- Mahbulbul, IM. 2019. Stability and dispersion characterization of nanofluid. *In: Pp.* 47–112. *Preparation, Characterization, Properties and Application of Nanofluid.* Elsevier Inc.
- Melanie, M, W Hermawan, H Kasmara, AK Hayyuna, F Rozi, and C Panatarani. 2019. Antifeedant activity of ethanolic leaf extract of *Lantana camara* against *Crocidolomia pavonana* and *Spodoptera litura*. *J. Powder Technol. Adv. Funct. Mater.* 1: 15–25.
- Melanie, M, W Hermawan, H Kasmara, AK Hayyuna, MM Rustama, and C Panatarani. 2020a. Antifeedant properties of fractionation *Lantana camara* leaf extract on cabbage caterpillars (*Crocidolomia pavonana* Fabricius) larvae. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 457.
- Melanie, M, FY Kosasih, H Kasmara, DM Malini, C Panatarani, IM Joni, T Husodo, and W Hermawan. 2020b. Antifeedant activity of *Lantana camara* nano suspension prepared by reverse emulsion of ethyl acetate active

- fraction at various surfactant organic-phase ratio. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 29, 101805.
- Ostertag, F, J Weiss, and DJ McClements. 2012. Low-energy formation of edible nanoemulsions: Factors influencing droplet size produced by emulsion phase inversion. *J. Colloid Interface Sci.* 388: 95–102.
- Pascual-Villalobos, MJ, P Guirao, FG Díaz-Baños, M Cantó-Tejero, and G Villora. 2019. Oil in water nanoemulsion formulations of botanical active substances. *In:* Pp. 223–247. *Nano-Biopesticides Today and Future Perspectives.* Elsevier Inc.
- Patra, S, P Ganguly, SR Barik, A Goon, J Mandal, A Samanta, and A Bhattacharyya. 2020. Persistence behaviour and safety risk evaluation of pyridalyl in tomato and cabbage. *Food Chem.* 309, 125711. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125711>.
- Paul, D, and M Choudhury. 2016. Larvicidal and antifeedant activity of some indigenous plants of Meghalaya against 4th instar *Helicoverpa armigera* (Hübner) larvae. *J. Crop Prot.* 5: 447–460.
- Ramasamy, S, P Sotelo, MY Lin, CH Heng, S Kang, and S Sarika. 2020. Validation of a bio-based integrated pest management package for the control of major insect pests on chinese mustard in Cambodia. *Crop Prot.* 135: 104728.
- Sharma, A, A Shukla, K Attri, M Kumar, P Kumar, A Suttee, G Singh, RP Barnwal, and N Singla. 2020. Global trends in pesticides: A looming threat and viable alternatives. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 201: 110812.
- Singh, B, and A Kaur. 2018. Control of insect pests in crop plants and stored food grains using plant saponins: A review. *LWT - Food Sci. Technol.* 87: 93–101.
- Solans, C, and I Solé. 2012. Nano-emulsions: Formation by low-energy methods. *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.* 17: 246–254.
- Susrama, IGK. 2017. Kebutuhan nutrisi dan substansi dalam pakan buatan serangga. *E-J. Agroekoteknologi Trop.* 6: 310–318.
- Vino, U, and B Durairaj. 2017. Nanoemulsion formulation Useful as a new tool for mosquito control. *Int. J. Curr. Res.* 9: 1–4.
- Yuan, Z, and XP Hu. 2012. Repellent, antifeedant, and toxic activities of *Lantana camara* leaf extract against *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). *J. Econ. Entomol.* 105: 2115–2121.
- Zhang, XP, TF Jing, DX Zhang, J Luo, BX Li, and F Liu. 2018. Assessment of ethylene glycol diacetate as an alternative carrier for use in agrochemical emulsifiable concentrate formulation. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 163: 349–355.

Aktivitas Kunjungan *Tetragonula laeviceps* (Apidae: Meliponinae) pada Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.)

Irvan Zidni*, Ali Nurmansyah dan Nadzirum Mubin

Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jl. Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680

*Alamat korespondensi: irvan_619@apps.ipb.ac.id

ABSTRACT

Visit activities of *Tetragonula laeviceps* (Apidae: Meliponinae) on cucumber (*Cucumis sativus* L.)

Tetragonula laeviceps is a pollinating insect that can help increase cucumber production. Cucumber have flowers that are monoecious so that pollination depends on the visit of the pollinating insects. This research aimed to study the activity of *T. laeviceps* out-in of the nest and its visits to cucumber plants. Field experiments were carried out by introducing two colonies of *T. laeviceps*. The observed activity of *T. laeviceps* included out-in of the nest with or without carrying pollen, the number of visits per unit of time, the length of visits per flower, and the length of visits per plant. Observation of the activity out-in of the nest was carried out at 6.00 - 18.00 time intervals with each observation carried out every 3 hours interval, while the observation of plant visit activities was carried out using purposive sampling method. The peak activity of *T. laeviceps* out-in of the nest occurred at 06.00 - 09.00 a.m. and only the activity of entering the nest without pollen and leaving the nest was correlated with light intensity. The number of flowers visited was around 1.16 flowers per minute with a duration of 61.85 seconds per flower and a duration of 104.85 seconds per plant.

Keywords: bee activity, insect pollinator, stingless bee

ABSTRAK

Tetragonula laeviceps merupakan salah satu serangga penyerbuk yang dapat membantu meningkatkan produksi tanaman mentimun. Tanaman mentimun memiliki bunga yang bersifat *monoecious* sehingga dalam penyerbukannya bergantung dengan kunjungan serangga penyerbuk. Penelitian ini bertujuan mempelajari aktivitas *T. laeviceps* keluar-masuk sarang dan kunjungannya pada tanaman mentimun. Percobaan lapangan dilakukan dengan mengintroduksi *T. laeviceps* sebanyak dua koloni. Aktivitas *T. laeviceps* yang diamati meliputi keluar dan masuk sarang dengan atau tanpa membawa polen, jumlah kunjungan per satuan waktu, lama kunjungan per bunga, dan lama kunjungan per tanaman. Pengamatan aktivitas keluar-masuk sarang dilakukan pada interval waktu 06.00 – 18.00 dengan masing-masing pengamatan dilakukan setiap interval waktu 3 jam, sedangkan pengamatan aktivitas kunjungan tanaman dilakukan menggunakan metode *purposive sampling*. Hasil analisis menunjukkan bahwa puncak aktivitas *T. laeviceps* keluar-masuk sarang terjadi pada 06.00 - 09.00 dan hanya aktivitas masuk sarang tanpa polen serta keluar sarang yang berkorelasi dengan intensitas cahaya. Jumlah bunga yang dikunjungi sekitar 1,16 bunga per menit dengan durasi bunga 61,85 detik per bunga dan durasi kunjungan 104,85 detik per tanaman.

Kata kunci: aktivitas lebah, lebah tidak menyengat, serangga penyerbuk

PENDAHULUAN

Tetragonula laeviceps merupakan salah satu serangga penyerbuk yang berpotensi tinggi dalam peningkatan produksi pertanian. Menurut Azmi *et al.* (2017), *stingless bee* mampu meningkatkan kualitas

dan kuantitas dari hasil panen mentimun. *T. laeviceps* termasuk ke dalam subfamili Meliponinae yang bersifat tidak menyengat (*stingless bee*). Lebah ini berukuran kecil, daya adaptasinya tinggi terhadap tekanan dan perubahan lingkungan, penanganannya mudah, aktivitasnya tinggi, dan menghasilkan

propolis yang tinggi (Djajasaputra, 2010). Kelompok lebah yang berperan sebagai pencari makan (polen) adalah kelompok lebah pekerja. Salah satu dari lebah pekerja akan menginformasikan kepada lebah lain dalam koloninya setelah menemukan sumber makanan tersebut (Aslan *et al.*, 2016). Di sisi lain, populasi serangga polinator di lapangan juga dapat berkurang yang disebabkan oleh sistem pertanian yang monokultur, terserang parasit dan penyakit, penggunaan pestisida, dan urbanisasi yang menyebabkan hilangnya habitat, sumber pakan, dan tempat bersarang (Hein, 2009).

Mentimun (*Cucumis sativus* L.) tergolong ke dalam tanaman sayuran yang merambat dari famili Cucurbitaceae. Mentimun dapat dimanfaatkan sebagai penambah cita rasa makanan, kecantikan, menjaga kesehatan tubuh, dan dapat mengobati beberapa jenis penyakit (Amin, 2015). Data produksi mentimun pada tahun 2017 dan 2018 meningkat dari 424 918 ton menjadi 433 965 ton (BPS, 2019). Peningkatan produksi tanaman mentimun tersebut juga didukung oleh adanya proses penyerbukan. Penyerbukan tanaman mentimun terjadi secara silang dengan bunga jantan dan betina terpisah tetapi pada tanaman yang sama atau yang disebut juga dengan *monoecious* (Pateel & Sattagi, 2007). Polen bunga mentimun bertekstur lengket dan kadar kelembaban tinggi sehingga pada umumnya penyerbukan dibantu oleh serangga penyerbuk (Delaplane & Mayer, 2000). Menurut Hasan (2015), serangga penyerbuk yang ditemukan di tanaman mentimun termasuk dalam ordo Hymenoptera, Diptera, dan Lepidoptera.

Serangga penyerbuk dapat mengunjungi bunga karena adanya faktor penarik, seperti bentuk bunga, warna bunga, polen dan nektar, serta aroma bunga. Selain itu, aktivitas serangga penyerbuk juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya, dan kecepatan angin (Faheem *et al.*, 2004). Atmowidi *et al.* (2018) melaporkan bahwa puncak aktivitas *T. laeviceps* keluar-masuk sarang terjadi pada jam 10.00 - 11.00. Selain memperhatikan aspek budi daya tanaman, dalam integrasi budi daya tanaman dengan lebah diperlukan juga memperhatikan dari aspek budi daya lebah, sehingga dapat menyediakan kondisi lingkungan dan pakan yang sesuai untuk keberlangsungan hidup lebah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mempelajari aktivitas *T. laeviceps* keluar-masuk sarang dan kunjungannya pada tanaman mentimun.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor di Desa Cikarawang, Dramaga, Bogor, yang dimulai dari Maret sampai Mei 2020. Lahan yang digunakan seluas 150 m² yang terdiri dari 21 bedengan. Bedengan berukuran 4 x 1 m dengan tinggi 30 cm dan jarak antar bedengan 0,4 m. Bedengan tersebut kemudian ditutup dengan mulsa plastik hitam perak dan dilubangi sebagai lubang tanam dengan jarak tanam 50 x 60 cm. Setiap bedengan berisi 2 baris tanam. Kemudian, benih ditanam pada lubang tanam dengan kedalaman 3 – 4 cm. Selain itu, pemeliharaan tanaman juga dilakukan, meliputi pemupukan NPK (3, 4, dan 5 MST [minggu setelah tanam]) dan pemasangan ajir (2 MST). Introduksi *T. laeviceps* sebanyak 2 koloni di lahan dilakukan ketika tanaman mulai masuk pada fase generatif yaitu pada 27 hari setelah tanam (HST) yang ditandai dengan munculnya bunga pada tanaman mentimun.

Pengamatan aktivitas *T. laeviceps* dilakukan selama selama 8 hari mulai pukul 06.00 - 18.00 ketika tanaman berumur 4 MST dengan interval waktu 3 jam (Nataliani, 2017). Pengamatan ini meliputi aktivitas keluar-masuk sarang dengan menghitung jumlah lebah yang keluar dan masuk sarang dengan atau tanpa membawa polen yang dilakukan selama 2 menit di setiap intervalnya. Selain itu, diamati juga jumlah kunjungan per satuan waktu (*foraging rate*), lama kunjungan per bunga (*flower handling time*), dan lama kunjungan per tanaman (Dafni, 1992). Pengamatan aktivitas kunjungan bunga dilakukan selama 7 hari dengan metode *purposive sampling*. Faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya juga diamati terlebih dahulu sebelum melakukan pengamatan aktivitas lebah ini. Kemudian, data yang didapatkan dilakukan analisis terhadap hubungan antara faktor penyebab dan akibat yang diamati dengan uji korelasi Pearson dengan bantuan program *Statistical Package for Social Science* (SPSS) versi 22.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas *T. laeviceps* Keluar-Masuk Sarang

Hasil analisis terhadap faktor lingkungan di sekitar sarang *T. laeviceps* menunjukkan bahwa suhu minimum terjadi pukul 06.00 - 09.00 yaitu 29,76°C dan suhu maksimum terjadi pukul 09.00 - 12.00 yaitu 35,48°C. Kelembaban minimum terjadi pukul 09.00 - 12.00 yaitu 54,38% dan kelembaban maksimum terjadi pukul 06.00 - 09.00 yaitu 75,44%. Intensitas

cahaya minimum terjadi pukul 15.00 - 18.00 yaitu 123.81 x 100 lux dan intensitas cahaya maksimum terjadi pukul 09.00 - 12.00 yaitu 553.25 x 100 lux (Tabel 1).

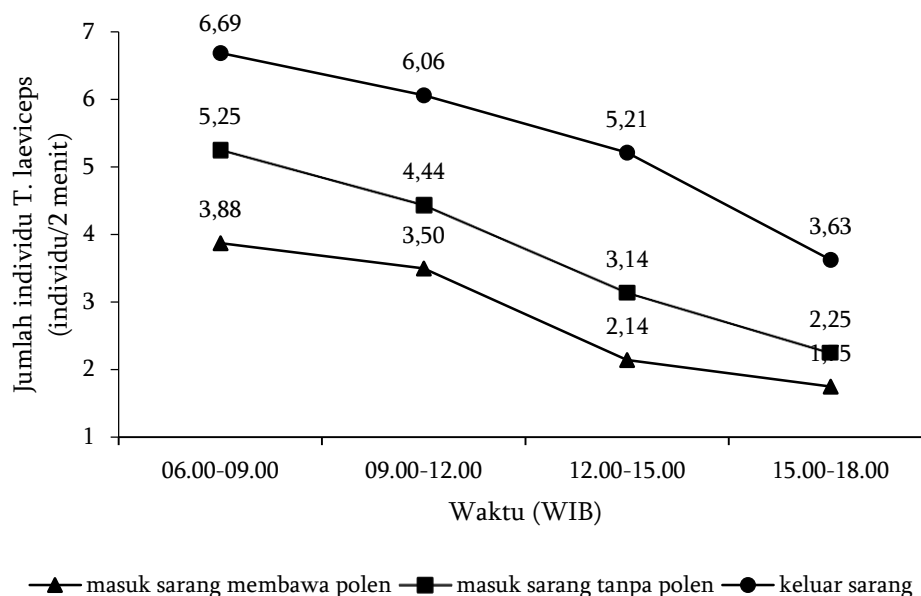
Tabel 1. Kondisi faktor lingkungan di sekitar sarang *T. laeviceps*

| Interval waktu pengamatan (WIB) | Rata-rata kondisi lingkungan | | |
|---------------------------------|------------------------------|----------------|------------------------------|
| | Suhu (°C) | Kelembaban (%) | Intensitas cahaya (x100 lux) |
| 06.00 - 09.00 | 29.76 ± 1.62 | 75.44 ± 9.73 | 394.31 ± 176.44 |
| 09.00 - 12.00 | 35.48 ± 2.69 | 54.38 ± 8.88 | 553.25 ± 121.37 |
| 12.00 - 15.00 | 30.16 ± 1.67 | 70.36 ± 6.29 | 183.71 ± 151.14 |
| 15.00 - 18.00 | 30.06 ± 3.38 | 69.69 ± 13.29 | 123.81 ± 131.77 |

Keterangan: Angka setelah tanda ± menyatakan nilai simpangan baku.

Puncak aktivitas *T. laeviceps* keluar-masuk sarang yang diamati selama 2 menit untuk setiap interval waktunya terjadi pukul 06.00 - 09.00 dan aktivitas minimumnya terjadi pukul 15.00 - 18.00. *T. laeviceps* yang masuk ke sarang dengan membawa polen mencapai maksimum pukul 06.00 - 09.00 yaitu 3.88 individu/2 menit dan minimumnya terjadi pukul 15.00 - 18.00 yaitu 1.75 individu/2 menit. Puncak aktivitas *T. laeviceps* masuk sarang tanpa membawa polen terjadi pukul 06.00 - 09.00 yaitu 5.25 individu/2 menit dan aktivitas masuk sarang tanpa membawa

polen minimum terjadi pukul 15.00 - 18.00 yaitu 2.25 individu/2 menit. Puncak aktivitas *T. laeviceps* keluar sarang maksimum terjadi pukul 06.00 - 09.00 yaitu 6.69 individu/2 menit dan minimumnya terjadi pukul 15.00 - 18.00 yaitu 3.63 individu/2 menit (Gambar 1). Wulandari dkk. (2017) juga melaporkan aktivitas *T. laeviceps* pada tanaman kailan menurun pada sore hari. Adapun dokumentasi aktivitas keluar-masuk sarang membawa atau tidak membawa polen bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Aktivitas *T. laeviceps* keluar-masuk sarang pada empat interval waktu.

Aktivitas *T. laeviceps* keluar-masuk sarang yang semakin menurun pada sore hari berhubungan dengan aktivitas serangga diurnal (Inoue *et al.*, 1985). Aktivitas pengambilan polen lebih banyak terjadi pada pagi hari karena waktu anthesis bunga cenderung terjadi di pagi hari (Rismayanti dkk., 2015), sehingga polen yang dihasilkan lebih banyak. Selain

pengambilan polen, *T. laeviceps* juga melakukan aktivitas pengambilan nektar pada bunga (Inoue *et al.*, 1985) dan pada siang harinya melakukan aktivitas pengambilan resin karena bentuk resin yang mencair dan tidak mengeras (Wallace & Lee, 2009). Di sisi lain, *T. laeviceps* juga melakukan aktivitas pengambilan air yang bertujuan menurunkan suhu di

dalam sarang dengan cara mengepaskan air tersebut menggunakan sayapnya (*fanning*) (Amano *et al.*, 2000). Selain itu, *T. laeviceps* juga melakukan aktivitas pembuangan sampah dengan menggunakan

mandibelnya ketika keluar sarang. Hal ini dilakukan untuk menjaga kesehatan sarang dan membuang lapisan sel telur yang sudah menetas (Yustia, 2016).



Gambar 2. Aktivitas *T. laeviceps*. (a) Masuk sarang membawa polen. (b) Masuk sarang tanpa membawa polen. (c) Keluar sarang.

Menurut Mani (1972), aktivitas lebah dipengaruhi oleh suhu, intensitas cahaya, dan kelembaban udara. Aktivitas tersebut meliputi pencarian makanan, perawatan keturunan, dan perawatan koloni. Suhu ideal untuk aktivitas lebah berada antara 16 dan 26°C, namun *Tetragonula* dapat bertoleransi terhadap suhu lingkungan 34 – 36°C (Amano, 2004). Aktivitas serangga meningkat ketika suhu tinggi, namun dapat berisiko terjadi kehilangan terlalu banyak air karena adanya transpirasi dan terkena panas (Guntoro, 2013). Menurut Junior *et al.* (2010), *Tetragonula* mampu beraktivitas pada

kelembaban 48% - 98%, sedangkan terhadap intensitas cahaya mampu beraktivitas dari 3 sampai 199 000 lux. Pada kelembaban yang tinggi kandungan gula dalam nektar yang disekresikan oleh bunga relatif lebih rendah dan polen menjadi basah sehingga lebah mengalami kesulitan dalam pengambilan serbuk sari (Shuel, 1992). Intensitas cahaya juga digunakan sebagai petunjuk arah dan jarak sumber pakan dari sarang (Drickamer *et al.*, 2002). Apabila kondisi lingkungan tidak memungkinkan, seperti hujan dan angin kencang, lebah tidak melakukan aktivitas keluar sarang.

Tabel 2. Nilai korelasi Pearson antara aktivitas *T. laeviceps* keluar-masuk sarang dan faktor lingkungan

| Faktor lingkungan | Masuk sarang membawa polen | | Masuk sarang tanpa polen | | Keluar sarang | |
|-------------------|----------------------------|---------|--------------------------|---------|------------------|---------|
| | Korelasi Pearson | Nilai-P | Korelasi Pearson | Nilai-P | Korelasi Pearson | Nilai-P |
| Suhu | 0.181 | 0.159 | 0.076 | 0.555 | 0.204 | 0.112 |
| Kelembaban | -0.191 | 0.137 | -0.102 | 0.429 | -0.196 | 0.127 |
| Intensitas cahaya | 0.233 | 0.068 | 0.295 | 0.020 | 0.283 | 0.026 |

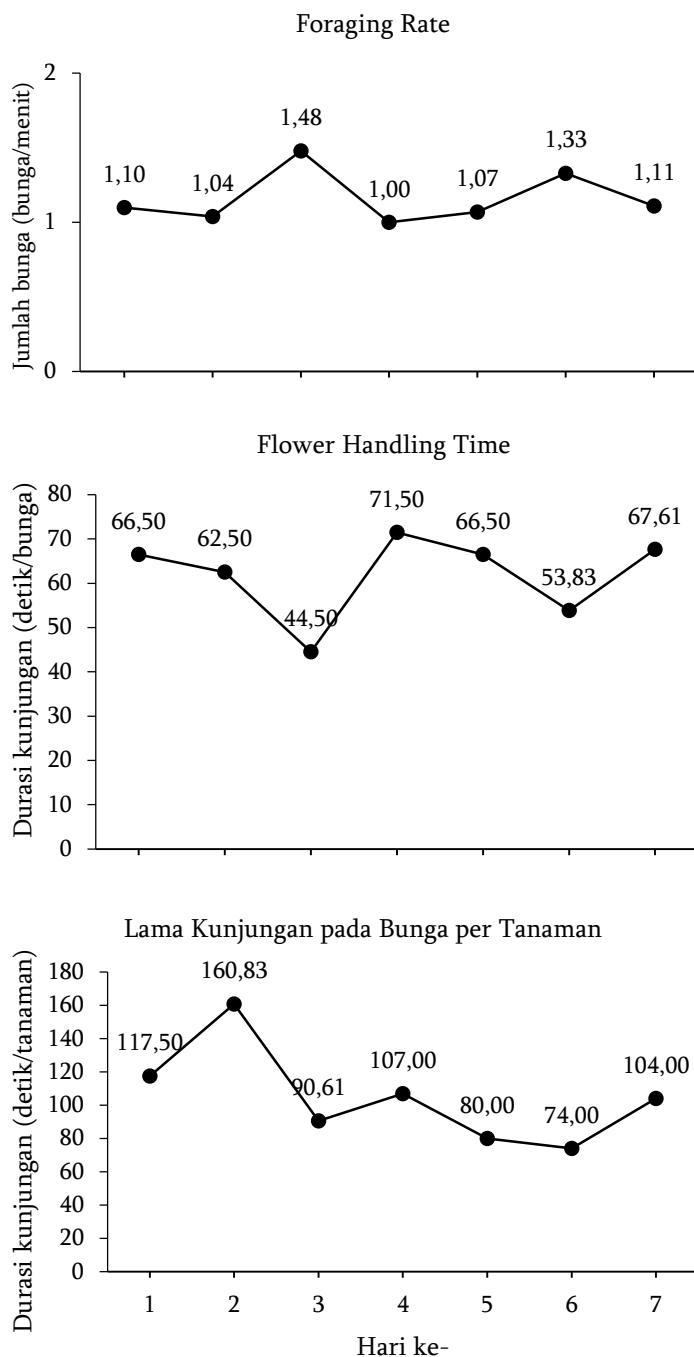
Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan bahwa faktor lingkungan yang berkorelasi dengan aktivitas *T. laeviceps* keluar-masuk sarang hanya terjadi pada intensitas cahaya yang berkorelasi positif dengan aktivitas masuk sarang tanpa membawa polen dan keluar sarang. Kedua aktivitas tersebut menunjukkan arti korelasi yang lemah (Tabel 2). Hasil tersebut berbeda dari penelitian Yustia (2016), aktivitas keluar-masuk sarang dari lebah *T. laeviceps* berkorelasi positif dengan suhu dan intensitas cahaya, serta berkorelasi negatif dengan kelembaban udara. Hal ini dapat disebabkan oleh *T. laeviceps* yang memiliki daya adaptasi yang tinggi, sehingga pada

suhu dan kelembaban yang tinggi maupun rendah masih dapat beradaptasi. Menurut Hudaya (2019), perilaku *Tetragonula* sp. pada kondisi lingkungan baru akan melakukan adaptasi.

Rata-rata jumlah bunga mentimun yang dikunjungi *T. laeviceps* selama 1 menit (*foraging rate*) adalah sebanyak 1,16 bunga. Kunjungan maksimum terjadi pada pengamatan hari ke-3 sebanyak 1,48 dan minimum pada pengamatan hari ke-4 sebanyak 1,00 bunga. Rata-rata durasi kunjungan *T. laeviceps* untuk setiap bunganya adalah 61,85 detik. Waktu maksimum terjadi pada pengamatan hari ke-4 yaitu 71,50 detik dan minimum terjadi pada pengamatan

hari ke-3 yaitu 44,50 detik. Rata-rata durasi pengamatan hari ke-2 yaitu 160,83 detik dan kunjungan *T. laeviceps* per tanaman adalah 104,85 kunjungan minimum terjadi pada pengamatan hari ke-6 yaitu 74,00 detik (Gambar 3).

Aktivitas Kunjungan *T. laeviceps* pada Bunga Mentimun



Gambar 3. Aktivitas kunjungan *T. laeviceps* pada bunga mentimun.

Menurut Barth (1998), serangga penyerbuk mengunjungi bunga bertujuan mencari pakan berupa polen dan nektar. Polen yang didapatkan dari bunga akan dibawa oleh serangga penyerbuk dengan cara menyimpannya pada korbikula dan disalurkan ke

sarangnya untuk dijadikan sebagai bahan makanan koloni. Selain itu, polen juga akan menempel pada tubuh serangga penyerbuk pada bagian rambut tubuhnya, sehingga dari polen tersebut mengakibatkan terjadinya penyaluran polen dari

bunga jantan ke bunga betina (Sarwono, 2001). Pakan tersebut digunakan dalam proses metabolisme tubuh serangga, membuat sarang, dan reproduksi (Schoonhoven *et al.*, 1998). Dalam pencarian pakannya, serangga penyerbuk saling bersaing untuk mendapatkan sumber pakan yang tersedia (Faheem *et al.*, 2004). Di sisi lain, morfologi tubuh serangga penyerbuk berupa ukuran dan struktur tubuhnya, ukuran dan bentuk bunga juga berpengaruh terhadap kunjungan serangga (Hasan, 2015). Menurut Kunjwal *et al.* (2014), aktivitas kunjungan lebah pada bunga dipengaruhi oleh warna bunga, ketersediaan polen, nektar, dan kesesuaian karakter bunga dengan tubuh lebah. Mentimun memiliki bunga berwarna kuning sehingga dapat menarik perhatian serangga penyerbuk.

Menurut Ruslan dkk. (2015), perilaku *Tetragonula* sp. dalam pengambilan nektar yaitu dengan masuk mendekati nektar di dalam bunga (Gambar 4) sehingga menyebabkan *flower handling time* meningkat. Hal ini disebabkan oleh *Tetragonula* sp. yang memiliki tubuh kecil dan probosis pendek. Ukuran tubuh dari *T. laeviceps* berkisar 3.55 mm (Azizi *et al.*, 2020). Perilaku tersebut juga mengakibatkan peningkatan probabilitas deposit polen pada setiap lobus stigma (Putra dkk., 2017). Perbandingan *flower handling time* *T. laeviceps* dengan penyerbuk lain menunjukkan *T. laeviceps* lebih lama dalam mengunjungi setiap bunganya. Hasan (2015) melaporkan waktu kunjungan paling lama pada bunga mentimun terjadi pada *Syrphus* sp. yaitu 50.71 detik/bunga. Namun, perbedaan durasi kunjungan per bunga tersebut mengakibatkan banyaknya bunga yang dapat dikunjungi *T. laeviceps* per satuan waktu lebih rendah yaitu 1.16 bunga/menit, sedangkan *Syrphus* sp. 1.18 bunga/menit (Hasan 2015).



Gambar 4. Aktivitas kunjungan *T. laeviceps* pada bunga mentimun.

SIMPULAN

Puncak aktivitas keluar-masuk sarang terjadi pada interval waktu 06.00 - 09.00, namun hanya

aktivitas masuk sarang tanpa polen dan keluar sarang yang berkorelasi dengan intensitas cahaya. Jumlah bunga yang dikunjungi dalam 1 menit sekitar 1,16 bunga dengan durasi kunjungan setiap bunga 61,85 detik dan durasi kunjungan setiap tanaman 104,85 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amano, K, T Nemoto, and T-A Heard. 2000. What are stingless bees, and why and how to use them as crop pollinators? a review. *JARQ*. 34(3): 183-190.
- Amano, K. 2004. Attempts to Introduce Stingless Bees for The Pollination of Crops Under Greenhouse Conditions in Japan. Food & Fertilizer Technology Center. Tsukuba.
- Amin, AR. 2015. Mengenal budi daya mentimun melalui pemanfaatan media informasi. *Jupiter*. 14(1): 66-71.
- Aslan, CE, C-T Liang, B Galindo, K Hill, and W Topete. 2016. The role of honey bees as pollinators in natural areas. *Natur Areas J*. 36(4): 478-488.
- Atmowidi, T, T-S Prawasti, and R Raffiudin. 2018. Flight activities and pollen load of three species of stingless bees (Apidae: Melliponinae). *Earth Environ Sci*. 197(1): 1-7.
- Azizi, M-G, W Priawandiputra, and R Raffiudin. 2020. Morphological identificatin of stingless bees from Belitung. *Earth Environ Sci*. 457: 1-8.
- Azmi, W-A, N Samsuri, M Firdaus, M Hatta, R Ghazi, and C-T Seng. 2017. Effects of stingless bee (*Heterotrigona itama*) pollination on greenhouse cucumber (*Cucumis sativus*). *Malays Appl Biol*. 46(1):51-55.
- Barth, FG. 1991. *Insects and Flowers: The Biology of a Partnership*. Princeton Univ Press. New Jersey.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2019. *Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia 2018*. BPS-Statistics Indonesia. Jakarta.
- Dafni, A. 1992. *Pollination Ecology: A Practical Approach*. Oxford University Press. Oxford.
- Delaplane, K-S, and D-F Mayer. 2000. *Crop Pollination by Bees*. New York (US): CABI Publishing.
- Djajasaputra, MRS. 2010. *Potensi Budidaya Lebah Trigona dan Pemanfaatan Propolis sebagai Antibiotik Alami untuk Sapi PO*. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Drickamer, L-C, S-H Vessey, and E-M Jokob. 2002. *Animal Behavior*. McGraw-Hill Companies. New York.
- Faheem, M, M Aslam, and M Razaq. 2004. Pollination ecology with special reference to insects-a review. *J Res Sci*. 15(2): 395-409.
- Guntoro, YP. 2013. *Aktivitas dan Produktivitas Lebah Trigona laeviceps di Kebun Polikultur dan Monokultur Pala (Myristica fragrans)*. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hasan, PA. 2015. *Keanekaragaman dan Aktivitas Kunjungan Serangga Penyerbuk serta Pengaruhnya dalam Pembentukan Buah Mentimun (Cucumis sativus Linn.)* [Tesis]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hein, L. 2009. The economic value of the pollination service, a review across scales. *OEJ*. 2: 74-82.
- Hudaya, DA. 2019. *Analisis kelayakan diversifikasi usaha tani padi – lebah Trigona sp. di Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten*. [Tesis]. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Inoue, T, S Salmah, I Abbas, and E Yusuf. 1985. Foraging behavior of individual workers and foraging dynamics of colonies of three Sumatran stingless bees. *Res Popul Ecol*. 27: 373-392.
- Junior, N-TF, B Blochtein, and JF de Moraes. 2010. Seasonal flight and resource collection patterns of colonies of the stingless bee *Melipona bicolor schencki* Gribodo (Apidae, Meliponini) in an Araucaria forest area in southern Brazil. *Rev Bras de Entomol*. 54(4): 630-636.
- Kunjwal, N, Y Kumar, and M-S Khan. 2014. Flower-visiting insect pollinators of brown mustard, *Brassica juncea* (L.) Czern and Coss and their foraging behaviour under caged and open pollination. *Afr J Agric Res*. 9(16): 1278-1286.
- Mani, MS. 1972. *General Entomology*. Oxford IBH Publishing Co. New Delhi.
- Nataliani, Y. 2017. *Aktivitas mencari polen dan keanekaragaman polen lebah madu Apis mellifera di Boyolali Jawa Tengah*. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pateel, MC, and HN Sattagi. 2007. Abundance of different insect pollinators visiting cucumber (*Cucumis sativa* L.) in rabi season. *Karn J Agric Sci*. 20(4): 853-854.
- Putra, RE, J Subagio, I Kinasih, AD Permana, and M Rosmiati. 2017. Pola kunjungan serangga liar dan efek penambahan koloni *Trigona (Tetragonula) laeviceps* Smith pada penyerbukan kabocha (*Cucurbita maxima*). *J Entomol Indones*. 14(2): 69-79.
- Rismayanti, Triadiati, dan R Raffiudin. 2015. *Ecology service tumbuhan herba untuk lebah Trigona sp.* *JSDH*. 1(1): 19-25.
- Ruslan, W, Afriani, Miswan, Elijonahdi, Nurdiyah, M Sataral, Fitrallisan, dan Fahri. 2015. Frekuensi kunjungan lebah *Apis cerana* dan *Trigona* sp. sebagai penyerbuk pada tanaman *Brassica rapa*. *JNS*. 4(1): 65-72.
- Sarwono, B. 2001. *Lebah Madu*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Schoonhoven, LM, T Jermy, and JJA van Loon. 1998. *Physiology to Evolution: Insect-Plant Biology*. Chapman&Hall. London.
- Shuel, RW. 1992. The production of nectar and pollen. *In: Pp.* 401-425. *The Hive and the Honey Bee* (JM Graham, ed.). Dadant. Illionis.
- Wallace, HM, and DJ Lee. 2010. Resin-foraging by colonies of *Trigona sapiens* and *T. hockingsi* (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) and consequent seed dispersal of *Corymbia torelliana* (Myrtaceae). *Apidologie*. 41(4): 428-435.
- Wulandari, AP, T Atmowidi, dan S Kahono. 2017. Peranan lebah *Trigona laeviceps* (Hymenoptera: Apidae) dalam produksi biji kailan (*Brassica oleracea* var. *Alboglabra*). *J Agron Indones*. 45(2): 196-203.
- Yustia, IPJ. 2016. *Aktivitas Penerbangan Harian Teuweul Tetragonula laeviceps (Smith) (Hymenoptera: Apidae) dalam Hubungannya dengan Status Koloni dan Faktor Cuaca*. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Evaluasi Realistis Potensi Insektisida Sediaan Dua Puluh Jenis dari Lima Belas Famili Tumbuhan untuk Pengendalian Hama Tanaman

Ivo Mailisa* dan Djoko Priyono

Institut Pertanian Bogor

*Alamat korespondensi: ivo_im57@apps.ipb.ac.id

ABSTRACT

Realistic evaluation of potential insecticide preparation from twenty plant species from fifteen families for crop pest control

Pest problems always threaten agricultural production activities. Crop pest control measures using synthetic insecticides commonly practiced by farmers can cause undesirable side effects on ecosystems and human health. Botanical insecticides are safer alternatives to synthetic insecticides. In practice, however, very few farmers have used botanical insecticides. This paper describes the results of a realistic evaluation of the potential of twenty local plant species as botanical insecticides for crop pest control. The selected plant species discussed are *Ageratum conyzoides*, *Allium cepa*, *Allium fistulosum*, *Annona squamosa*, *Carica papaya*, *Chromolaena odorata*, *Citrus x aurantiifolia*, *Cymbopogon nardus*, *Cyperus rotundus*, *Derris elliptica*, *Dysoxylum acutangulum*, *Dysoxylum mollissimum*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Lantana camara*, *Mimosa pudica*, *Mirabilis jalapa*, *Ocimum basilicum*, *Piper nigrum*, *Tagetes erecta*, and *Zingiber officinale*. The feasibility of using botanical insecticide preparations from those plant species was evaluated based on criteria of insecticidal activity, safety, and opportunities for their dissemination. Results of evaluation based on robust criteria show that 14 out of 20 plant species studied had sufficiently to very strong insecticidal activity against crop pests. Generally, botanical insecticides are biodegradable and safe to non-target organisms. Dissemination of botanical insecticide use can be carried out through collaboration with various institutions.

Keywords: bioactivity, botanical insecticides, feasibility, robust criteria, local plants

ABSTRAK

Permasalahan serangan hama selalu ditemukan pada aktivitas produksi pertanian. Tindakan pengendalian hama secara praktis menggunakan insektisida sintetik dapat menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem dan kesehatan. Insektisida nabati merupakan alternatif pengendalian hama yang lebih aman. Namun, dalam praktiknya belum banyak petani yang menggunakan insektisida nabati. Makalah ini memaparkan hasil evaluasi secara realistis potensi sediaan 20 jenis tumbuhan lokal sebagai insektisida nabati untuk pengendalian hama tanaman. Dua puluh jenis tumbuhan tersebut adalah *Ageratum conyzoides*, *Allium cepa*, *Allium fistulosum*, *Annona squamosa*, *Carica papaya*, *Chromolaena odorata*, *Citrus x aurantiifoli*, *Cymbopogon nardus*, *Cyperus rotundus*, *Derris elliptica*, *Dysoxylum acutangulum*, *Dysoxylum mollissimum*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Lantana camara*, *Mimosa pudica*, *Mirabilis jalapa*, *Ocimum basilicum*, *Piper nigrum*, *Tagetes erecta*, dan *Zingiber officinale*. Kelayakan penggunaan sediaan insektisida nabati dari 20 jenis tumbuhan tersebut dievaluasi berdasarkan kriteria aktivitas insektisida, keamanan, dan peluang pemasaratarannya. Hasil evaluasi realistis berdasarkan kriteria yang ketat menunjukkan bahwa 14 dari 20 jenis tumbuhan yang dikaji memiliki aktivitas insektisida yang cukup kuat sampai sangat kuat. Insektisida nabati umumnya mudah terurai di lingkungan dan relatif aman terhadap organisme bukan sasaran. Pemasarataran insektisida nabati dapat dilakukan melalui sosialisasi yang bekerjasama dengan berbagai pihak.

Kata kunci: bioaktivitas, insektisida nabati, kelayakan, kriteria ketat, tumbuhan lokal

PENDAHULUAN

Organisme pengganggu tanaman (OPT) seperti serangga merupakan kendala biotik penting dalam usaha produksi pertanian (Oerke *et al.*, 2006). Perkiraan kehilangan hasil pertanian global akibat serangan hama pada periode 2001-2003 berturut-turut 8,8%, 9,6%, 15,1%, dan 10,9% pada komoditas kedelai, jagung, padi, dan kentang (Oerke *et al.*, 1999). Serangan hama kubis *Crociodolomia pavonana* dan *Plutella xylostella* secara bersamaan pada musim kemarau dapat menyebabkan kegagalan panen (Sastrosiswojo & Setiawati, 1993). Upaya pengelolaan hama perlu dilakukan secara terus-menerus untuk mempertahankan potensi produksi pertanian.

Di Indonesia, pengendalian hama terpadu (PHT) telah ditetapkan sebagai landasan perlindungan tanaman secara nasional (RI, 2019). Namun sampai sekarang masih banyak petani yang menggunakan insektisida sintetik berdampak luas untuk mengendalikan hama karena keterbatasan ketersediaan cara-cara non-kimia di tingkat petani selain pengetahuan petani tentang cara-cara non-kimia tersebut juga terbatas (Rauf *et al.*, 2004; Wiyono dkk., 2014). Penggunaan insektisida sintetik secara terus-menerus dapat menimbulkan berbagai dampak negatif seperti resistensi dan resurgensi hama sasaran, matinya musuh alami hama dan organisme bukan sasaran lain, pencemaran lingkungan, residu pada hasil panen, dan gangguan kesehatan pada pengguna (Aktar *et al.*, 2009; Yu, 2015; Triwidodo, 2020; Wyckhuys *et al.*, 2020). Pengembangan sarana pengendalian hama yang ramah lingkungan perlu terus diupayakan untuk menekan berbagai dampak negatif dari insektisida sintetik tersebut. Salah satu alternatif yang potensial ialah insektisida nabati (Koul, 2016; Isman, 2020).

Isman & Grieneisen (2014) mengungkapkan bahwa jumlah publikasi ilmiah tentang insektisida nabati relatif terhadap jumlah publikasi tentang insektisida secara keseluruhan meningkat dari 1,43% pada 1980 menjadi 21,4% pada 2012. Namun, banyak dari hasil penelitian tersebut yang hanya menambahkan spesies baru ke dalam daftar tumbuhan yang berpotensi sebagai insektisida nabati sedangkan pemanfaatannya dalam pengendalian hama di lapangan sangat terbatas (Isman & Grieneisen, 2014). Berdasarkan hal tersebut, kajian pustaka ini dilakukan dengan tujuan mengevaluasi secara realistis potensi sediaan 20 jenis tumbuhan lokal sebagai insektisida nabati untuk pengendalian hama tanaman.

PENDEKATAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode kajian pustaka tentang potensi sediaan insektisida nabati dari 20 jenis tumbuhan yang terdapat di Indonesia. Pemilihan tumbuhan didasarkan pada pendekatan eksplorasi sifat insektisida (Priyono, 1999). Jenis-jenis tumbuhan yang ditinjau yaitu babadotan, *Ageratum conyzoides* (Asteraceae); bawang merah, *Allium cepa* (Liliaceae); bawang daun, *Allium fistulosum* (Liliaceae); srikaya, *Annona squamosa* (Annonaceae); pepaya, *Carica papaya* (Caricaceae); kirinyuh, *Chromolaena odorata* (Asteraceae); jeruk nipis, *Citrus x aurantiifolia* (Rutaceae); serai wangi, *Cymbopogon nardus* (Poaceae); teki, *Cyperus rotundus* (Cyperaceae); tuba, *Derris elliptica* (Fabaceae); ambalun, *Dysoxylum acutangulum* (Meliaceae); kayu bawang, *Dysoxylum mollissimum* (Meliaceae); kembang sepatu, *Hibiscus rosa-sinensis* (Malvaceae); saliera, *Lantana camara* (Verbenaceae); putri malu, *Mimosa pudica* (Fabaceae); bunga pukul empat, *Mirabilis jalapa* (Nyctaginaceae); kemangi, *Ocimum basilicum* (Lamiaceae); lada hitam, *Piper nigrum* (Piperaceae); marigold, *Tagetes erecta* (Asteraceae); dan jahe, *Zingiber officinale* (Zingiberaceae).

Selain pustaka dalam bentuk cetak, penelusuran secara daring terhadap publikasi yang terbit dalam 30 tahun terakhir (1990-2020) dilakukan melalui beberapa basis data publikasi ilmiah di Internet, yaitu Google, Google Scholar, Researchgate, dan Repository IPB. Kata kunci yang digunakan dalam penelusuran pustaka secara daring meliputi nama umum dan nama ilmiah 20 jenis tumbuhan yang dikaji dan digabungkan dengan kata-kata berikut (bahasa Indonesia dan bahasa Inggris): deskripsi botani, budidaya, persebaran, aktivitas insektisida, dan senyawa aktif.

Potensi sediaan insektisida dari tumbuhan yang dikaji ditelaah berdasarkan kriteria (1) ketersediaan bahan baku, (2) keefektifan sediaan tumbuhan terhadap hama sasaran, (3) keamanan bagi organisme bukan sasaran, dan (4) pemasarakan insektisida nabati (Jacobson, 1989; Priyono, 1999). Kategori keefektifan sediaan tumbuhan yang dikaji ditentukan secara arbitrer berdasarkan pertimbangan efisiensi penggunaan bahan tumbuhan dan risiko dampak samping. Kategori keefektifan berdasarkan hasil pengujian di laboratorium ditunjukkan pada Tabel 1. Pada pengujian di lapangan untuk keperluan pendaftaran, perlakuan insektisida dianggap efektif bila efikasinya minimal 70% (Keputusan Menteri Pertanian, 2020). Berdasarkan kriteria tersebut, kategori aktivitas insektisida nabati di lapangan

berdasarkan tingkat efikasi ditentukan sebagai 80%), agak efektif ($\geq 50\% - < 70\%$), kurang efektif (\geq berikut: sangat efektif ($\geq 80\%$), efektif ($\geq 70\% - < 30\% - < 50\%$), dan tidak efektif ($< 30\%$).

Tabel 1. Kategori keefektifan sediaan tumbuhan uji terhadap serangga uji di laboratorium

| Kategori aktivitas | Sediaan dengan pelarut organik (%) ^a | Sediaan dengan pelarut air (g/l) ^a |
|--------------------------|---|---|
| Sangat kuat | $\leq 0,2$ | ≤ 20 |
| Kuat | $> 0,2 - \leq 0,5$ | $> 20 - \leq 50$ |
| Cukup kuat | $> 0,5 - \leq 1,0$ | $> 50 - \leq 100$ |
| Sedang | $> 1,0 - \leq 2,5$ | $> 100 - \leq 125$ |
| Agak lemah | $> 2,5 - \leq 4,0$ | $> 125 - \leq 150$ |
| Lemah | $> 4,0 - \leq 5,5$ | $> 150 - \leq 175$ |
| Sangat lemah | $> 5,5 - \leq 7,5$ | $> 175 - \leq 200$ |
| Tidak aktif ^b | $> 7,5$ | > 200 |

^aSediaan tumbuhan yang termasuk kategori tidak aktif, datanya tidak digunakan dalam makalah ini.

^bMenimbulkan pengaruh pada serangga uji (misal mematikan) minimal 80%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketersediaan Bahan Tumbuhan Sediaan Insektisida Nabati

Dua puluh jenis tumbuhan yang dikaji mudah ditemukan di negara tropis dan tumbuh hampir di seluruh daerah di Indonesia, terutama pulau-pulau besar seperti Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara, dan Papua (CABI, 2020; GBIF, 2020; Kew Science, 2020). Namun, terdapat beberapa jenis tumbuhan yang persebarannya terbatas di daerah Sumatra dan Jawa, yaitu *D. acutangulum*, *P. nigrum*, dan *T. erecta*. Distribusi bagian tumbuhan uji melalui jalur perdagangan, seperti lada yang dikonsumsi oleh masyarakat dari Sabang sampai Merauke sebagai bahan rempah, dapat menjadi solusi keterbatasan bahan tumbuhan di daerah bukan habitat tumbuh jenis tumbuhan tertentu bila tidak efektif dengan melakukan introduksi.

Sesuai persebarannya di daerah beriklim tropis dan subtropis (CABI, 2020; Kew Science, 2020), pengujian aktivitas insektisida 20 jenis tumbuhan yang dikaji sering dilakukan di negara-negara tropis, di antaranya benua Asia (Indonesia, Filipina, Thailand, Malaysia), Afrika (Ghana, Nigeria, Mesir), dan Amerika (Brasil, Kolombia, Meksiko). Beberapa jenis tumbuhan dapat ditemukan sebagai tanaman budi daya atau tumbuh di perkarangan, seperti *H. rosa-sinensis*, *M. jalapa*, *Z. officinale*, *T. erecta*, *C. papaya*, *C. x aurantiifolia*, *C. nardus*, *O. basilicum*, *P. nigrum*, *D. elliptica*, *A. squamosa*, *A. cepa*, dan *A. fistulosum*. Dua spesies tumbuhan terdapat di habitat hutan hujan tropis atau tanaman hutan, yaitu *D. acutangulum* dan *D. mollicimum*. Sementara itu, *A. conyzoides*, *C. rotundus*, *C. odorata*, *L. camara*, dan

M. pudica ditemukan pada habitat kering di tepi jalan dan sawah, perkarangan rumah, dan perkebunan sebagai tanaman liar atau gulma. Tampubolon dkk. (2018) dan Lestari (2019) mengulas potensi dan kelebihan gulma sebagai insektisida nabati, di antaranya, ketersediaan di lapangan lebih banyak sehingga mudah diperoleh dan tidak membutuhkan biaya yang mahal, dapat dikombinasikan dengan PHT, dan dapat diterapkan dalam skala perorangan atau kelompok tani.

Selain daerah persebaran yang luas, sebagian besar tumbuhan yang dikaji dapat diperbanyak dengan biji dan secara vegetatif, yaitu *A. cepa*, *A. fistulosum*, *A. squamosa*, *C. papaya*, *C. x aurantiifolia*, *C. rotundus*, *D. elliptica*, *D. acutangulum*, *D. mollicimum*, *H. rosa-sinensis*, *L. camara*, *O. basilicum*, *P. nigrum*, dan *Z. officinale*. Enam jenis tumbuhan yang dikaji lainnya dapat diperbanyak dengan biji. Jenis tumbuhan yang perbanyakannya menggunakan biji, seperti *A. conyzoides*, *C. odorata*, *M. pudica*, *M. jalapa*, dan *T. erecta*, juga dapat tersebar luas karena terbawa angin dan tumbuh dengan cepat. *C. nardus* menjadi satu-satunya jenis tumbuhan yang dikaji yang perbanyakannya hanya secara vegetatif dengan anakan umbi. Dengan demikian, semua jenis tumbuhan yang dikaji dapat diperbanyak dengan cepat untuk memenuhi kebutuhan bahan baku insektisida nabati.

Sifat Insektisida dari Dua Puluh Jenis Tumbuhan

Berdasarkan hasil penelusuran pustaka diketahui bahwa sediaan bahan tumbuhan diuji dalam tiga bentuk, yaitu ekstraksi dengan pelarut organik, ekstraksi dengan air, dan penyulingan (minyak atsiri) (Tabel 2). Ekstrak tumbuhan yang

disiapkan dengan pelarut air memberikan informasi tentang penggunaan insektisida nabati yang dapat diterapkan langsung oleh petani karena cara pembuatannya sederhana (Dougoud *et al.*, 2019).

Sebagian besar tumbuhan yang dikaji dilaporkan efektif dalam bentuk ekstrak menggunakan pelarut air (Tabel 2). Konsentrasi ekstrak dengan pelarut air yang diperlukan umumnya lebih tinggi daripada ekstrak dengan pelarut organik karena terdapat metabolit sekunder tumbuhan yang kurang larut dalam air (Koul, 2016). Kelarutan senyawa aktif tumbuhan dalam air dapat ditingkatkan dengan pemanasan, penggunaan surfaktan (larutan sabun), dan penambahan sedikit alkohol atau metanol pada konsentrasi $\leq 1\%$ (Priyono, 2006).

Pelarut organik yang sering digunakan untuk mengekstrak bahan tumbuhan yang dikaji di antaranya etanol, metanol, heksana, etil asetat, dan aseton. Pengujian bioaktivitas insektisida *A. fistulosum*, *C. rotundus*, *H. rosa-sinensis*, *M. jalapa*, dan *T. erecta* lebih sering menggunakan etanol sebagai pelarut. Pelarut ekstrak metanol, heksana, dan aseton secara berurutan sering digunakan untuk pengujian *A. squamosa*, *P. nigrum* dan *L. camara*, *A. conyzoides*, serta *D. mollissimum*. Pengujian bioaktivitas *M. pudica* menggunakan beberapa jenis pelarut, namun tidak ada jenis pelarut yang menghasilkan ekstrak yang memenuhi kriteria efektif. Ekstrak *C. odorata* dan *D. elliptica* dengan pelarut aseton dan diklorometana dilaporkan lebih efektif dibandingkan dengan pelarut lain.

Bioaktivitas *A. cepa*, *C. x aurantiifolia*, *C. nardus*, *O. basilicum*, dan *Z. officinale* sering diuji dalam bentuk minyak atsiri karena kelima jenis tumbuhan tersebut termasuk kelompok tumbuhan

aromatik dengan kandungan senyawa minyak atsiri yang cukup tinggi (Sastrohamidjojo, 2014). Perbedaan penggunaan jenis pelarut organik tersebut disebabkan oleh perbedaan tingkat kepolaran senyawa aktif sehingga perbedaan banyaknya senyawa aktif yang terekstrak mengakibatkan perbedaan tingkat keefektifan terhadap serangga uji (Priyono *et al.*, 2006; Park, 2012; Kraikrathok *et al.*, 2013).

Hasil penelusuran pustaka menunjukkan bahwa 14 jenis tumbuhan, yaitu *A. conyzoides*, *A. cepa*, *A. fistulosum*, *A. squamosa*, *C. papaya*, *C. odorata*, *C. nardus*, *D. elliptica*, *D. acutangulum*, *D. mollicimum*, *L. camara*, *P. nigrum*, *T. erecta*, dan *Z. officinale* dilaporkan memiliki aktivitas insektisida yang kuat terhadap hama tanaman tertentu (Tabel 2). Hama tanaman yang sering digunakan sebagai serangga uji termasuk dalam dari ordo Lepidoptera, Hemiptera, dan Coleoptera, famili Crambidae, Plutellidae, Noctuidae, Aphididae, Chrysomelidae, Termitidae, dan Thripidae.

Selain itu, *M. jalapa* juga memiliki aktivitas sedang terhadap larva *Spodoptera litura*. Sementara itu, sediaan *C. x aurantiifolia*, *C. rotundus*, *H. rosa-sinensis*, *M. pudica*, dan *O. basilicum* dilaporkan efektif terhadap hama gudang dan permukiman. Pengujian yang ditemukan lebih banyak dilakukan terhadap serangga hama gudang dan permukiman dari ordo Coleoptera dan Diptera, seperti *Culex* sp., *Callosobruchus* sp., *Aedes* sp., *Anopheles* sp., *Tribolium* sp., dan *Sitophilus* spp., sedangkan publikasi yang menunjukkan aktivitas insektisida yang cukup kuat sampai sangat kuat terhadap hama tanaman tidak ditemukan.

Tabel 2. Data terpilih kategori aktivitas insektisida sediaan 20 jenis tumbuhan terhadap serangga uji

| Kategori aktivitas ^a | Jenis tumbuhan ^b | |
|---------------------------------|---|---|
| | <i>Ageratum conyzoides</i> (Asteraceae) | |
| | Ekstrak dengan pelarut organik | Ekstrak dengan pelarut air |
| SK | <i>Crociodomia pavonana</i> (Asikin, 2017) | <i>Plutella xylostella</i> , <i>Brevicoryne brassicae</i> (Amoabeng <i>et al.</i> , 2013) ^{SL} |
| K | <i>Helicoverpa armigera</i> (Ragesh <i>et al.</i> , 2016) | <i>Spodoptera litura</i> , <i>Athalia proxima lugens</i> (Yadav & Patel, 2017) |
| CK | <i>Spodoptera</i> sp. (Sari & Armayanti, 2018) ^A | |
| AL | <i>Nilaparvata lugens</i> (Nuryanti <i>et al.</i> , 2018) ^{SL} | |

Tabel 2. Data terpilih kategori aktivitas insektisida sediaan 20 jenis tumbuhan terhadap serangga uji (Lanjutan)

| Kategori aktivitas ^a | Jenis tumbuhan ^b | |
|---------------------------------|-----------------------------|--|
|---------------------------------|-----------------------------|--|

| <i>Allium cepa</i> (Liliaceae) | | |
|--|--|---|
| | Ekstrak dengan pelarut air | Minyak atsiri |
| SK | | <i>Schistocerca gregaria</i> (Mansour <i>et al.</i> , 2015) |
| K | <i>Podagrica sjostedti</i> (Ojo <i>et al.</i> , 2014) ^L | |
| <i>Allium fistulosum</i> (Liliaceae) | | |
| | Ekstrak dengan pelarut air | |
| K | <i>A. craccivora</i> (Salifu <i>et al.</i> , 2019) ^L | |
| L | <i>Maruca vitrata</i> , <i>Megalurothrips sjostedti</i> , <i>Anoplocnemis curvipes</i> (Salifu <i>et al.</i> , 2019) ^L | |
| <i>Annona squamosa</i> Annonaceae) | | |
| | Ekstrak dengan pelarut organik | Ekstrak dengan pelarut air |
| SK | <i>N. lugens</i> (Priyono <i>et al.</i> , 1994), <i>C. pavonana</i> (Priyono <i>et al.</i> , 1997), <i>P. xylostella</i> (Istiaji dkk., 2018), | <i>C. pavonana</i> (Basana & Priyono, 1994), <i>Helopeltis</i> sp. (Wiryadiputra, 1998), <i>Trichoplusia ni</i> (Seffrin <i>et al.</i> , 2010) ^{A,SL} , <i>Cylas formicarius</i> (Lapinangga & Lopez, 2018) |
| S | <i>Paracoccus marginatus</i> (Sifa <i>et al.</i> , 2013), <i>S. litura</i> (Ente <i>et al.</i> , 2020) | <i>Diacrisia obliqua</i> (Varma <i>et al.</i> , 2010), <i>S. litura</i> (Kharina <i>et al.</i> 2018) ^{SL} |
| L | <i>Pseudococcus viburni</i> (Fitri 2019) | |
| <i>Carica papaya</i> (Caricaceae) | | |
| | Ekstrak dengan pelarut organik | Ekstrak dengan pelarut air |
| SK | <i>Lipaphis erysimi</i> (Baroacha <i>et al.</i> , 2014) | |
| K | | <i>S. litura</i> (Ningrum <i>et al.</i> , 2010), <i>A. craccivora</i> (Setiawan & Oka, 2015), <i>Podagrica sjostedti</i> , <i>P. uniforma</i> (Ojo <i>et al.</i> , 2014) ^L |
| S | <i>S. frugiperda</i> (Perez-Gutierrez <i>et al.</i> , 2011) | <i>A. gossypii</i> (Ramadhona <i>et al.</i> , 2018) |
| L | | <i>Macrosiphum rosaeformis</i> (Gupta <i>et al.</i> , 2020) ^L |
| <i>Chromolaena odorata</i> (Asteraceae) | | |
| | Ekstrak dengan pelarut organik | Ekstrak dengan pelarut air |
| SK | <i>C. pavonana</i> (Asikin 2017) | <i>P. xylostella</i> (Amoabeng <i>et al.</i> , 2013) ^{SL} |
| S | | <i>B. brassicae</i> , <i>H. undalis</i> (Ezena, 2015; Ezena <i>et al.</i> , 2016) ^L |
| L | <i>Orthaga exvinacea</i> (Nambiar & Ranjini, 2018) ^A , <i>N. lugens</i> (Nuryanti <i>et al.</i> , 2018) ^{SL} | <i>S. litura</i> (Palit dkk., 2019) ^L |
| <i>Citrus x aurantiifolia</i> (Rutaceae) | | |
| | Ekstrak dengan pelarut air | |
| SL | <i>Leptocoris oratorius</i> (Kasi, 2012) | |
| <i>Cymbopogon nardus</i> (Poaceae) | | |
| | Ekstrak dengan pelarut organik | Ekstrak dengan pelarut air |
| SK | <i>D. melanogaster</i> (Ali <i>et al.</i> , 2019) | |
| K | | <i>H. armigera</i> (Setiawati <i>et al.</i> , 2011) ^{PT,L} , <i>Bemisia tabaci</i> (Saad <i>et al.</i> , 2017) |
| CK | | <i>M. sjostedti</i> (Abteew <i>et al.</i> , 2015) ^R , <i>P. xylostella</i> (Zahro <i>et al.</i> , 2016) ^A |
| SL | <i>Riptortus linearis</i> (Hasan, 2019) | |
| <i>Cyperus rotundus</i> (Cyperaceae) | | |
| | Ekstrak dengan pelarut organik | Ekstrak dengan pelarut air |
| L | <i>C. pavonana</i> (Dadang & Ohsawa, 2001) ^L | <i>Aulacophora foveicollis</i> (Iqbal <i>et al.</i> , 2017) ^L |

Tabel 2. Data terpilih kategori aktivitas insektisida sediaan 20 jenis tumbuhan terhadap serangga uji (Lanjutan)

| Kategori aktivitas ^a | Jenis tumbuhan ^b | |
|--|--|--|
| SL | <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Mansour <i>et al.</i> , 2004) | |
| <i>Derris elliptica</i> (Fabaceae) | | |
| | Ekstrak dengan pelarut organik | Ekstrak dengan pelarut air |
| SK | <i>S. litura</i> (Wiwattanapatapee <i>et al.</i> , 2009) | <i>Pomacea</i> sp. (Wibowo <i>et al.</i> , 2008), <i>P. canaliculata</i> (Solihin & Madarum, 2017) ^{SL} , <i>Chilo partellus</i> (January <i>et al.</i> , 2018) ^{SL} , <i>Oxya chinensis</i> (Yama <i>et al.</i> , 2019) |
| K | <i>S. exigua</i> (Hasyim <i>et al.</i> , 2019), | <i>Setora nitens</i> (Wahyudianto <i>et al.</i> , 2013), <i>P. xylostella</i> (Utomo <i>et al.</i> , 2017) |
| CK | <i>C. pavonana</i> (Komansilan <i>et al.</i> , 2019) ^A | <i>L. acuta</i> (Sitompul <i>et al.</i> , 2014) ^{SL} ; Warse <i>et al.</i> , 2019), <i>Achatina fulica</i> (Lestari & Rahmanto, 2020) |
| L | | <i>Aphis gossypii</i> (Rahmawasih, 2017) ^L |
| <i>Dysoxylum acutangulum</i> (Meliaceae) | | |
| | Ekstrak dengan pelarut organik | Ekstrak dengan pelarut air |
| SK | <i>C. pavonana</i> (Syahputra <i>et al.</i> , 2002 ^{PT} ; Prijono, 2005; Prijono <i>et al.</i> , 2006), <i>C. pavonana</i> (Prijono <i>et al.</i> , 2001), <i>P. xylostella</i> (Yuswanti & Prijono, 2004; Huda, 2003 ^{PP}) | <i>C. pavonana</i> (Prijono <i>et al.</i> , 2006) ^L |
| <i>Dysoxylum mollissimum</i> (Meliaceae) | | |
| | Ekstrak dengan pelarut organik | Ekstrak dengan pelarut air |
| SK | <i>C. pavonana</i> (Charnelis <i>et al.</i> , 1998; Prijono, 2005 ^A ; Prijono <i>et al.</i> , 2006), <i>C. pavonana</i> (Prijono, 1998) ^{A,PP} | <i>C. pavonana</i> (Prijono <i>et al.</i> , 2006) ^L |
| <i>Lantana camara</i> (Verbenaceae) | | |
| | Ekstrak dengan pelarut organik | Ekstrak dengan pelarut air |
| SK | <i>S. litura</i> (Awasthi & Avasthi, 2018), <i>C. pavonana</i> (Javier <i>et al.</i> , 2018a) | <i>B. tabaci</i> (Patil, 2009) ^{SL} , <i>C. pavonana</i> (Javier <i>et al.</i> , 2018b) |
| K | <i>R. linearis</i> , <i>N. viridula</i> (Hendrival <i>et al.</i> , 2013) ^L , <i>Phenacoccus solenopsis</i> (Kumar <i>et al.</i> , 2019), <i>P. xylostella</i> (Khaidir & Hendrival, 2013) ^A | <i>R. linearis</i> , <i>N. viridula</i> , <i>P. hybneri</i> (Hendrival <i>et al.</i> , 2013 ^L ; Hendrival <i>et al.</i> , 2014 ^L) |
| S | | <i>S. exigua</i> (Puspitalia dkk., 2018), <i>P. xylostella</i> (Begna & Damtew, 2015) ^L |
| AL | <i>Myzus persicae</i> (Stein & Klingauf, 1990) ^{SL} | |
| <i>Mirabilis jalapa</i> (Nyctaginaceae) | | |
| | Ekstrak dengan pelarut organik | Ekstrak dengan pelarut air |
| S | <i>S. litura</i> (Suryani dkk., 2017) | <i>Thrips palmi</i> (Prema <i>et al.</i> , 2018) |
| <i>Piper nigrum</i> (Piperaceae) | | |
| | Ekstrak dengan pelarut organik | Ekstrak dengan pelarut air |
| SK | <i>N. lugens</i> , <i>P. xylostella</i> (Kim <i>et al.</i> , 2001), <i>S. litura</i> (Fan <i>et al.</i> , 2011; Park, 2012), <i>C. pavonana</i> (Prijono <i>et al.</i> , 2006), | |
| K | | <i>M. sjostedti</i> (Abtew <i>et al.</i> , 2015) |
| S | <i>S. frugiperda</i> (Tavares <i>et al.</i> , 2011) ^{PP} | |

Tabel 2. Data terpilih kategori aktivitas insektisida sediaan 20 jenis tumbuhan terhadap serangga uji (Lanjutan)

| Kategori aktivitas ^a | Jenis tumbuhan ^b | | |
|--|---|--|---|
| <i>Tagetes erecta</i> (Asteraceae) | | | |
| Ekstrak dengan pelarut organik | | | |
| SK | <i>S. frugiperda</i> (Salinas-Sanches <i>et al.</i> , 2012) | | |
| AL | <i>N. lugens</i> (Nuryanti <i>et al.</i> , 2018) ^{SL} | | |
| <i>Zingiber officinale</i> (Zingiberaceae) | | | |
| | Ekstrak dengan pelarut organik | Ekstrak dengan pelarut air | Punyulingan |
| SK | | | <i>S. litura</i> (Elumalai <i>et al.</i> , 2010) |
| K | <i>Trichoplusia binotalis</i> (Rizvi <i>et al.</i> , 2015) ^L | | |
| CK | <i>C. pavonana</i> (Mendes <i>et al.</i> , 2016) ^A | <i>P. xylostella</i> (Asfi dkk., 2015) | <i>S. littoralis</i> (Hamada <i>et al.</i> , 2018), <i>P. xylostella</i> (Babu <i>et al.</i> , 2018) ^R |
| S | <i>A. cracivora</i> (Ofuya & Okuku, 1994) | <i>Megalurothrips usitatus</i> (Indiati, 2012) ^L , <i>Earias vittella</i> , <i>H. armigera</i> (Javed <i>et al.</i> , 2018) ^L , <i>Aulacaspis tubercularis</i> (Siam & Othman, 2020) ^L , <i>B. brassicae</i> (Abigail, 2016; Sekyere <i>et al.</i> , 2019) ^L | |

^aKategori aktivitas insektisida terhadap serangga uji; SK: sangat kuat, K: kuat, CK: cukup kuat, S: sedang, AL: agak lemah, L: lemah, SL: sangat lemah. ^bAktivitas biologi lain; A: *antifeedant*, R: repelen, PP: penghambat pertumbuhan, PT: penghambat peneturan. ^LTempat pengujian ekstrak di lapangan; ^{SL}Pengujian ekstrak dengan metode semilapangan.

Senyawa metabolit sekunder yang bersifat insektisida dalam *A. conyzoides* termasuk golongan flavonoid dan kumarin. Senyawa flavonoid tertentu dilaporkan memiliki aktivitas insektisida, *antifeedant*, dan penghambat pertumbuhan (Moreira *et al.*, 2007; Rioba & Stevenson, 2017). Beberapa jenis tumbuhan lain yang memiliki aktivitas insektisida terhadap hama tanaman juga mengandung senyawa golongan flavonoid, seperti *A. fistulosum* (Udjaili dkk., 2015), *C. papaya* (Priyadarshi & Ram 2018), dan *T. erecta* (Salehi *et al.*, 2018). Meisyara *et al.*, (2019) mengemukakan bahwa ekstrak metanol daun *C. odorata* mengandung senyawa flavonoid dan tanin. Minyak atsiri daun *C. odorata* mengandung geijerena, pregeijerena, germakrena-D, α -pinena, dan β -pinena (Kossouh *et al.*, 2011; Félicien *et al.*, 2012). Minyak atsiri *Z. officinale* mengandung senyawa β -zingiberin, geraniol, dan neral (Mahboubi, 2019). Ekstrak daun *L. camara* mengandung senyawa kelompok flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan fitosterol (Kalita *et al.*, 2011; Sousa & Costa, 2012). Senyawa fenolik yang terdapat dalam tumbuhan memiliki sifat racun dehidrasi dan menyebabkan gangguan terhadap jaringan saraf serangga (Kasmara *et al.*, 2018). Senyawa aktif utama dalam biji *A. squamosa* adalah skuamosin yang termasuk dalam

golongan asetogenin yang bekerja sebagai racun respirasi sel (Mondal, 2018). Senyawa kelompok limonoid merupakan senyawa aktif utama dalam berbagai tumbuhan Meliaceae (Emerenciano *et al.*, 2015). Senyawa aktif dalam tumbuhan genus *Derris* adalah rotenon dan senyawa rotenoid lain yang juga bekerja sebagai racun respirasi sel (Hollingworth, 2001; Lu *et al.*, 2009).

Keamanan Sediaan Insektisida Nabati Yang Dikaji

Insektisida nabati secara umum diketahui relatif aman terhadap keanekaragaman hayati dan lingkungan karena memiliki sifat tidak persisten atau mudah terurai di alam (Leahy *et al.*, 2014; Koul, 2016). Misal, rotenon dari akar *D. elliptica* mudah terurai dalam air dan tidak tahan panas (Hien *et al.*, 2003). Potensi insektisida dari ekstrak tumbuhan juga ditelaah berdasarkan kriteria keamanan bagi organisme bukan sasaran, namun publikasi terkait hal tersebut masih terbatas jumlahnya. Amoabeng *et al.* (2013) melaporkan bahwa perlakuan ekstrak *A. conyzoides* dan *C. odorata* cukup aman terhadap beberapa jenis hama predator hama kubis. Pada penelitian lain, Istiaji dkk. (2018) melaporkan bahwa perlakuan dengan ekstrak biji *A. squamosa* pada konsentrasi subletal tidak berpengaruh negatif

terhadap sintasan dan perkembangan parasitoid *Diadegma semiclausum*. Penggunaan ekstrak akar tuba pada pertanaman sawi sampai konsentrasi 0,8% tidak berpengaruh nyata terhadap indeks keanekaragaman dan kekayaan jenis Arthropoda (Suryanto dkk., 2020).

Ekstrak beberapa jenis tumbuhan perlu digunakan secara hati-hati karena cukup beracun. Sebagai contoh, *L. camara* dilaporkan dapat menyebabkan keracunan pada hewan ternak di lapangan (Sharma *et al.*, 1988; Ghisalberti, 2000). Selain itu, polen bunga *A. conyzoides* dilaporkan dapat menyebabkan alergi pada beberapa orang yang sensitif (Kamboj & Saluja, 2008). Akar *D. elliptica* secara tradisional digunakan sebagai racun ikan sehingga perlu diperhatikan bila digunakan di lokasi yang dekat perairan (Hien *et al.*, 2003).

Pemasyarakatan Sediaan Insektisida Nabati

Ketersediaan tumbuhan sumber insektisida nabati di Indonesia menjadi faktor yang dapat menunjang potensi penggunaan insektisida nabati di masyarakat sehingga petani dapat dianjurkan untuk menanam tumbuhan insektisida nabati di sekitar lahan pertanian mereka. Selain berdasarkan persebaran tumbuhan tersebut, ketersediaan cara pembuatan ekstrak sederhana menggunakan pelarut air juga menjadi salah satu pendukung pemasyarakatan insektisida nabati (Priyono, 1999, 2006). Aplikasi insektisida nabati di lapangan dapat dilakukan bersamaan dengan praktik PHT dan sistem budi daya pertanian berkelanjutan. Diseminasi insektisida nabati agar lebih dikenal dan digunakan oleh petani dapat dilakukan melalui kerja sama berbagai lembaga pemerintah dan non-pemerintah. Sebagai contoh, pihak terkait yang memiliki peran dalam sosialisasi insektisida nabati, yaitu petugas pengamat OPT, kelompok tani, Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura, program kegiatan perguruan tinggi, lembaga swadaya masyarakat, dan kebijakan yang dikeluarkan oleh pemerintah (Yusuf, 2020).

SIMPULAN

Hasil telaah pustaka menunjukkan bahwa 14 dari 20 jenis tumbuhan yang dikaji memiliki aktivitas insektisida cukup kuat sampai sangat kuat, yaitu *A. conyzoides*, *A. cepa*, *A. fistulosum*, *A. squamosa*, *C. papaya*, *C. odorata*, *C. nardus*, *D. elliptica*, *D. acutangulum*, *D. mollicimum*, *L. camara*, *P. nigrum*, *T. erecta*, dan *Z. officinale*. Insektisida nabati

umumnya mudah terurai di lingkungan dan relatif aman terhadap organisme bukan sasaran. Pemasyarakatan insektisida nabati dapat dilakukan melalui sosialisasi yang bekerjasama dengan berbagai pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abigail, A. 2016. The effect of aqueous ginger (*Zingiber officinale*) extracts on the management of major pest of cabbage (*Brassica oleracea var. capitata*) [tesis]. Kwame Nkrumah Univ. Kumasi.
- Abteew, A, S Subramanian, X Cheseto, S Kreiter, G-T Garzia, and T Martin. 2015. Repellency of plant extracts against the legume flower thrips *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). *Insects*. 6:608-625.
- Aktar, MW, D Sengupta, and A Chowdhury. 2009. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisc. Toxicol.* 2:1-12.
- Ali, F, J Khan, A Zada, B Faheem, I Khan, M Salman, and K Khan. 2019. Bio-insecticidal efficacy of botanical extracts of citronella and cinamon against *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* and *Drosophila melanogaster* under laboratory conditions. *FEB*. 28(4A):3104-3109.
- Amoabeng BW, GM Gurr, CW Gitau, HI Nicol, L Munyakazi, and PC Stevenson. 2013. Tri-trophic insecticidal effects of African plants against cabbage pests. *PLoS ONE* 8:e78651.
- Asfi SH, YS Rahayu, dan Yuliani. 2015. Uji bioaktivitas filtrat rimpang jahe merah (*Zingiber officinale*) terhadap tingkat mortalitas dan penghambatan aktivitas makan *Plutella xylostella* secara in-vitro. *LenteraBio*. 4:50-55.
- Asikin, S. 2017. Dua jenis gulma sebagai pestisida nabati terhadap ulat krop kubis (*Crocidolomia pavonana*). Pp. 880-892 Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian; Banjarbaru, 20 Juli 2016. (Muslimin dkk., Eds). BBPPTP, Bogor.
- Awasthi A, and S Avasthi. 2018. Screening of some plant extracts against polyphagous pest *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Entomol. Zool. Stud.* 3:173-176.
- Babu, GDK, SK Dolma, M Sharma, and SGE Reddy. 2018. Chemical composition of essential oil and oleoresins of *Zingiber officinale* and toxicity of extracts/essential oil against

- diamondback moth (*Plutella xylostella*). Toxin Rev.
- Baroacha, RF, AA Ujjan, MA Khanzada, A Manzur, and S Shahzad. 2014. Efficacy of *Carica papaya* and *Aloe Barbadensis* leaf extracts against mustard aphids (*Lipaphis erysimi* Kalt.). Int. J. Biol. Biotech. 11(1):141-145.
- Begna, F, and T Damtew. 2015. Evaluation of four botanical insecticides against diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) on head cabbage in the central rift valley of Ethiopia. SJAR. 4(5):97-105
- [CABI] Centre for Agriculture and Bioscience International. 2020. Invasive species compendium. Tersedia pada <https://www.cabi.org>; diakses pada 15 September 2020.
- Charnelis, D Priyono, dan ES Ratna. 1998. Aktivitas insektisida ekstrak biji tiga spesies Meliaceae terhadap *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Buletin HPT. 10(2):22-28.
- Dadang, and K Ohsawa. 2001. Efficacy of plant extracts for reducing larval populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) and cabbage webworm, *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), and evaluation of cabbage damage. Appl. Entomol. Zool. 36(1):143-149.
- Dougoud, J, S Toepfer, M Bateman, and WH Jenner. 2019. Efficacy of homemade botanical insecticides based on traditional knowledge. A review. Agron. Sustain. Dev. 39:37.
- Elumalai, K, K Krishnappa, A Anandan, M Govindarajan, and T Mathivanan. 2010. Larvicidal and ovicidal activity of seven essential oil against lepidopteran pest *S. litura*. IJRSR. 1:8-14.
- Emerenciano DP, MAM Maciel, FHX Júnior, and MFV Moura. 2015. Phytochemical and pharmacological aspects of Meliaceae and *Azadirachta indica* A. Juss. Int. J. Latest Res. Sci. Technol. 124:128-135.
- Ente, ZF, O Rumape, dan S Duengo. 2020. Efektivitas ekstrak daun srikaya (*Annona squamosa* L) sebagai insektisida nabati terhadap hama ulat grayak (*Spodoptera litura*). Jamb. J. Chem. 2(1):1-9.
- Ezena, GN, C Akotsen-Mensah, and KO Fening. 2016. Exploiting the insecticidal potential of the invasive siam weed. *Chromolaena odorata* L. (Asteraceae) in the management of the major pests of cabbage and their natural enemies in Shouthern Ghana. Adv Crop Sci Tech. 4(4):1-6.
- Ezena, GN. 2015. Exploiting the Insecticidal Potential of the Invasive Siam Weed, *Chromolaena odorata* L. (Asteraceae) in the Management of the Major Pests of Cabbage, *Brassica oleracea* var *capitata* and Their Natural Enemies for Enhanced Yield in the Moist Semi-deciduos Agro-ecological Zone of Ghana [Thesis]. University of Ghana. Legon.
- Fan, LS, R Muhamad, D Omar, and M Rahmani. 2011. Insecticidal properties of *Piper nigrum* fruit extracts and essential oils against *Spodoptera litura*. Int. J. Agric. Biol. 13(4):517-522.
- Félicien, A, A Alain, D Sebastien, T Fidele, Y Boniface, M Chantal, and S Dominique. 2012. Chemical composition and biological activities of the essential oil extracted from the fresh leaves of *Chromolaena odorata* (L. Robinson) growing in Benin. ISCA J. Biol. Sci. 1:7-13.
- Fitri, A. 2019. Pengaruh ekstrak biji srikaya (*Annona squamosa*) terhadap kutu putih *Pseudococcus viburni* [Skripsi]. UIN Raden Intan. Lampung.
- [GBIF] Global Biodiversity Information Facility. 2019. Free and open access to biodiversity data. Tersedia di <https://www.gbif.org>; diakses pada 15 September 2020.
- Ghisalberti, EL. 2000. Review *Lantana camara* L. (Verbenaceae). Fitoterapia. 71(2000):467-486.
- Gupta, G, S Sharma, and N Kumar. 2020. *Carica papaya* aqueous leaf extracts as potential botanical insecticide against rose aphids (*Macrosiphum tosaeformis* D.). JEZS. 8(3):960-964.
- Hamada, HM, M Awad, M El-Hefny, and MAM Moustafa. 2018. Insecticidal activity of garlic (*Allium sativum*) and ginger (*Zingiber officinale*) oils on the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae). African Entomology. 26(1):84-94.
- Hasan, N. 2019. Uji efektivitas ekstrak daun serai wangi dan insektisida insect growth regulator (IGR) siromazin terhadap mortalitas dan pertumbuhan *Riptortus linearis* di laboratorium [skripsi]. Unila. Lampung.
- Hasyim, A, W Setiawati, L Lukman, dan LS Marhaeni. 2019. Evaluasi konsentrasi lethal dan waktu lethal insektisida botani terhadap ulat bawang (*Spodoptera exigua*) di laboratorium. J. Hort. 29(1):69-80.

- Hendrival, Latifah, dan A Nisa. 2013. Efikasi beberapa insektisida nabati untuk mengendalikan hama pengisap polong di pertanaman kedelai. *J. Agrista*. 17(1):18-27.
- Hendrival, A Nisa, dan Nurfitriana. 2014. Teknologi pengendalian hama penghisap polong kedelai dengan penggunaan insektisida nabati dan tanaman penghalang. Di dalam: Iskandar T, Mirza I, Subaidi A, Yusriani Y, Effendi, Syafruddin, Alemia E, Herlina CN, Ferayanti F. Prosiding Seminar Regional Wilayah Sumatera [Internet]; 2014 Sep 2-3. BPTP Aceh. Banda Aceh.
- Hien, PP, H Gortnizka, and R Kraemer. 2003. Rotenone-potential and prospect for sustainable agriculture. *Omonrice* 11:83-92.
- Hollingworth, RM. 2001. Inhibitors and uncouplers of mitochondrial oxidative phosphorylation. Pp. 1169-1261, *in* Handbook of Pesticide Toxicology Vol 2.(Krieger R, J Doull, D Ecobichon, D Gammon, E Hogson, L Reiter, L Ross, Eds). Academic Press . Agents. San Diego.
- Hudaya, DA. 2003. Pengaruh ekstrak daun *Dysoxylum acutangulum* Miq. (Meliaceae) terhadap mortalitas dan reproduksi *Plutella xylostella* (L.) (Lepodoptera: Yponomeutidae) [skripsi]. IPB. Bogor.
- Indiati, SW. 2012. Pengaruh insektisida nabati dan kimia terhadap hama Thrips. *JPPTP*. 31(3):152-157.
- Iqbal, A, A Usman, M Shah, and SS Alam. 2017. Assessment of indigenous plant extracts in combination with synthetic insecticide and wood ash for the management of red pumpkin beetle *Aulacophora foveicollis* (Lucas) (Chrysomelidae: Coleoptera) on snake melon (*Cucumis melo* var. long melon). *Pak. J. Weed Sci. Res.* 23(4): 379-386.
- Isman, MB. 2020. Botanical insecticides in the twenty-first century—fulfilling their promise? *Annu. Rev. Entomol.*, 65:233-249.
- Isman, MB and ML Grieneisen. 2014. Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. *Trends Plant Sci. Opin.* 19:140-145.
- Istiaji, B, D Priyono, dan D Buchori. 2018. Keberhasilan hidup parasitoid *Diadegma semiclausum* Hellen dan serangga inangnya *Plutella xylostella* (L.) terhadap aplikasi ekstrak biji srikaya (*Annona squamosa* L.). *J. Entomol. Indones.* 15:10-22.
- Jacobson, M. 1989. Botanical pesticides: past, present, and future. Pp. 1-10 *in* Insecticides of Plant Origin. (JT Arnason, BJR Philogene, and P Morand P, Eds.). ACS, Washington D.C.
- January, B, GM Rwegasira, and T Tefera. 2018. Efficacy of selected biopesticides and botanical extracts in managing rice stem borer, *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Crambidae) in Tanzania. *JAERI*. 15(4):1-16.
- Javed, M, MZ Majeed, M Sufyan, S Ali, and M Afzal. 2018. Field efficacy of selected synthetic and botanical insecticides against lepidopterous borers, *Earias vittella* and *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), on okra (*Abelmoschu esculentus* (L.) Moench). *Pakistan J. Zool.* 50 (6):2019-2028.
- Javier, AMV, VR Ocampo, FA Ceballo, and PA Javier. 2018a. Insecticidal activity of crude ethanolic extracts of five philipine plants against cabbage worm. *Crociodolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). *Philipp J. Sci.* 147(3):513-521.
- Javier, AMV, VR Ocampo, FA Ceballo, and PA Javier. 2018b. Insecticidal activities of essential oils from different plants against the cabbage worm, *Crociodolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). *Philipp. Agric. Sci.* 101(2):158-166.
- Kalita S, G Kumar, L Karthik, and KVB Rao. 2011. Phytochemical composition and in vitro hemolytic activity of *Lantana camara* L. (Verbenaceae) leaves. *Pharmacologyonline.* 1:59-67.
- Kamboj A and AK Saluja. 2008. *Ageratum conyzoides* L.: a review on its phytochemical and pharmacological profile. *Int. J. Green Chem.* 2:59-68.
- Kasi, PD. 2012. Pemanfaatan ekstrak daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai insektisida nabati terhadap hama walang sangit (*Leptocorisa oratorius*) pada tanaman padi. *J Dinamika.* 13 (1): 12-18.
- Kasmara, H, Melanie, DA Nurfajri, W Hermawan, and C Panatarani. 2018. The toxicity evaluation of prepared *Lantana camara* nano extract against *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *AIP Conf. Proc.* 1927; 030046.
- Kew Science. 2020. Plants of the World Online. Royal Botanic Garden, Kew.
- Khaidir, dan Hendrival. 2013. Pengujian penghambatan aktivitas makan dari ekstrak daun *Lantana camara* L. (Verbenaceae)

- terhadap larva *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae). J. Floratek. 8:35-44.
- Kharina, R, Suryadarma, Suhartini, dan T Aminatun. 2018. Pengaruh pemberian larutan daun dan biji srikaya (*Annona squamosa* L.) sebagai pestisida nabati pengendali hama ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). JPB. 7(8):636-645.
- Kim, SI, OK Shin, C Song, KY Cho, and YJ Ahn. 2001. Insecticidal activities of aromatic plant extracts against four agricultural insects. Agric. Chem. Biotechnol. 44(1):23-26.
- Komansilan, A, NW Suriani, and HJ Lawalata. 2019. Effectiveness of tuba root extract (*Derris elliptica* L.) against antifeedant of *Crociodolomia binotalis* caterpillar on mustard plant (*Brassica juncea* L.). IJEAB. 4(5):1505-1512.
- Kossouh, C, M Moudachirou, V Adjakidje, JC Chalchat, G Figuéredo, and P Chalard. 2011. Volatile constituents of *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob. leaves from Benin. J. Essent. Oil-Bearing Plants 14:224-228.
- Koul O. 2016. The Handbook of Naturally Occurring Insecticidal Toxins. CABI, Wallingford.
- Kraikrathok, C, S Ngamsaeng, V Bullangpoti, W Pluempanupat, and O Koul. 2013. Bioefficacy of some Piperaceae plant extracts against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). Comm. Appl. Biol. Sci. Ghent Univ. 78:305-309.
- Kumar, D, D Prakash, V Agrawal, S Nebapure, A Ranjan, and T Jindal. 2019. Bio-efficacy of indian weed plants Lantana camara on cotton mealy bug (*Ohenacoccus solenopsis*). Plant Arch. 19(2):820-823.
- Lapinangga, NJ, and YF dan Lopez. 2018. Pemanfaatan bahan nabati lokal berefek pestisida untuk mengendalikan hama *Cylas formicarius* pada tanaman ubi jalar. Agrovigor. 11(1):34-38.
- Leahy J, M Mendelsohn, J Kough, R Jones, and N Berckes. 2014. Biopesticide oversight and registration at the U.S. Environmental Protection Agency. Pp. 3-18 in Biopesticides: State of the Art and Future Opportunities. (AD Gross, JR Coats, SO Duke, and JN Seiber, Eds.). ACS, Washington D.C.
- Lestari, F, dan B Rahmanto. 2020. Toksisitas ekstrak bahan nabati dalam pengendalian hama *Achatina fulica* (Ferussac, 1821) pada tanaman nyawai (*Ficus variegata* (Blume)). J. WASIAN. 7(1):39-50.
- Lestari, NA. 2019. Kajian potensi berbagai tanaman liar menjadi pestisida nabati. J. Agrovet 1:260-273.
- Lu, HY., JY Liang, P Yu, and XY Chen. 2009. Rotenoids from the root of *Derris elliptica* (Roxb.) Benth. II. Chin. J. Nat. Med. 7:24-27.
- Mahboubi, M. 2019. *Zingiber officinale* Rosc. essential oil, a review on its composition and bioactivity. Clin. Phytosci. 5:1-12.
- Mansour, SA, AZ El-Sharkawy, and NA Abdel-Hamid. 2015. Toxicity of essential oils, in comparison with conventional insecticides, against the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forsk.). Ind. Crops Prod. 63: 92-99.
- Mansour, F, H Azaizeh, B Saad, Y Tadmor, F Abo-Moch, and O Said. 2004. The potential of middle eastern flora as a source of new safe bio-acaricides to control *Tetranychus cinnabarinus*, the carmine spider mite. Phytoparasitica. 32(1):66-72.
- Meisyara, D, NPRA Krishanti, A Zulfitri, AS Lestari, D Tarmadi, SK Himmi, Y Amin, D Zulfiana, A Fajar, S Yusuf, and M Ismayati. 2019. Biological activity of local plant extracts from Toba region as insecticide. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 374:012006.
- Mendes, JA, Dadang, dan RE Ratna. 2016. Efek mortalitas dan penghambatan makan beberapa ekstrak tumbuhan asal kabupaten Merauke, Papua terhadap larva *Crociodolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae). J. HPT Trop. 16(2):107-114.
- [Mentan] Menteri Pertanian Republik Indonesia. 2020. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 369/KPTS/SR.330/M/6/2020 tentang Kriteria Teknis Pendaftaran Pestisida. Mentan, Jakarta.
- Mondal, P. 2018. *Annona squamosa* a potential botanical insecticide for agricultural domains: a review. Int. J. Biores. Sci. 5:81-89.
- Moreira, MD, MC Picanco, LCA Barbosa, RNC Guedes, EC Barros, and MR Campos. 2007. Compounds from *Ageratum conyzoides*: isolation, structural elucidation and insecticidal activity. Pest Manage. Sci. 63: 615-625.
- Nambiar, JG, and KR Ranjini. 2018. Efficacy of *Clerodendrum infortunatum* and *Chromolaena odorata* on carbohydrate content in haemolymph of the sixth instar

- larvae of *Orthaga exvinacea* Hampson. IJETMR. 5(4):62-68. DOI: 10.5281/zenodo.1244719
- Ningrum, PT, RS Pujiati, Ellyke, dan MA Dewi. 2010. Rendaman daun pepaya (*Carica papaya*) sebagai pestisida nabati untuk pengendalian hama ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada tanaman cabai. Prosiding Seminar Nasional Tantangan Terkini Perkembangan Obat dan Aplikasi Klinis.
- Nuryanti, NSP, E Martono, ES Ratna, and Dadang. 2018. The bioactivities of selected Piperaceae and Asteraceae plant extracts against brown plant hopper (*Nilaparvata lugens* Stål.). J. ISSAAS 24:70-78.
- Oerke EC. 2006. Centenary review: crop losses to pests. J. Agric. Sci. 144:31-43.
- Oerke EC, HW Dehne, F Schönbeck, and A Weber. 1999. Crop Production and Crop Protection: Estimated Losses in Major Food and Cash Crops. Elsevier, Amsterdam. 808 pp.
- Ofuya TI, and IE Okuku. 1994. Insecticidal effect of some plant extracts on the cowpea aphid *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). *Anz. Schäd. Pflanzensch., Umweltsch.* 67:127-129.
- Ojo JA, AA Olunloyo, and O Ibitoye. 2014. Evaluation of botanical insecticides against flea beetles *Podagrica sjostedti* and *Podagrica uniforma* of okra. *Int. J. Adv. Res.* 2:236-244.
- Palit FB, HL Rampe, dan M Rumondor. 2019. Intensitas serangan akibat hama pemakan daun setelah aplikasi ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*) pada tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *JIS.* 9(2):99-104.
- Park, IK. 2012. Larvicidal activity of constituents identified in *Piper nigrum* L. fruit against the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Kor. J. Appl. Entomol.* 51:149-152.
- Patil, BJ. 2009. Studies on plant extracts as insecticides against white flies *Bemisia tabaci* (Gen.) on tomato to protect environmental pollution. *Q. J. Int. Agric.* 8(3):515-517.
- Perez-Gutierrez, S, MA Zavala-Sanchez, MM Gonzalez-Chavez, NC Cardenas-Ortega, and MA Ramos-Lopez. 2011. Bioactivity of *Carica papaya* (Caricaceae) against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Molecules.* 16:7502-7509.
- Prema, MS, N Ganapathy, P Renukadevi, S Mohankumar, and J-S Kennedy. 2018. Efficacy of different botanical extracts on *Thrips palmi* in cotton. *JPP.* 7(2):2824-2829.
- Prijono, D. 1999. Prospek dan strategi pemanfaatan insektisida alami dalam PHT. Pp. 1-7 in Bahan Pelatihan Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Alami; Bogor, 9-13 Agustus 1999. (BW Nugroho, Dadang, dan D Prijono, Eds.). Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Prijono, D, MS Gani, and E Syahputra. 1997. Insecticidal activity of annonaceous seed extracts against *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Buletin HPT.* 9(1):1-6.
- Prijono, D, S Manuwoto, and RAT Soemawinata. 1994. Insecticidal activity of sugar apple (*Annona squamosa* L.) and pond apple (*A. glabra* L.) seed extracts against rice brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (STAL). Unesco National Seminar on Chemistry of Natural Products of Indonesian Plants. 1994 Des 15-16; Depok. hlm 335-341.
- Prijono, D, JI Sudiar, and Irmayetri. 2006. Insecticidal activity of Indonesian plant extracts against the cabbage caterpillar, *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae). *J. ISSAAS* 12):25-34.
- Prijono, D, E Syahputra, Sudarmo, BW Nugroho, dan P Simajuntak. 2001. Aktivitas lima jenis insektisida alami terhadap ulat krop kubis *Crocidolomia binotalis* Zeller. Pp. 72-82 in Prosiding Seminar Nasional PEI. Pengelolaan Serangga yang Bijaksana menuju Optimasi Produksi [Internet]; 2001 Nop 6. PEI. Bogor.
- Prijono, D. 1998. Insecticidal activity of meliaceous seed extracts against *Crocidolomia pavonana* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Bulhpt.* 10 (1): 1-7.
- Prijono, D. 2005. Polytomous quantal response of *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae) to extracts of *Aglaiia* spp. and *Dysoxylum* spp. (Meliaceae). *JHPT Trop.* 5 (1): 1-10.
- Prijono, D. 2006. Pedoman Praktis Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Botani. Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Priyadarshi A, and B Ram. 2018. A review on pharmacognosy, phytochemistry and pharmacological activity of *Carica papaya* (Linn.) leaf. *Int. J. Phar., Sci. Res.* 9:4071-4078.

- Puspitalia, N, Y Liswarni, dan H Hamid. 2018. Uji konsentrasi ekstrak air daun *Lantana camara* Linnaeus terhadap mortalitas dan perkembangan *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). JPT. 2(1):28-36.
- Ragesh, PR, TN Bhhutia, S Ganta, and AK Singh. 2016. Repellent, antifeedant and toxic effects of *Ageratum conyzoides* (Linnaeus) (Asteraceae) extract against *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). Arch. Phytopathol. Plant Prot. 49:1-12.
- Rahmawasih. 2017. Pengaruh pemberian ekstrak akar tuba untuk mengendalikan hama kutu daun *Aphis gossypii* pada tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). J. Perbal Faperta UNCP. 5(3):41-48.
- Ramadhona, R, Djamilah, dan Mukhtasar. 2018. Efektivitas ekstrak daun pepaya dalam pengendalian kutu daun pada fase vegetatif tanaman terung. JIPI. 20(1):1-7.
- Rauf, A, D Prijono, Dadang, IW Winasa, and DA Russell. 2004. Survey of pest control practices of cabbage farmers in West Java, Indonesia. Department of Plant Pests and Diseases IPB, Bogor and Centre for Environmental Stress and Adaptation Research, LaTrobe University, Melbourne.
- [RI] Presiden Republik Indonesia. 2019. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2019 tentang Sistem Budi Daya Pertanian Berkelanjutan. RI, Jakarta.
- Rioba, NB, and PC Stevenson. 2017. *Ageratum conyzoides* L. for the management of pests and diseases by small holder farmers. *Ind. Crops Prod.*, 110:22-29.
- Rizvi, SAH, S Hussain, SU Rehman, S Jaffar, and MFU Rehman. 2015. Efficacy of ecofriendly botanical extracts of ginger (*Zingiber officinale*), garlic (*Allium sativum*) and tobacco (*Nicotiana tabacum* L) for the control of cabbage looper (*Trichoplusia binotalis*) under agro-ecological conditions of Peshawar, Pakistan. JEZS. 4(1):88-90.
- Saad, KA, MNM Roff, and AB Idris. 2017. Toxic, repellent, and deterrent effects of citronella essential oil on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on chili plants. JES. 52(2):119-130.
- Salehi, B, M Valussi, MFB Morais-Braga, JNP Carneiro, ALAB Leal, HDM Coutinho, S Vitalini, D Kregiel, H Antolak, M Sharifi-Rad, NCC Silva, Z Yousaf, M Martorell, M Iriti, S Carradori, and J Sharifi-Rad. 2018. *Tagetes* spp. essential oils and other extracts: chemical characterization and biological activity. *Molecules* 23:2847.
- Salifu B, AA Atongi, and Yeboah. 2019. Efficacy of spring onion (*Allium fistulosum*) leaf extract for controlling major field insect pests of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) in the Guinea savannah agroecological zone of Ghana. J. Entomol. Zool. Stud. 7:730-733.
- Salinas-Sanchez, DO, L Aldana-Llanos, ME Valdes-Estrada, M Gutierrez-Ochona, G Valladares-Cisneros, and E Rodriguez-Flores. 2012. Insecticidal activity of *Tagetes erecta* extracts on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Fla Entomol. 95 (2): 428-432.
- Sari DE, dan AK Armayanti. 2018. Efek antifeedant ekstrak *Ageratum conyzoides* L. terhadap *Spodoptera* sp. J. Agrominansia 3:89-95.
- Sastrohamidjojo, H. 2014 Kimia Minyak Atsiri. Gajah Mada University Press, Yogyakarta. 248 hlm.
- Sastrosiswojo, S, dan W Setiawati. 1993. Hama-hama tanaman kubis dan cara pengendaliannya. Pp. 39-50 in Kubis. (AH Permadi & S Sastrosiswojo, Eds.). Balai Penelitian Hortikultura, Bandung.
- Seffrin, RDC, I Shikano, Y Akhtar, and MB Isman. 2010. Effects of crude seed extracts of *Annona atemoya* and *Annona squamosa* L. against the cabbage looper, *Trichoplusia ni* in the laboratory and greenhouse. Crop Protection. 29 (1): 20-24.
- Sekyere, PA, D Adom, and A Addo. 2019. Controlling dangerous cabbage pests in Ghana: the effects of aqueous extracts of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) as organic pesticides. JJ Agriculture. 5(1):1-10.
- Setiawan, H, dan AA Oka. 2015. Pengaruh variasi dosis larutan daun pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap mortalitas hama kutu daun (*Aphis craccivora*) pada tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) sebagai sumber belajar biologi. Bioedukasi. 6(1):54-62.
- Setiawati, W, R Murtiningsih, and A Hasyim. 2011. Laboratory and field evaluation of essential oils from *Cymbopogon nardus* as oviposition deterrent and ovicidal activities against *Helicoverpa armigera* Hubner on chili pepper. Int. J. Agric. Sci. 12(1):9-16.

- Sharma, OP, HPS Makkar, and RK Dawra. 1988. A review of the noxious plant *Lantana camara*. *Toxicon*. 26(11): 975-987.
- Siam, A, and E Othman. 2020. Field evaluation of botanicals extracts for suppressing the mango scale insect, *Aulacaspis tubercularis* (Newstead) (Hemiptera: Diaspididae). *Egypt J Biol Pest Control*. 30(22):1-5.
- Sifa, A, D Priyono, dan A Rauf. 2013. Keefektifan tiga jenis insektisida nabati terhadap kutu putih pepaya *Paracoccus marginatus* dan keamanannya terhadap larva kumbang predator *Curinus coeruleus*. *J.HPT*. 13(2):124-132.
- Sitompul, AF, S Oemry, dan Y Pangestiningih. 2014. Uji efektifitas insektisida nabati terhadap mortalitas *Leptocorisa acuta* Thunberg. (Hemiptera: Alydidae) pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.) di rumah kaca. *J. Agroteknologi*. 2(3):1075-1080.
- Solihin, AP, and W Madarum. 2017. Uji toksisitas ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*) terhadap keong mas (*Pomacea canaliculata*). Paper Seminar Nasional Inovasi Pengelolaan Sumber Daya Alam untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan dan Mitigasi Iklim [Internet]; 2017 Apr 29. Unsrat. Manado.
- Sousa, EO, and JGM Costa. 2012. Genus *Lantana*: chemical aspects and biological activities. *Braz. J. Pharmacogn*. 22:1155-1180.
- Stein, U, and F Klingauf. 1990. Insecticidal effect of plant extracts from tropical and subtropical species. *J. Appl. Ent*. 110:160-166.
- Suryani, AI, N Hariani, AF Majid, dan S Risqa. 2017. Persentase mortalitas ulat grayak terhadap pemberian ekstrak daun bunga pukul empat. *J. Bionature*. 18(2):118-122.
- Suryanto T, Gazali A, Santoso U. 2020. Keanekaragaman Arthropoda pada pertanaman sawi yang diberi perlakuan penyemprotan ekstrak akar tuba (*Derris elliptica* L.). *Agrotek View JTAM*. 3(1):1-6.
- Syahputra, E, D Priyono, dan P Simanjuntak. 2002. Pengaruh fraksi aktif kulit batang *Dysoxylum acutangulum* Miq. (Meliaceae) terhadap reproduksi *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae). *J HPT Trop*. 2(1):1-7.
- Tampubolon K, FN Sihombing, Z Purba, STS Samosir, and S Karim. 2018. Potensi metabolit sekunder gulma sebagai pestisida nabati di Indonesia. *Jurnal Kultivasi* 17:683-693.
- Tavares, WS, I Cruz, F Petacci, SS Freitas, JE Serrao, and JC Zanuncio. 2011. Insecticide activity of piperine: Toxicity to eggs of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) and phytotoxicity on several vegetables. *J. Med. Plant. Res*. 5 (21): 5301-5306..
- Triwidodo, H. 2020. Brown planthoppers infestations and insecticides use pattern in Java, Indonesia. *Agrivita* 42:320-330.
- Udjaili, S, J Abidjulu, dan E Suryanto. 2015. Aktivitas Antioksidan dari Akar Bawang Daun (*Allium fistulosum* L.). *J. MIPA*, 4(1), 20.
- Utomo, IS, M Hoesain, dan MW Jadmiko. 2017. Uji efektivitas ekstrak akar tuba (*Derris elliptica* B.) dan umbi gadung (*Dioscorea hispida* D.) terhadap mortalitas dan perkembangan hama *Plutella xylostella* L. di laboratorium. *GASJ*. 3(1):89-109.
- Varma, A, G Saxena, S Telang, and A Varma. 2010. Efficacy aqueous leaf extract of *Annona squamosa* as antifeedant against soybean pest *Diacrisia oblique* (W). *Biomed. & Pharmacol. J*. 3(2):443-445.
- Wahyudianto, JH Laoh, dan R Rustam. 2013. Uji beberapa konsentrasi ekstrak tepung akar tuba (*Derris elliptica* Benth.) untuk mengendalikan hama ulat api *Setora nitens* Wlk. (Lepidoptera: Limacodidae) pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *JOM Faperta Unri*. 1(1):1-10.
- Warse, IG, H Santoso, and R Noor. 2019. The influence of bioinsektiicide variation of tuba root extract (*Derris elliptica* Roxb. Benth) on Phantsahm mortality the pest (*Leptocorisa acuta* Thunberg). *Bioscience*. 3(1):20-30.
- Wibowo, L, Indriyanti, and Solikhin. 2008. Uji aplikasi ekstrak kasar buah pinang, akar tuba, patah tulang, dan daun nimba terhadap keong mas (*Pomacea* sp.) di rumah kaca. *J. HPT. Trop*. 8(1):17-22.
- Wiradiputra, S. 1998. Percobaan pendahuluan pengaruh minyak mimba dan ekstrak biji srikaya terhadap mortalitas *Helopeltis* sp. (Heteroptera: Miridae). *JPTI*. 4(2):97-105.
- Wiwattanapatapee, R, A Sae-yun, J Petcharat, C Ovatlarnporn, and A Itharat. 2009. Development and evaluation of granule and emulsifiable concentrate formulations containing *Derris elliptica* extraction for crop pest control. *J. Agric. Food. Chem*. 57(23):11234-11241.

- Wiyono, S, Widodo, and H Triwidodo. 2014. Mengelola ledakan hama dan penyakit padi sawah pada agroekosistem yang fragil dengan pengendalian hama terpadu biointensif. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan* 1: 116-120.
- Wyckhuys KAG, A Aebie, MFIJB van Lexmond, CR Bojaca, JM Bonmatin, L Furlan, JA Guerrero, T V Mai, HV Pham, F Sanchez-Bayom, and Y Ikenaka. 202). Resolving the twin human and environmental health hazards of a plant-based diet. *Environ. Int.* 144:106081.
- Yadav, SK, and S Patel. 2017. Bioactivity of some plant extracts against larvae of *Spodoptera litura* (Fab.) and *Athalia proxima lugens* (Klug.) under laboratory conditions. *J. Entomol. Zool. Stud.* 5:1430-1433.
- Yama, DI, J Soesatrijo, and R Santiko. 2019. Uji pendahuluan efektivitas bioinsektisida akar tuba terhadap hama *Oxya chinensis* pada skala laboratorium. *Bioscientist: JIB.* 7(1):1-7.
- Yu SJ. 2015. *The Toxicology and Biochemistry of Insecticides.* 2nd ed. CRC Press, Boca Raton.
- Yusuf, SW. 2020. Kebijakan penerapan hortikultura ramah lingkungan. *Virtual Literacy Gedor Horti in Action, Seri Perlindungan Hortikultura #2: Atraktan dan Feromon sebagai Pengendali OPT Ramah Lingkungan; Jakarta, 25 Juni 2020.* Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Yuswanti, L, dan D Prijono. 2004. Pengaruh campuran ekstrak *Aglaiia harmisiana* Perkins dan *Dysoxylum acutangulum* Miq. (Meliaceae) terhadap mortalitas dan oviposisi *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). *JHPT Trop.* 4 (1): 1-7.
- Zahro, FA, T Himawan, and G Mudjiono. 2016. Uji bioaktivitas ekstrak daun serai wangi (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) terhadap *Plutella xylostella* Linnaeus. *JHPT.* 4(2):85-92.

Pemanfaatan Buah Lanta sebagai Insektisida Nabati untuk Mengendalikan Hama Kutu Putih Pepaya *Paracoccus marginatus* (Hemiptera : Pseudococcidae)

Juliet Merry Eva Mamahit* dan Vivi B. Montong
Jurusan Hama dan Penyakit, Fakultas Pertanian Unsrat
Jln. Kampus Unsrat Manado 95115

*Alamat korespondensi: evamamahit@unsrat.ac.id

ABSTRACT

Use of lanta seed extract as botanical insecticide to control papaya mealybugs *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae)

Lanta fruit (*Excoecaria agallocha*) in North Sulawesi is known locally name as lanta or lungkow. This study aimed to determine: 1) the influence of the use of botanical insecticides from lanta seed extracts to control pests of papaya mealybugs *Paracoccus marginatus* and 2) to obtain an effective concentration of lanta seed extract for controlling pests of papaya mealybugs *P. marginatus*. The research method used was: laboratory-based research, using a completely randomized design consisting of five concentration of lanta seed extract treatments, namely: 0% (control), 5%, 10%, 20% and 40%. The treatments were repeated 5 times. Observation parameters of this study were daily mortality, total mortality and symptom of mortality. The results showed that the use of lanta seed extract to control papaya mealybugs was very effective for controlling papaya mealybugs. It was shown from the study that the higher the concentration of insecticide botanical of lanta seed extract formulation, the higher the mortality of mealybug *P. marginatus*. The mortality percentage of papaya mealybugs *P. marginatus* tested with plant insecticides of *E. agallocha* lanta fruit extract could reach 74% and 80% with use the extract concentration of 20% and 40% at 60 hours after treatment.

Keywords: *Excoecaria agallocha*, North Sulawesi, extract, concentration

ABSTRAK

Buah lanta (*Excoecaria agallocha*) di Sulawesi Utara dikenal sebagai lanta atau lungkow. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui : 1) pengaruh penggunaan insektisida nabati ekstrak buah lanta untuk pengendalian hama kutu putih pepaya *Paracoccus marginatus* dan 2) mendapatkan konsentrasi yang efektif untuk pengendalian hama kutu putih pepaya *P. marginatus*. Metode penelitian yang dilakukan yaitu : penelitian berbasis laboratorium, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri lima perlakuan konsentrasi ekstrak buah lanta yaitu : 0% (kontrol), 5%, 10%, 20% dan 40%. Perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Parameter pengamatan dalam penelitian adalah mortalitas harian, mortalitas total dan gejala kematian. Hasil penelitian menunjukkan pemanfaatan buah lanta untuk pengendalian hama kutu putih pepaya sangat efektif untuk pengendalian hama kutu putih pepaya. Dari hasil penelitian terdapat indikasi bahwa semakin tinggi konsentrasi formulasi insektisida nabati buah lanta semakin tinggi mortalitas hama kutu putih *P. marginatus*. Persentase mortalitas kutu putih pepaya *P. marginatus* yang diuji dengan insektisida nabati ekstrak buah lanta *E. agallocha* dapat mencapai 74% dan 80% masing-masing pada konsentrasi ekstrak 20% dan 40% pada 60 jam setelah perlakuan.

Kata kunci: *Excoecaria agallocha*, Sulawesi Utara, ekstrak, konsentrasi

PENDAHULUAN

Pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang berasal dari

Mexico bagian Selatan dan Amerika Selatan bagian Tengah (Fuentes & Santamaria, 2014). Tanaman pepaya diketahui memiliki manfaat sebagai antikanker, antioksidan, antidiabetes, antifertilitas,

antiinflamasi, anthelmintika, antibakteri, antimalarial, antidengue, dan penyembuh luka (Rahayu & Tjitraresmi, 2016). Menurut da Silva *et al.* (2007) buah pepaya mengandung banyak air, karbohidrat, kalori, vitamin khususnya vitamin A dan C serta mineral kalium. Bentuk buah pepaya umumnya bulat, lonjong dan biasanya meruncing pada ujung buahnya. Buah muda berwarna hijau gelap, setelah masak warnanya menjadi hijau muda hingga kekuningan (Rivera, 2005).

Hama kutu putih pepaya *Paracoccus marginatus* Williams dan Granara de Willink pertama-tama ditemukan di Bogor pada bulan Mei 2008 (Muniappan *et al.*, 2008). Selanjutnya ditemukan pada tanaman pepaya di Kota Manado Sulawesi Utara (Sembel & Moniaga, 2009). Kutu putih *P. marginatus* merupakan Famili Pseudococcidae dan Ordo Hemiptera (Williams & de Willink, 1992; Mastoi *et al.* 2011). Imago betina berwarna kuning dan tertutup dengan tepung seperti lilin berwarna putih. Imago memiliki panjang kira-kira 2,2 mm dan lebar 1,4 mm. Betina tidak bersayap dan berpindah dalam jarak pendek dengan cara merangkak atau terbawa angin (Miller & Miller, 2002).

Hama kutu putih pepaya ini telah menyebar di seluruh kota Manado sehingga hampir semua pepaya yang bertumbuh di pekarangan rumah maupun di kebun milik petani terserang oleh hama ini (Sembel & Moniaga, 2009). Hasil laporan bahwa hama kutu putih *P. marginatus* bukan hanya tersebar di daerah Manado tetapi telah menyebar di hampir seluruh wilayah di Sulawesi Utara mencakup daerah Minahasa, Minahasa Utara, sampai Minahasa Selatan dan Minahasa Tenggara (Mamahit & Sembel, 2011). Serangan hama ini di Sulawesi Utara telah meluas dan sangat merugikan petani karena tingkat serangannya di lapang dapat mencapai 50%-90% (Nasution *et al.*, 2012). Serangan kutu putih pada buah pepaya dengan cara mengisap cairan tumbuhan baik daun, tangkai sampai buah. Kutu putih ini memiliki suatu senyawa toksik yang ditusukkan melalui stilet dalam daun yang mengakibatkan klorosis, kerdil, malformasi, dan buah jatuh dan serangan lanjut tanaman akhirnya mati (Tanwar *et al.*, 2010). Temperatur perkembangan *P. marginatus* sekitar 18-25^o C untuk serangga jantan dan 18-30^o C untuk serangga betina. Lama hidup serangga dapat mencapai sekitar 40 hari (Amarasekare *et al.*, 2008).

Kutu putih pepaya adalah polifagus dan telah dilaporkan pada lebih dari 55 tumbuhan inang dalam lebih dari 25 genus. Tumbuhan inang yang penting

secara ekonomi dari kutu putih ini yakni pepaya, hibiscus, advokat, jeruk, kapas, tomat, terong, cabe, buncis, pea, ubi jalar, mangga, cherry, buah delima (Meyerdick & Kauffman 2001), mulberi (Karnataka, 2010), *Hybiscus* sp., *Acalypta* sp., *Plumeria* sp. dan gulma *Parhenium hysterophorus* (Amarasekare *et al.* 2008) serta *Gymnema sylvestre* (Shivkumara, *et al.* 2019).

Pengendalian hama ini oleh petani masih berorientasi pada pemanfaatan bahan insektisida sintesis. Pemanfaatan insektisida berbahan aktif imidakloprid yang tergolong neonicotinoid banyak dilakukan oleh petani untuk mengendalikan hama kutu putih *P. marginatus* (Sartiami *et al.*, 2009). Kelemahan insektisida sintesis ini karena memiliki sifat toksik yang membahayakan kesehatan baik kepada petani, konsumen dan lingkungan (Prasannath, 2016). Penggunaan insektisida sintesis yang berlebihan seharusnya dihindari karena potensi kutu putih yang telah mengembangkan resistensi terhadap beberapa insektisida yang beredar. Selain itu tentunya yang berlebihan berefek langsung pada keracunan bagi pengguna serta dampak negatif karena meninggalkan residu bagi tanaman dan lingkungan. Penggunaan insektisida juga dapat mematikan serangga non target yaitu musuh alami seperti predator *Curinus coeruleus* (Sifa *et al.*, 2013).

Banyaknya dampak negatif dari penggunaan insektisida anorganik memunculkan ide untuk mencari cara yang lebih ramah lingkungan sehingga diperlukan penelitian baru dalam pengendalian yang lebih aman dan sederhana yaitu dengan menggunakan insektisida organik. Keberhasilan aplikasi pestisida organik tergantung pada tingkat konsentrasi pestisida yang diaplikasikan. Kefektifan pestisida organik ditunjukkan dengan jumlah dan kecepatan kematian hama serta pengaruhnya ke tanaman.

Berdasarkan pada hal-hal tersebut di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang cara pengendalian hama kutu putih yang ramah lingkungan dan berkelanjutan yaitu pengendalian hama berbasis kearifan lokal yaitu : pemanfaatan tanaman yang banyak tersedia di lapang, yang belum dilirik pemanfaatannya, yang memiliki sifat racun terhadap serangga. Salah satu tanaman khas Sulawesi Utara yaitu: buah lanta (*Excoecaria agallocha* L.). Tanaman ini di pulau Jawa dikenal dengan nama kayu getah. Genus *Excoecaria* termasuk famili Euphorbiaceae terdiri dari 40 spesies pohon. Tanaman *Excoecaria* sp., (Euphorbiaceae) memiliki sekitar 40 spesies di Afrika tropis dan Asia hingga Pasifik Barat (Maguire and

Saenger, 2000). Tanaman *E. agallocha* berbentuk pohon yang tumbuh mencapai tinggi 14 m dan mengeluarkan getah putih beracun dari semua permukaan kulit yang terkelupas. Daun-daun muda berwarna merah muda dan daun-daun tua berubah menjadi merah tua. Buah lanta kecil, melingkar, berkelompok, beruang tiga dan pada setiap ruang terdapat sebuah biji. Biji lanta dapat dimanfaatkan sebagai insektisida nabati dan moluksida (Sulistianingsih *et. al.*, 2014). Tanaman lanta mengandung metabolit sekunder seperti diterpenoid, flavonoid, fenol, sterol, tannin dan triterpenoid (Chan *et al.*, 2018). Pemanfaatan buah lanta sebagai biopestisida belum lazim dikenal, sehingga perlu penelitian penggunaan buah lanta sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama kutu putih pepaya. Hasil uji daya racun jenis tanaman lanta ini diharapkan dapat dijadikan bioinsektisida yang mampu mengendalikan hama kutu putih *P. marginatus* secara alami sehingga dapat menurunkan ketergantungan petani pada penggunaan pestisida. Tujuan penelitian ini : 1) pengaruh penggunaan insektisida nabati ekstrak buah lanta untuk pengendalian hama kutu putih pepaya *P. marginatus* dan 2) mendapatkan konsentrasi ekstrak buah lanta yang efektif untuk pengendalian hama kutu putih pepaya *P. marginatus*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Unsrat. Bahan yang digunakan yaitu : tanaman buah lanta, serangga uji kutu putih *P. marginatus*, daun pepaya, aquades, kertas saring dan kain kasa. Alat yang digunakan yaitu : blender, saringan, kain tile, pisau, gunting, timbangan, gelas ukur, corong, wadah plastik, , kertas label, ember, botol, kurungan, mikroskop dan hand sprayer.

Pemeliharaan kutu putih *P. marginatus*. Serangga yaitu kutu putih *P. marginatus* diambil dari lapang dan dipelihara di laboratorium pada tanaman pepaya muda dan dimasukkan dalam kurungan pemeliharaan yang ditutupi oleh kain kasa. Selanjutnya serangga dibiarkan berkembang biak sampai cukup populasinya untuk uji pestisida nabati.

Pembuatan ekstrak buah lanta. Pembuatan ekstrak buah lanta dilakukan dengan membelah bagian daging buah dan mengambil biji kemudian dibersihkan dengan air. Biji lanta dipotong-potong

dan ditimbang sebanyak 1000 gram, lalu diblender dengan menambahkan 1000 ml air, kemudian diperas sehingga diperoleh ekstrak yang berwarna putih. Metode ekstraksi bahan pestisida nabati dengan penambahan air ini merupakan salah satu cara yang dikemukakan Prijono (2006).

Uji ekstrak buah lanta terhadap mortalitas *P. marginatus*. Serangga uji yang digunakan yaitu nimfa dari kutu *P. marginatus*. Sebanyak 10 nimfa instar 3 kutu putih dimasukkan dalam wadah plastik yang berpenutup kain kasa, yang berisi daun pepaya yang sudah disemprot dengan ekstrak buah lanta sesuai konsentrasi perlakuan. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen yang didesain dalam Rancangan Acak Lengkap yang terdiri lima perlakuan konsentrasi ekstrak buah lanta yaitu : 0% (kontrol), 5% (5 ml ekstrak + 95 ml air), 10% (10 ml ekstrak + 90 ml air), 20% (20 ml ekstrak + 8 ml air), dan 40% (40 ml ekstrak + 60 ml air). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap mortalitas dari kutu putih.

Parameter pengamatan. Faktor-faktor yang diamati meliputi mortalitas kutu putih, persentase survival dan gejala kematian. Persentase mortalitas dihitung dengan rumus :

$$M (\%) = \frac{b}{a+b} \times 100\%$$

(Fagoone & Lauge 1981 dalam Setiawan & Supriyadi, 2014)

Keterangan : M = Persentase mortalitas,
a = jumlah serangga uji mati,
b = jumlah serangga uji hidup

Data mortalitas kutu putih ditransformasi ln x, kemudian dianalisis statistik yaitu dilakukan analisa sidik ragam dengan program STATISTICA dan dilakukan uji lanjut (Duncan 5%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan mortalitas kutu putih antara perlakuan ekstrak buah lanta dan kontrol menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Perbedaan konsentrasi ekstrak, memperlihatkan perbedaan tingkat mortalitas nimfa kutu putih *P. marginatus*. Tingkat mortalitas kutu putih pada perlakuan konsentrasi 40% yang diamati pada 36 dan 60 jam setelah perlakuan dapat mencapai 60% dan 80% (Tabel 1).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa mortalitas kutu putih *P. marginatus* yang diberi pakan yang mengandung ekstrak buah lanta *E. agallocha* menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan kontrol. Berdasarkan hasil uji mortalitas 36 jam terlihat antara konsentrasi 5%, 10% dan 20% menunjukkan perbedaan nyata dengan konsentrasi 40%. Untuk hasil uji mortalitas pada 60 jam terlihat antara konsentrasi 5%, 10%, 20% dan 40% tidak menunjukkan perbedaan nyata, tetapi menunjukkan perbedaan nyata dengan kontrol. Mortalitas kutu putih tertinggi terjadi pada penggunaan konsentrasi ekstrak buah lanta *E. agallocha* 20% dan 40% pada 60 jam setelah perlakuan dapat mencapai 74% dan 80%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak buah lanta diduga sangat efektif dalam meracuni dan menghambat metabolisme dari kutu putih sehingga menyebabkan kematian pada serangga uji.

Mortalitas kutu putih *P. marginatus* lebih tinggi pada konsentrasi tertinggi yaitu 40%, terlihat dari hasil penelitian menunjukkan mortalitas kutu putih meningkat sejalan dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak buah lanta yang diberikan. Hasil penelitian sejalan dengan penelitian-penelitian lain yang menyatakan meningkatnya ekstrak insektisida nabati dapat meningkatkan mortalitas serangga uji. Seperti hasil penelitian Manueke & Senewe (2007) bahwa efektivitas kematian meningkat dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak buah lanta *E. agallocha* terhadap hama keong mas (*Pomacea*

caniculata). Selanjutnya Sifa dkk. (2013) melaporkan bahwa ekstrak daun *Tephrosia vogelii*, ekstrak biji *Annona squamosa*, dan minyak atsiri daun *Cinnamomum multiflorum*, pada konsentrasi lebih tinggi menyebabkan mortalitas *P. marginatus* yang tinggi pula. Sejalan dengan dengan hal tersebut Wiryadiputra dkk. (2014) juga mengemukakan bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak biji bitung, semakin besar mortalitas penggerek batang kakao. Penggunaan konsentrasi tertinggi yaitu 80% dan 90% ekstrak daun beluntas (*Pluchea indica*) memiliki pengaruh paling tinggi terhadap mortalitas larva *Spodoptera litura* (Mutaali & Purwani, 2015).

Mortalitas kutu putih pada pengamatan 36 JSP mencapai mortalitas di atas 50% pada konsentrasi ekstrak 40% dan pada seluruh perlakuan ekstrak di 60 JSP. Mortalitas kutu putih ini diduga karena adanya kandungan tanin dan flavonoid pada ekstrak tanaman buah lanta. Hasil penelitian oleh Puspitasari & Desrita (2019) menunjukkan bahwa ekstrak lanta *E. agallocha* mempunyai kandungan senyawa seperti tanin dan flavonoid. Hasil analisis oleh Patra et al. (2009) melaporkan bahwa kandungan fitokomia yang terdapat pada ekstrak daun lanta mengandung berbagai komponen penting yang berperan sebagai senyawa yang penting untuk dikembangkan sebagai pestisida nabati. Senyawa tersebut antara lain: alkaloid, glicosida, tanin, fenol, steroid, sterol, saponin dan favonoid (Tabel 2).

Tabel 1. Persentase mortalitas kutu putih *P. marginatus* dengan perlakuan konsentrasi ekstrak buah lanta *E. agallocha*

| Konsentrasi ekstrak buah lanta | Rata-rata mortalitas pada 36 dan 60 JSP (%) | |
|--------------------------------|---|------|
| | 36 | 60 |
| Kontrol | 2 a | 2 a |
| 5% | 28 b | 54 b |
| 10% | 38 bc | 68 b |
| 20% | 44 bc | 74 b |
| 40% | 60 c | 80 b |

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama, berbeda nyata menurut uji DNMRRT pada taraf 5%, JSP = jam setelah perlakuan

Menurut Mutaali & Purwani (2015) senyawa tanin tidak dapat dicerna lambung dan mempunyai daya ikat dengan protein, karbohidrat, vitamin dan mineral. Keberadaan tanin dalam ekstrak buah lanta yang masuk ke pencernaan dapat mengganggu sistem pencernaan kutu putih, yang pada akhirnya menyebabkan kematian. Mekanisme kerja tanin selain mengganggu pencernaan serangga, senyawa tanin juga berperan sebagai antibakteri. Hasil penelitian ini ditunjang penelitian yang mengatakan

kandungan ekstrak lanta *E. agallocha* memiliki potensi lainnya yaitu sebagai antibakteri maupun anti jamur (Agoromoorthy et al., 2007; Patra et al., 2009). Penelitian terbaru lainnya melaporkan bahwa terbentuknya 100% kematian dari larva *A. aegypti*, *C. quinquefasciatus* dan *Anopheles stephensi* pada 1200, 300 dan 300 ppm getah *E. agallocha* setelah paparan 24 jam (Mendhulkar et al., 2017).

Mortalitas kutu putih mungkin juga disebabkan oleh adanya senyawa flavonoid yang

terdapat pada ekstrak buah lanta *E. agallocha*. Menurut Mutaali & Purwani (2015) senyawa flavonoid merupakan salah satu senyawa kimia yang memiliki sifat insektisida. Flavonoid mengganggu bagian organ saraf pada beberapa organ vital

serangga, sehingga menyebabkan pelemahan saraf, pernafasan dan akhirnya menimbulkan kematian pada serangga. Menurut Patra *et al.* (2009) selain flavonoid, kandungan metabolit sekunder dari buah lanta yaitu : alkaloid, sterol dan saponin.

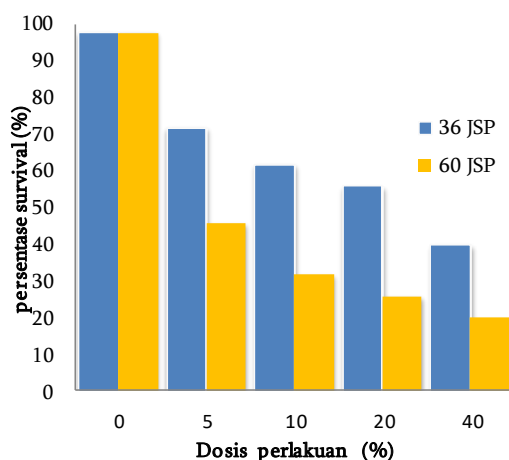
Tabel 2. Analisis fitokimia terhadap ekstrak daun *E. agallocha*

| Komponen yang diuji | Ekstrak Chloroform | Ekstrak Methanol | Ekstrak Alkaloid | Ekstrak Aquades |
|-------------------------|--------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Alkaloid | + | + | + | + |
| Protein dan amino acids | + | - | + | + |
| Karbohidrat | + | + | + | + |
| Cardiac Glycosida | + | + | + | + |
| Anthroquinone glycosida | + | + | + | + |
| Tanin dan Fenol | + | + | + | - |
| Steroid dan sterol | + | - | - | + |
| Saponin | - | - | - | + |
| Flavonoid | - | - | - | + |

Keterangan : + = ada - = tidak ada (Patra *et al.*, 2009)

Perlakuan ekstrak buah lanta dapat menurunkan persentase survival dari serangga uji (nimfa kutu putih *P. marginatus*) (Gambar 1). Hasil penelitian menunjukkan pada pengamatan terakhir 60 JSP, persentase survival serangga uji hanya 20% pada konsentrasi perlakuan 40% lebih rendah dibanding perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan pemberian konsentrasi ekstrak 40% cukup efektif dalam menekan kemampuan hidup (survival) dari hama kutu putih *P. marginatus*. Adanya aktifitas makan dari hama terhadap pakan yang mengandung ekstrak buah lanta *E. agallocha* dapat menghambat kemampuan hidup dan metabolisme dari nimfa kutu putih. Menurunnya

kemampuan hidup dari kutu putih *P. marginatus* disebabkan adanya kandungan racun yang ada pada ekstrak buah lanta. Racun yang terdapat pada buah lanta dilaporkan sangat berbahaya, karena dapat mematikan ikan maupun hewan lainnya, dan juga sebagai anti bakteri (Puspitasari, 2017). Hasil penelitian Chan *et al.* (2018) melaporkan buah lanta mengandung senyawa seperti : diterpenoid, flavonoid, fenol, sterol, tanin dan triterpenoid. Efektivitas ekstrak buah lanta ternyata dapat dimanfaatkan sebagai larvasida untuk mengendalikan larva nyamuk *Aedes aegypti* dan *Culex quinquefasciatus* (Pradeepa *et al.*, 2015).



Gambar 1. Persentase survival kutu putih *P. marginatus* pada konsentrasi ekstrak yang berbeda. Gejala penggunaan ekstrak buah lanta terhadap serangga uji menunjukkan gejala kematian: seperti kutu putih mula-mula kurang aktif bergerak, gerakan lebih lambat, selanjutnya terlihat diam namun tungkai kalau disentuh masih bergerak, akhirnya pada gejala lanjut kutu putih berwarna

coklat gelap dan tidak bergerak. Kardinan (2000) melaporkan gejala serangga uji yang menunjukkan kematian yaitu mula-mula tubuh berwarna merah muda, kemudian berwarna coklat kehitaman. Perubahan warna serangga tersebut merupakan respon serangga dengan adanya ekstrak tanaman yang mengandung senyawa metabolit seperti saponin dan terpenoid yang terdapat pada ekstrak buah lanta yang merupakan racun perut sehingga mampu menekan perkembangan kutu putih tersebut. Lebih lanjut dilaporkan bahwa senyawa flavonoid seperti yang terdapat pada buah lanta dapat mempengaruhi serangga teristimewa perilaku, pertumbuhan, dan perkembangan serangga (Hikal *et al.* 2017). Lebih lanjut diuraikan bahwa senyawa flavonoid dapat juga berperan sebagai senyawa yang menolak aktifitas makan serangga (*feeding deterrents*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa buah lanta dapat diekstrak secara sederhana, dapat dikembangkan menjadi insektisida nabati yang ramah lingkungan, yang dapat diterapkan oleh petani pada umumnya serta efektif untuk menekan perkembangan kutu putih pepaya *P. marginatus* serta menurunkan ketergantungan petani terhadap penggunaan pestisida kimia.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menyimpulkan :

1. Formulasi insektisida nabati dari ekstrak buah lanta *E. agallocha* efektif untuk pengendalian hama kutu putih pepaya *P. Marginatus*.
2. Semakin tinggi konsentrasi insektisida nabati buah lanta *E. Agallocha* semakin tinggi mortalitas hama kutu putih pepaya *p. marginatus*.
3. Persentase mortalitas kutu putih pepaya *P. marginatus* yang diuji dengan insektisida nabati ekstrak buah lanta *E. agallocha* dapat mencapai 74% dan 80% pada perlakuan konsentrasi ekstrak 20% dan 40% pada 60 jam setelah perlakuan

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pimpinan Universitas Sam Ratulangi yang telah membantu dalam pendanaan penelitian melalui dana penelitian Riset Terapan Unggulan Unsrat (RTUU), sehingga pelaksanaan penelitian dan penulisan artikel ilmiah ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Agoromoorthy, G, M Chandrasekaran, V Venkatesalu, and MJ Hsu. 2007. Antibacterial and antifungal activities of fatty acid methyl esters of the blindyour-eye mangrove from India. *Brazilian Journal of Microbiology* 38:739-742
- Amarasekare, KG, CM Mannion, LS Osborne, and ND Epsky. 2008. Life History of *Paracoccus marginatus* (Hemiptera; Pseudococcidae) on four host plant species under laboratory condition. *Envir. Entomology*. 37 (3): 630-635.
- Amarasekare, KG, JH Chong, ND Epsky, and CM. Mannion, 2008. Effect of temperature on the life history of the mealybug *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *J. Econ. Entomol.* 101(6):1798-1804.
- Anes, NA, M Tulung, dan JME Mamahit. 2012. Penyebaran dan tingkat serangan kutu putih pepaya di Sulawesi Utara. *Eugenia* 18(1): 16-33.
- Chan, EWC, N Oshiro, M Kezuka, M Kimura, K Baba, and HT Chan. 2018. Pharmacological potentials and toxicity effects of *Excoecaria agallocha*. *J. of Applied Pharmaceutical Science* 8(05): 166-173.
- da Silva, JAT, Z Rashid, DT Nhut, D Sivaskumar, A Gera, MT Souza Jr., and PF Tennant. Papaya (*Carica papaya* L.) biology and biotechnology. *Tree and Forestry Science and Biotechnology* 1 (1): 47-73.
- Fuentes, G, and JM Santamaría. 2014. Papaya (*Carica papaya* L.): Origin, Domestication, and Production. *In. Genetics and Genomics of Papaya, Plant Genetics 3 and Genomics: Crops and Models* (Ming R. and P.H. Moore eds.). Springer Science+Business Media New York.
- Hikal, WA, RS Baeshen, and HAHS Ahl. 2017. Botanical insecticide as simple extractives for pest control. *Cogent Biology* 3: 1404274:1-16.
- Kardinan, A, 2000. Pestisida Nabati: Ramuan dan Aplikasi, Penebar Swadaya. Jakarta.
- Karnataka. 2010. Papaya mealybug *Paracoccus marginatus* A new pest on Mulberry *Morus* spp. *J. Agric. Sci.* 23(1):182-183.
- Maguera, TL, and P Saenger. 2000. The taxonomic relationships within the genus *Excoecaria* L. (Euphorbiaceae) based on leaf morphology and rDNA sequence data. *Southern Cross University. Wetlands Ecology and Management* 8 (1):19-28.

- Mastoi, MI, AN Azura, R Muhammad, AB Idris, and Y Ibrahim. 2011. First Report of Papaya Mealybug *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae) from Malaysia. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 5(7): 1247-1250.
- Manueke, J dan E. Senewe. 2007. Efikasi ekstrak buah lanta (*Excoecaria agallocha*) membunuh keong mas (*Pomacea caniculata*). Eugenia 3 (1): 90-96.
- Mamahit, JME, dan DT Sembel . 2011. Penyebaran dan musuh alami hama kutu putih pepaya *Paracoccus marginatus* William and Granara de Willink (Hemiptera : Pseudococcidae) pada tanaman pepaya di Sulawesi Utara. Laporan Penelitian kerja sama Clemsen Univ dan UNSRAT Manado.
- Meyerdirk, DE, and WC Kauffman. 2001. Status on the Development of a biological control program for *Paracoccus marginatus* William, papaya mealybug. Paper presented at IV International Scientific Seminar of Plant Health. Veradera, Cuba, June 10-15, 2001
- Meyerdirk, DE, R Muniappan, J Bomba and GVP Reddy. 2004. Biological control of the papaya mealybug, *Paracoccus marginatus* (Hemiptera:Pseudococcidae) in Guam. Plant Protection Quaterly. 19(3):110-114.
- Miller, DR, and GL Miller. 2002. Redescription of *Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink (Hemiptera: Coccidae; Pseudococcidae) including descriptions of the immature stage and adult male. Proc. Entomol. Soc. Wash 104:1-23.
- Muniappan R, BM Shepard, GW Watson, GR Carner, D Sartiami, A Rauf, and MD Hammig. 2008. First report of the papaya mealybug, *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Indonesia and India. J. Agric. Urban Entomol. 25: 37-40.
- Mutaali, R, dan KI Purwani, 2015. Pengaruh ekstrak daun beluntas (*Pluchea indica*) terhadap mortalitas dan perkembangan larva *Spodoptera litura* F. Jurnal Sains dan Seni ITS 4 (2): 2337-3520.
- Rivera, RA. 2005. A guide to papaya growing and marketing. KeyPlex Plant Nutrition. <https://www.keyplex.com/knowledge-base/papaya-research/a-guide-to-papaya-growing-and-marketing/> Diakses 20 Sept 2020.
- Patra, JK., TK Panigrahi, SK Rath, NK Dhal dan H. Thatoi. 2009. Phytochemical screening and antimicrobial assessment of leaf extracts of *Excoecaria agallocha* L.: A mangal species of Bhitarkanika, Orissa, India. Adv. in Nat. Appl. Sci., 3(2),241-246.
- Pradeepa, P., K Subalakshmi, A Saranya, P Dinesh, VA Raj and T Ramanathan. 2015. Milky mangrove *Excoecaria agallocha* L. plant as a source for potential mosquito larvicides. J. of Applied Pharmaceutical Science 5(03): 102-105.
- Prasannath, K. 2016. Botanical insecticides-special reference to horticultural insect pest management: a review. International Journal of Advanced Research and Review. 1(5): 14-18.
- Prijono, D. 2006. Pedoman Praktis Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Botani. Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian, IPB. Bogor. Pp31. <https://www.researchgate.net/publication/338912094>. Diakses tanggal 20 September 2020.
- Puspitasari D. 2017. Aktivitas antibakteri dari ekstrak getah mangrove *Excoecaria agallocha* pada pelarut kloroform terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Acta Aquatika Aquatic Sciences Journal 4(1):1-3.
- Puspitasari, D, and D Desrita. 2019. The influence of the mangrove leave infusion *Excoecaria agallocha* against *Aeromonas hydrophila* bacterial infection in Tilapia. Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal 6(1): 41-45.
- Rahayu, R, dan A Tjitraresmi. 2016. Review artikel: tanaman pepaya (*Carica papaya* L.) dan manfaatnya dalam pengobatan. Farmaka 14 (1): 1-17.
- Sartiami, D, Dadang, R Anwar, dan IS Harahap. 2009. Persebaran Hama Baru *Paracoccus marginatus* di Provinsi Jawa Barat, Banten dan DKI Jakarta. Prosiding Seminar Nasional Perlindungan Tanaman, Bogor 5-6 Agustus 2009.
- Sembel, DT, dan W Moniaga. 2009. Survey hama baru, *Paracoccus marginatus* Williams and Granara De Willink (Homoptera: Pseudococcidae) pada tanaman pepaya di Sulawesi Utara. Eugenia 15 (2):108-114.
- Setiawan, AN, dan A Supriyadi. 2014. Uji efektivitas berbagai konsentrasi pestisida nabati bintaro (*Cerbera manghas*) terhadap hama ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada tanaman kedelai.

- Planta Tropika Journal of Agro Science 2(2): 99-105.
- Shivkumara, KT, S Joshi, T Venkatesan, N Pradeeksha, AC Polaiiah, and P Manivel. 2019. A Report on the occurrence of invasive papaya mealybug, *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) on a medicinal herb, *Gymnema sylvestre* (R.Br) in Gujarat India. *Pest Management in Horticultural Ecosystems* 24(2): 274-275.
- Sifa A, D Priyono dan A Rauf. 2013. Keefektifan tiga jenis insektisida nabati terhadap kutu putih pepaya *Paracoccus marginatus* dan terhadap larva kumbang predator *Curinus coeruleus*. *J. HPT Tropika* 13 (2): 124-132.
- Sulistianingsih, M, AWN Jati, dan F Zahida, 2014. Uji toksisitas biji kluwak (*Pangium edule* Reinw.) sebagai moluskisida pada keong mas (*Pomacea caniculata* Lamarrk) pada tanaman padi. <http://e-journal.uajy.ac.id/6528/1/Jurnal%20BL01138.pdf>. 20 Sept 2020.
- Mutaali, R, dan KI Purwani. 2015. Pengaruh Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea indica*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura* F. *Jurnal Sains dan Seni ITS* 4(2):2337-2520.
- Mendhulkar VD, LA Yeragi and H Kumar. Bioassay of vector larvae with latex of blind eye mangrove plant *Excoecaria agallocha* Linn. *Int J Mosquito Res.* 4:33-36.
- Tanwar, RK, P Jayakumar, and S Vennila. 2010. *Papaya Mealybug its Management Strategies*. Natural Centre for Integrated Pest Management. New Delhi.
- William, DJ, and MCG de Willink. 1992. *Mealybug of Central and South America*. Wallingford Oxon: CAB International. 635 pp.
- Wiryadi Putra, SI, Rusda, dan IN Asyiah. 2014. Pengaruh ekstrak tanaman picung sebagai pestisida nabati terhadap mortalitas penggerak buah kopi. *Pelita Perkebunan* 30(3):220-228.

Potensi Minyak Atsiri Serai Wangi untuk Pengendalian Rayap Tanah *Macrotermes gilvus* Hagen (Blattodea: Termitidae)

Khalisa Sasti Andina*, Idham Sakti Harahap, Nadzirum Mubin

Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jl. Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680

*Alamat korespondensi: Khalisa_sasti@apps.ipb.ac.id

ABSTRACT

Potential of citronella essential oil against subterranean termite *Macrotermes gilvus* Hagen (Blattodea: Termitidae)

Macrotermes gilvus (subterranean termite) can play dual roles as decomposer of natural wood and pest in plantations and urban area. Damage caused by termites in urban area reach 35% and in wood industry is able to reach 40%. Nowadays, termite control still carried out with the application of synthetic termiticide. In termites case, excessive usage of termiticide often leads to resistance of termite to termiticide, therefore it is necessary to find alternative termiticide from natural materials. This study examined the potential of citronella essential oils to control *M. gilvus* with two test methods. Citronella essential oils were dissolved using acetone. The test methods were oil residue on filter paper and sand injection in a glass tube. Termite mortality on treated filter paper were observed after 72 hours, and penetration rate on treated sand were observed daily until 7 days. Citronella essential oils caused mortality of *M. gilvus* more than 90% after consumed and contacted on treated filter paper and contacted on treated sand. Based on all the tests, citronella essential oils have potential to be developed and can be used as an environmental friendly alternative to control termites.

Keywords: *Cymbopogon nardus* L, mortality, residue paper, soil injection, subterranean termite

ABSTRAK

Macrotermes gilvus Hagen merupakan rayap tanah yang memiliki peran ganda, yaitu sebagai dekomposer di alam dan dapat berperan sebagai hama di perkebunan dan pemukiman. Kerusakan yang diakibatkan oleh rayap pada pemukiman mencapai 35% sedangkan pada industri kayu dapat mencapai 40%. Saat ini pengendalian rayap tanah masih dilakukan dengan aplikasi termitisida sintetik, penggunaan secara berlebihan dapat menimbulkan resistensi rayap terhadap termitisida yang sering digunakan, sehingga perlu dicari alternatif termitisida yang berasal dari bahan alami. Penelitian ini bertujuan menguji keefektifan minyak atsiri serai wangi terhadap rayap tanah (*M. gilvus*) (Blattodea: Termitidae) dengan dua metode perlakuan. Minyak atsiri serai wangi dilarutkan dalam aseton. Metode pengujian dilakukan dengan perlakuan residu kertas saring dan injeksi dengan media pasir. Minyak atsiri serai wangi mampu menyebabkan mortalitas *M. gilvus* lebih dari 90% baik pada perlakuan residu kertas saring dan injeksi pada media pasir. Berdasarkan seluruh hasil pengujian, minyak atsiri serai wangi sangat berpotensi untuk dapat dikembangkan menjadi salah satu pengendalian alternatif yang ramah lingkungan.

Kata kunci: *Cymbopogon nardus* L, injeksi tanah, mortalitas, residu kertas saring, rayap tanah.

PENDAHULUAN

Rayap merupakan serangga sosial yang hidup dalam koloni. Rayap termasuk ke dalam Ordo Blattodea (Inward *et al.*, 2007; South *et al.*, 2020) yang memiliki daerah persebaran yang sangat luas meliputi Benua Amerika, Eropa, Afrika, Asia dan

Australia (Pearce, 1997). Rayap dapat berkembang biak secara optimum pada suhu berkisar 25-32°C (Cao & Su, 2015) dan kelembaban 75-90% (Zukowski & Su, 2017). Di Indonesia ditemukan lebih dari 200 spesies rayap, salah satunya berperan sebagai hama penting di Indonesia yaitu *Macrotermes gilvus*. Kerusakan yang diakibatkan oleh *M. gilvus* di Indo-

Asia berada di peringkat ke-2 dengan persentase kerusakan sebesar 13% (Kuswanto *et al.*, 2015). *M. gilvus* dapat menyerang area pemukiman (Savitri dkk., 2016) dan perkebunan (Sayuthi., 2012) bahkan menjadi hama potensial bagi pertanaman kelapa sawit (Nandika, 2014). Menurut Yusuf & Utomo (2006), kerusakan yang diakibatkan oleh rayap pada permukiman mencapai 35% sedangkan pada industri kayu dapat mencapai 40%.

Gejala yang ditimbulkan oleh rayap, yaitu gerigitan dan lubang pada kayu yang saling berhubungan seperti terowongan, terdapat tabung kembara pada permukaan kayu dan kotoran serbuk kayu. Pada serangan yang berat kayu menjadi keropos dan mudah patah (Kurniawan dkk., 2015). Nandika (2014) melaporkan bahwa di Indonesia kerugian ekonomi yang diakibatkan oleh rayap mencapai 90 miliar per tahun, dan akan terus bertambah seiring dengan bertambahnya pemukiman penduduk dan nilai jual kayu.

Saat ini, penggunaan termitisida sintetis dinilai sebagai pengendalian rayap tanah paling efektif. Namun, penggunaan termitisida sintetis secara berlebihan dapat menimbulkan resistensi rayap terhadap termitisida tersebut (Djojosemarto, 2008). Alternatif pengendalian yang dapat dilakukan untuk mengurangi resistensi rayap terhadap bahan kimia, yaitu dengan mengganti bahan kimia menjadi bahan alami yang berasal dari tanaman (Hutabarat dkk., 2015).

Tanaman serai wangi merupakan salah satu tanaman yang dapat dijadikan termitisida nabati, karena mengandung bahan senyawa terpenoid yang dapat membunuh rayap (Braga *et al.*, 2007). Oleh karena itu, potensi minyak atsiri serai wangi perlu diketahui keefektifannya terhadap rayap tanah *M. gilvus*. Penelitian ini bertujuan menilai keefektifan minyak atsiri serai wangi terhadap rayap tanah (*M. gilvus*) dengan metode residu kertas saring dan injeksi pada media pasir.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi dan Toksikologi Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor dari bulan Desember 2019 sampai April 2020. Serangga uji diperoleh dari Cagar Alam Yanlappa, Jasinga. Serangga uji diidentifikasi mengacu pada buku kunci identifikasi Tho (1992) dan Mubin (2013; 2014) untuk memastikan spesies dari serangga uji. Minyak atsiri serai wangi diperoleh dari

Laboratorium Entomologi, Southeast Asian Regional Center for Tropical Biology (SEAMEO BIOTROP), Bogor.

Minyak atsiri serai wangi diencerkan secara bertingkat menggunakan aseton untuk menghasilkan beberapa konsentrasi. Perlakuan kontrol negatif dilakukan dengan menggunakan aseton, sedangkan kontrol positif dilakukan menggunakan termitisida Agenda 25EC berbahan aktif fipronil. Metode perlakuan kertas saring dilakukan dengan cara pentetasan pada kertas saring secara spiral menggunakan minyak atsiri serai wangi dengan konsentrasi 1,40%, 0,70%, 0,35%, 0,17% dan 0,08%. Kertas saring dikeringanginkan selama satu menit, lalu dimasukkan ke dalam cawan petri dan diinfestasikan 50 ekor rayap dengan perbandingan 90% pekerja dan 10% prajurit. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 3 hari untuk mengetahui mortalitas rayap.

Metode perlakuan injeksi pasir dilakukan dengan cara pasir uji disaring dan dikeringanginkan selama satu hari. Pasir uji dimasukkan ke dalam nampan, selanjutnya direndam menggunakan minyak atsiri serai wangi dengan konsentrasi 2,00%, 1,00%, 0,50%, 0,25% dan 0,12%. Perendaman dilakukan selama satu jam kemudian dikeringanginkan selama satu hari (Salam dkk., 2014). Setelah itu, pasir uji dimasukkan ke dalam tabung jembatan sebanyak 5,5 g. Pada salah satu gelas kaca dimasukkan 50 ekor rayap dengan komposisi 90% pekerja dan 10% prajurit, sedangkan pada gelas kaca lainnya dimasukkan umpan berupa kayu karet dengan ukuran 2,5 x 2,5 x 1 cm.

Area pengujian digabungkan dan gelas kaca ditutup menggunakan aluminium foil. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 7 hari untuk mengetahui mortalitas rayap. Data di analisis dengan program POLO PC untuk menentukan konsentrasi kematian dan diolah dengan tabel sidik ragam menggunakan program R Studio versi 1.2.5001 dan SPSS versi 20.0, dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf nyata 5%.

Persentase mortalitas rayap tanah terhadap contoh uji dihitung dengan rumus:

$$\text{Mortalitas} = \left(\frac{N}{N_0}\right) \times 100\%$$

N = Jumlah rayap mati pada pengujian contoh uji
N₀ = Jumlah rayap total pada pengujian contoh uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas Rayap Tanah *M. gilvus* Akibat Perlakuan Minyak Atsiri

Metode residu kertas saring

Pengujian residu kertas saring menggunakan minyak atsiri serai wangi terhadap persentase mortalitas rayap tanah *M. gilvus*, menunjukkan hasil yang meningkat pada tiap konsentrasi (Tabel 1). Mortalitas *M. gilvus* tertinggi terjadi pada perlakuan konsentrasi 1,40% yaitu sebesar 96,63%, dan mortalitas terendah terjadi pada perlakuan

konsentrasi 0,08% yaitu sebesar 13,13%. Mortalitas *M. gilvus* pada perlakuan kontrol menunjukkan hasil yang berbeda terhadap semua perlakuan konsentrasi dengan mortalitas sebesar 1,35%. Mortalitas *M. gilvus* pada konsentrasi tertinggi (1,40%) memiliki hasil yang lebih rendah dengan perlakuan fipronil, yaitu secara berturut-turut sebesar 96,63% dan 100%. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengaplikasian bahan aktif fipronil memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan dengan pengaplikasian 1,40% minyak atsiri serai wangi pada perlakuan kertas saring dalam meningkatkan mortalitas rayap.

Tabel 1. Persentase rata-rata mortalitas rayap tanah *M. gilvus* terhadap perlakuan minyak atsiri serai wangi

| Konsentrasi (%) | Mortalitas (%) ^a |
|-----------------|-----------------------------|
| Kontrol | 1,35 ± 0,18 d |
| 0,08 | 13,13 ± 5,98 c |
| 0,17 | 17,17 ± 6,33 c |
| 0,35 | 50,17 ± 6,80 b |
| 0,70 | 66,33 ± 4,52 b |
| 1,40 | 96,63 ± 0,00 a |
| Fipronil | 100,00 ± 0,00 a |

^aAngka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf 5%

Metode perlakuan injeksi

Pengujian injeksi pada media pasir menggunakan minyak atsiri serai wangi terhadap persentase mortalitas rayap tanah *M. gilvus* menunjukkan peningkatan mortalitas pada tiap

konsentrasi (Tabel 2). Persentase mortalitas rayap tanah *M. gilvus* meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi minyak atsiri serai wangi yang digunakan.

Tabel 2. Persentase rata-rata mortalitas rayap tanah *M. gilvus* terhadap perlakuan minyak atsiri serai wangi

| Konsentrasi (%) | Mortalitas (%) ^a |
|-----------------|-----------------------------|
| Kontrol | 0,00 ± 0,18 f |
| 0,12 | 23,33 ± 5,98 e |
| 0,25 | 37,33 ± 6,33 d |
| 0,50 | 54,67 ± 6,80 c |
| 1,00 | 72,00 ± 4,52 b |
| 2,00 | 94,67 ± 1,82 a |
| Fipronil | 100,00 ± 0,00 a |

^aAngka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf 5%

Mortalitas *M. gilvus* tertinggi terjadi pada perlakuan konsentrasi 2% yaitu sebesar 94,67%, dan mortalitas terendah terjadi pada perlakuan konsentrasi 0,12% yaitu sebesar 23,33%. Mortalitas *M. gilvus* pada perlakuan kontrol menunjukkan hasil yang berbeda terhadap semua perlakuan yang

diujikan (0,12%, 0,25%, 0,50%, dan 1,00%) dengan mortalitas *M. gilvus* secara berturut-turut sebesar 0%, 23,33%, 37,33%, 54,67%, dan 72%. Mortalitas *M. gilvus* pada konsentrasi tertinggi (2,00%) memiliki hasil yang lebih rendah dengan perlakuan fipronil, yaitu secara berturut-turut sebesar 94,67% dan 100%.

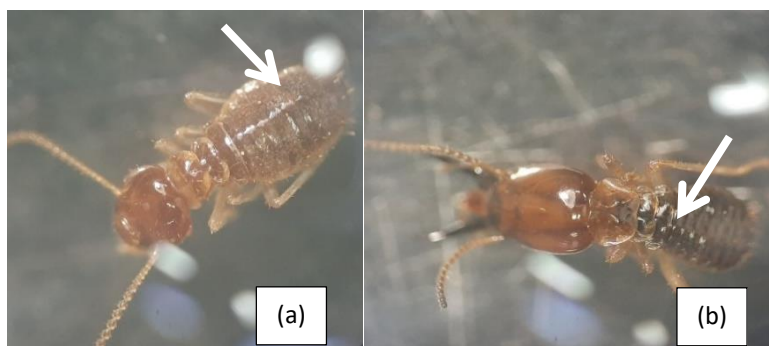
Hal tersebut menunjukkan bahwa pengaplikasian bahan aktif fipronil memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan dengan pengaplikasian 2,00% minyak atsiri serai wangi pada perlakuan injeksi pasir dalam meningkatkan mortalitas rayap.

Mekanisme minyak atsiri serai wangi terhadap *M. gilvus*

Mortalitas *M. gilvus* (Tabel 1 dan 2) dipengaruhi oleh beberapa senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri serai wangi, yaitu senyawa sitronela, sitral, geraniol, metilheptenon, eugenol-metilester, eugenol, dipenten, kadinen, kadinol dan limonen (Saenong, 2016). Senyawa dari gugus aldehida sitronelol (30-40%) dan geraniol (55-65%) (Khoirotunnisa, 2008), memiliki sifat racun kontak dan syaraf bagi serangga, sehingga berpotensi untuk mematikan serangga (insektisida) (Rahhutami, 2017), antijamur (fungisida) dan antibakteri (bakterisida) (Williamson, 2007). Senyawa sironelol dan geraniol bekerja secara sinergis untuk membunuh serangga, dengan mekanisme penetrasi ke dalam tubuh serangga melalui lubang-lubang alami. Setelah masuk, senyawa tersebut menyebar ke seluruh tubuh dan mengganggu aktivitas fisiologis serangga (Saenong, 2016). Mekanisme tersebut mempengaruhi

aktivitas enzim asetilkolin yang dapat menyebabkan gangguan pada kerja sel syaraf (Rahhutami, 2017), dan keseimbangan ion di dalam tubuh sehingga serangga dapat mengalami kejang sesaat, dehidrasi hingga menyebabkan kematian (Saenong, 2016). Menurut Sufyan dkk. (2018), pemberian 5% ekstrak serai wangi dapat membunuh rayap tanah *C. curvignathus* sebesar 52,67% dalam waktu 7 hari setelah aplikasi. Selain itu, senyawa tersebut berfungsi sebagai antifeedant yang dapat mengurangi nafsu makan serangga (Flona, 2006).

Gejala yang timbul pada *M. gilvus* setelah terpapar minyak atsiri serai wangi menunjukkan perubahan warna pada bagian abdomen menjadi coklat kehitaman, mengering dan keriput. Semula abdomen *M. gilvus* pada kasta prajurit berwarna coklat pucat dan pada kasta prajurit coklat kemerahan (Subekti, 2010). Perubahan warna pada abdomen diakibatkan oleh terganggunya keseimbangan ion dalam tubuh sehingga serangga mengalami dehidrasi dan mengkerut (Saenong, 2016). Hal tersebut selaras dengan penelitian Hutabarat dkk. (2015), yang menjelaskan mengenai perubahan warna abdomen pada *Coptotermes curvignathus* yang menjadi coklat kehitaman dan keriput setelah terpapar ekstrak serai wangi selama 7 hari.



Gambar 1. Perubahan morfologi rayap tanah *M. gilvus* setelah terpapar minyak atsiri pada kasta; pekerja (a) dan prajurit (b).

Perbandingan Keefektifan Metode Pengendalian Rayap Tanah *Macrotermes gilvus* Menggunakan Minyak Atsiri Serai Wangi

Nilai LC₅₀ dan LC₉₅ (*lethal concentration*) menunjukkan konsentrasi yang dapat menyebabkan

mortalitas pada serangga sebesar 50% dan 95% dari populasi serangga uji. Hasil perhitungan LC minyak atsiri pada kedua metode menunjukkan hasil yang bervariasi (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai LC dan regresi dari metode yang digunakan

| Metode Perlakuan | LC ₅₀ (%) | LC ₉₅ (%) | Y = a + bx | |
|----------------------|----------------------|----------------------|------------|-------|
| | | | a | b |
| Residu kertas saring | 0,301 | 1,376 | 0,957 | 2,332 |
| Injeksi pasir | 0,377 | 3,301 | 0,793 | 1,747 |

Pengujian minyak atsiri serai wangi menggunakan metode residu kertas saring dan injeksi pasir menunjukkan nilai LC_{50} yang tidak jauh berbeda antara keduanya yaitu berturut-turut sebesar 0,301% dan 0,377%. Artinya pengaplikasian minyak atsiri serai wangi menggunakan metode residu kertas saring dan injeksi pasir dapat menyebabkan kematian rayap sebesar 50% pada konsentrasi 0,301 – 0,377%. Nilai LC_{95} pada pengujian menggunakan metode residu kertas saring menunjukkan nilai LC_{95} sebesar 1,376% yang artinya pengaplikasian minyak atsiri serai wangi menggunakan metode residu kertas saring dapat menyebabkan kematian rayap sebesar 95% pada konsentrasi 1,376%. Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan dengan nilai LC_{95} pada pengujian menggunakan metode injeksi pasir, yaitu sebesar 3,301%. Secara menyeluruh nilai LC_{50} dan LC_{95} pada pengaplikasian minyak atsiri serai wangi menggunakan metode residu kertas saring memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan LC_{50} dan LC_{95} pada metode injeksi pasir. Nilai regresi yang didapatkan dari kedua pengujian menunjukkan nilai positif, artinya hubungan antara konsentrasi minyak atsiri serai wangi dan persentase mortalitas *M. gilvus* berbanding lurus. Hal tersebut, menunjukkan terjadi peningkatan persentase mortalitas *M. gilvus* seiring dengan peningkatan konsentrasi minyak atsiri serai wangi yang digunakan.

Perbedaan efektivitas minyak atsiri pada pengujian dengan metode residu kertas saring dan injeksi pasir dapat disebabkan oleh perbedaan cara senyawa aktif masuk ke dalam tubuh serangga. Pada pengujian menggunakan metode residu kertas saring senyawa aktif bekerja secara ganda sebagai racun kontak dan perut, sedangkan pada metode injeksi pasir hanya bekerja sebagai racun kontak. Pengendalian menggunakan metode residu kertas saring membutuhkan konsentrasi minyak atsiri lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan metode injeksi pasir, namun mampu menyebabkan mortalitas *M. gilvus* lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan metode injeksi pasir (Tabel 1 dan 2). Hal tersebut selaras dengan penelitian Prasta (2018), yang menjelaskan mengenai pengendalian rayap tanah *C. curvignathus* menggunakan ekstrak tanaman *Tephrosia vogelii* dan *Annona muricata* dengan metode residu kertas tisu towel memiliki tingkat mortalitas lebih tinggi dibandingkan dengan pengendalian menggunakan metode perlakuan tanah.

Pengendalian menggunakan minyak atsiri menjadi salah satu pengendalian hama yang berpotensi saat ini karena memiliki beberapa keunggulan, yaitu tidak menimbulkan resistensi dan resurgensi yang begitu besar terhadap hama dan aman bagi lingkungan karena mudah terurai serta tidak berbahaya bagi makhluk hidup lainnya (Kardinan, 2005). Namun, pengendalian menggunakan minyak atsiri juga memiliki kelemahan, yaitu senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri bersifat volatil dan tidak stabil (Hartati, 2012). Sifat tersebut berpengaruh terhadap ketahanan senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri, sehingga penggunaan minyak atsiri di lapang perlu dicampur oleh senyawa kimia tambahan/adjuvan yang dapat mengurangi penguapan pada minyak atsiri dan bersifat lebih stabil.

SIMPULAN

Minyak atsiri serai wangi memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan alternatif biotermitisida karena memiliki kemampuan dalam meningkatkan mortalitas pada perlakuan residu kertas saring sebesar 96,63% dan perlakuan tanah sebesar 94,67%.

DAFTAR PUSTAKA

- Braga FG, Bouzada MLM, Fabri RL, Matos M de O, Moreira FO, Scio E, and Coimbra ES. 2007. Antileishmanial and antifungal activity of plants used intraditional medicine in Brazil. *J Ethnopharmacol.* 111:396-402.
- Cao R, and Su NY. 2015. Temperature preferences of four subterranean termite species (Isoptera: Rhinotermitidae) and temperature dependent survivorship and wood consumption rate. *AEAS.* 109(1): 64-71.
- Djojosumarto P. 2008. *Pestisida dan Aplikasinya.* Jakarta (ID): Agromedia Pustaka.
- Flona S. 2006. *Herba dan Tanaman Hias, Penangkal Nyamuk dan Polusi Udara.* Jakarta (ID): Samidra Utama.
- Hartati SY. 2012. Prospek pengembangan minyak atsiri sebagai pestisida nabati. *J. Perspek.* 11(1): 45-58.
- Hutabarat NK, Oemry S, dan Pinem MI. 2015. Uji efikasi termitisida nabati terhadap mortalitas rayap (*Coptotermes curvignathus* Holmgren) (Isoptera: Rhinotermitidae) di laboratorium. *J Agroekoteknol.* 3(1): 103-111.

- Inward D, Bacaloni G, and Eggleton P. 2007. Death of order: a comprehensive molecular phylogenetic study confirms that termites are eusocial cockroaches. *Biol Lett.* 3: 331-335.
- Kardinan A. 2005. *Pestisida Nabati, Ramuan dan Aplikasi*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Khoirotnunisa M. 2008. Aktifitas minyak atsiri daun serai wangi *Cymbopogon nardus* (L.) Randle terhadap pertumbuhan *malassezia furfur* invitro dan identifikasinya dan sebagai penghalau nyamuk *Aedes aegypti* [skripsi]. Semarang (ID): Universitas Diponegoro.
- Kurniawan R, Sulaeman R, dan Mardhiansyah M. 2015. Identifikasi dampak dan tingkat serangan rayap terhadap bangunan di Kabupaten Kuantan Singingi. *J Faperta.* 2(2).
- Kuswanto E, Ahmad I, and Dungani R. 2015. Threat of subterranean termites attack in the Asian countries and their control: A review. *AJAS.* 8(4): 227-239.
- Mubin N. 2013. Keanekaragaman spesies rayap dan bakteri simbiotiknya: studi kasus di kampus IPB Dramaga, Bogor [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Mubin N. 2014. Analisis kekerabatan rayap tanah *Macrotermes gilvus* Hagen (Blattodea: Termitidae) dan investasi bakteri simbiotiknya di Bogor [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Nandika D. 2014. Termites: News pest on oil palm plantation. Southeast Asian Regional Center for Tropical Biology. Pp: 23.
- Pearce MJ. 1997. *Termites: Biology and Pest Management*. New York (US): CABI.
- Prasta E. 2018. Pengaruh ekstrak *Tephrosia vogelii* dan *Annona muricata* terhadap mortalitas rayap tanah *Coptotermes curvignathus* dengan dua metode aplikasi [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rahhutami R. 2017. Uji efektivitas ekstrak daun serai wangi (*Cymbopogon nardus* L) terhadap mortalitas rayap. *JCWE.* 9(3): 275-231.
- Salam SM, Mukarlina, dan Diba F. 2014. Pengendalian rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren menggunakan ekstrak daun gulma sembung rambat (*Mikania micrantha* Kunth). *J Protobiont.* 3(2): 87-92.
- Saenong MS. 2016. Tumbuhan Indonesia potensial sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama kumbang bubuk jagung (*Sitophilus* spp.). *Jurnal Litbang Pertanian.* 35(5). 133-142.
- Savitri A, Martini, Yuliawati S. 2016. Keanekaragaman jenis spesies rayap tanah dan dampak serangan pada bangunan rumah di perumahan Kawasan Mijen Kota Semarang. *J. Kesma,* 4(1): 100-105.
- Sayuthi M. 2012. Identifikasi spesies rayap perusak tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *JIPB.* 4(2): 118-121.
- South EJ, Khrisna K, Grimaldi DA, Khrisna V, and Engel MS. 2020. *Macrotermes gilvus* Hagen [bibliografi]. Belanda (NED): ITIS Catalogue of Life.
- Subekti N. 2010. Kelimpahan, persebaran dan arsitektur sarang setra ukuran populasi rayap tanah *Macrotermes gilvus* Hagen di Cagar Alam Yanlapp, Jawa Barat [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sufyan, Jayuska A, dan Destiarti L. 2018. Bioaktivitas minyak atsiri serai dapur (*Cymbopogon citratus* DC Stapf) terhadap rayap (*Coptotermes curvignathus*). *J Kim Khatulist.* 7(3): 47-55.
- Tho YP. 1992. *Termites of Peninsular Malaysia*. Kirton LG, editor. Kepong, Kuala Lumpur (MY): Malayan Forest Records.
- Yusuf S, dan Utomo S. 2006. Hama Permukiman Indonesia: Pengenalan, Biologi, dan Pengendalian. Sigit SH dan Hadi UK, editor. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Zukowski J, Su NY. 2017. Survival of termite (Isoptera) exposed to various levels of relative humidity (RH) and water availability and their RH preferences. *J Flori Entomol.* 100(3): 532-538.

Komposisi Serangga Fitofag pada Pertanaman Porang (*Amarphopallus muelleri* Blume) dengan Jarak Tanam yang Berbeda

Mahardika Puspitasari*, Susilawati, Gusti Indriati, dan Dibyo Pranowo

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

Alamat korespondensi: dhunt.dee@gmail.com

ABSTRACT

Composition of phytophagous insect in porang (*Amarphopallus muelleri* Blume) plantation with different spacing

Amarphopallus muelleri Blume or common as Porang is a plant that recently has high demand to be cultivated. This plant has high economic value because it potential as a source of glucomannan that is the main material of agar. The objective of this research was to study the herbivores insect composition in the porang field with different spaces. The research has conducted in the Pakuwon experimental field and Integrated Laboratory of Balittri from Januari-Juni 2020. The insect sampling method used was installed in the yellow pan trap for 24 hours in the field. The spacing treatment were 30 cm, 40 cm, 50 cm, and 60 cm. Trap installed every two weeks for 3 times of installations. Insects collected were identified up to Family. The insect abundance and its role compiled in Ms. Excel. The result showed that phytophagous insect found in porang field consisted of 7 orders, they were Hymenoptera, Diptera, Orthoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Thysanoptera dan Coleoptera. The biggest population in the field was from the Order of Hemiptera and phytophagous insect collected was Hemiptera family Aphididae and Ordo Diptera family Phoreidae.

Keywords: Herbivores, Aphididae, Predator, Parasitoid, Vegetative

ABSTRAK

Amarphopallus muelleri Blume atau yang biasa disebut dengan nama umum porang merupakan tanaman yang banyak diminati oleh masyarakat untuk dibudidayakan. Potensinya sebagai sumber glukomanan yaitu bahan baku pembuat agar membuat tanaman ini memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari komposisi serangga fitofag pada tanaman porang tahap vegetatif. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Pakuwon dan Laboratorium Terpadu Balittri pada bulan Januari-Juni 2020. Metode pengambilan serangga di lapangan yaitu dengan memasang perangkap nampan kuning (*Yellow Pan Trap*) yang dipasang di pertanaman dengan jarak tanam yang berbeda yaitu 30 cm, 40 cm, 50 cm, dan 60 cm. Terdapat 3 perangkap YPT yang dipasang pada setiap jarak tanam yang dipasang dengan interval 2 minggu sekali sebanyak 3 kali pemasangan. Serangga yang terperangkap diidentifikasi sampai dengan tingkat Ordo dan kelimpahannya dikompilasi menggunakan Ms. Excel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serangga fitofag yang ditemukan pada pertanaman porang pada tahap vegetative sebanyak 7 ordo yaitu Hymenoptera, Diptera, Orthoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Thysanoptera dan Coleoptera. Sserangga fitofag terbanyak yang ditemukan yaitu dari Ordo Hemiptera family Aphididae dan Ordo Diptera family Phoreidae.

Kata kunci: Herbivora, Aphididae, Predator, Parasitoid, Vegetatif

PENDAHULUAN

Amarphopallus muelleri Blume atau yang biasa disebut dengan nama umum Porang merupakan tanaman yang saat ini banyak diminati oleh masyarakat untuk dibudidayakan. Potensinya sebagai

sumber glukomanan yaitu bahan baku pembuat agar membuat tanaman ini memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi (Dwiyono dkk., 2019). Umbi porang setelah diolah menjadi tepung sering dimanfaatkan untuk mie (sashimi), yang merupakan bahan yang

baik terutama untuk orang yang sakit diabetes karena rendah kalori tapi baik untuk pencernaan. Budidaya tanaman porang telah dimulai oleh masyarakat di Jawa Timur (Sulistiyo & Soetopo, 2014). Beberapa penelitian menyebutkan bahwa tanaman ini berpotensi juga sebagai bahan baku makanan pengganti nasi di masa depan.

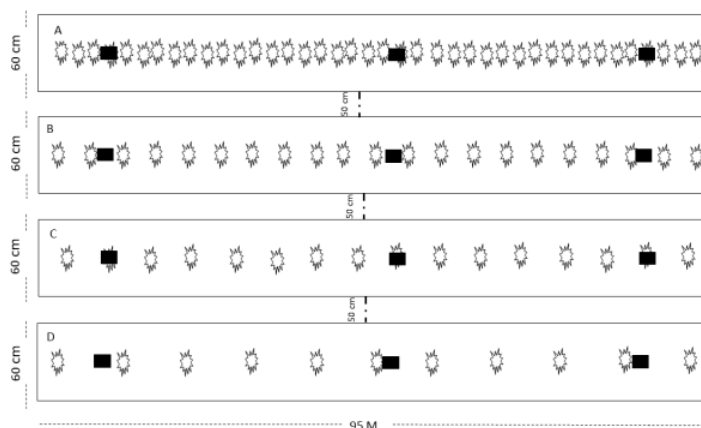
Dalam budidaya porang, pengaturan jarak tanam merupakan aspek penting. Selain untuk mengurangi persaingan unsur hara dan cahaya matahari antar tanaman, jarak tanam juga diketahui dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman seperti besar umbi, lebar tajuk tanaman, viabilitas umbi (Zhang *et al.*, 2010). Pengaturan jarak tanam yang berbeda juga mempengaruhi kondisi lingkungan serta serangga yang berasosiasi dengan tanaman budidaya termasuk serangga fitofag.

Serangga fitofag merupakan serangga yang memanfaatkan tanaman sebagai sumber makanannya. Pada pertanaman budidaya, populasi serangga fitofag yang besar berpotensi sebagai hama yang menyebabkan kerugian (de la Masselière *et al.*, 2017; Hamid, 2012). Informasi mengenai serangga fitofag pada tanaman porang masih sangat terbatas. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mempelajari komposisi serangga fitofag pada tanaman porang dengan jarak tanam yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol 70%, larutan air sabun dan tanaman porang. Sedangkan alat yang digunakan adalah perangkap nampan kuning (*Yellow Pan Trap-YPT*), mikroskop, kuas, kain saring, kamera digital. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Pakuwon 60°49'19.5"S 106°44'20.7"E dan Laboratorium Terpadu, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar Sukabumi, Jawa Barat pada bulan Januari sampai Juni 2020.

YPT dipasang selama 24 jam dan diletakkan di antara tanaman. Sebanyak 3 perangkap dipasang pada setiap petak yang berukuran 95 m x 0,6 m dengan perlakuan jarak tanam yang berbeda yaitu 30 cm, 40 cm, 50 cm, dan 60 cm. Pengambilan serangga di lapangan dilakukan sebanyak 3 kali dengan interval waktu 2 minggu. Pengamatan dilakukan pada fase vegetatif tanaman yang dimulai 30 hari setelah tanam (HST) sampai tanaman Porang berumur 3 bulan setelah tanam. Serangga yang tertangkap kemudian diambil dan dipindahkan ke dalam botol yang telah diberi label dan berisi larutan alkohol 70% untuk dibawa ke laboratorium. Pemasangan YPT pada pertanaman Porang sesuai dengan denah pada Gambar 1.



Gambar 1. Denah pemasangan perangkap nampan kuning pada pertanaman porang dengan jarak tanam 30 cm, 40 cm, 50 cm dan 60 cm.

Di Laboratorium, serangga dipisahkan menurut perbedaan morfologinya berdasarkan buku identifikasi Insect of Australia Volume 1 dan 2 (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), 2000), Hymenoptera of the World (Goulet & Huber, 1993) serta Identification Guide of the Ant of Borneo (Hashimoto, 2003). Identifikasi dilakukan sampai pada tingkat Family

dan dipisahkan menurut perannya sesuai dengan deskripsi peran pada family tersebut. Data hasil identifikasi kemudian di tabulasikan ke dalam tabel dan dianalisis statistik antar perlakuan jarak tanam menggunakan Sidik Ragam dalam Data Analysis pada Ms. Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serangga fitofag yang tertangkap menggunakan YPT adalah sebanyak 662 individu dari 7 Ordo yaitu Orthoptera, Coleoptera, Thysanoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Diptera dan Lepidoptera. Serangga fitofag yang dominan adalah dari Ordo Hemiptera family Aphididae yaitu sebanyak 104 individu. Sedangkan serangga dominan lain yaitu Ordo Hymenoptera family Formicidae dan Ordo Diptera family Phoridae (Gambar 2). Namun, dari ketiga Ordo serangga dominan, hanya dari Ordo Hemiptera dan Family Aphididae yang berperan sebagai serangga fitofag. Sedangkan Family Formicidae umumnya berperan sebagai predator (Way & Khoo, 1992) dan Family Phoridae diketahui berperan sebagai parasitoid. Serangga dari family

Aphididae yang tertangkap adalah 104 individu dari 662 individu yang tertangkap atau sebesar 15,7%.

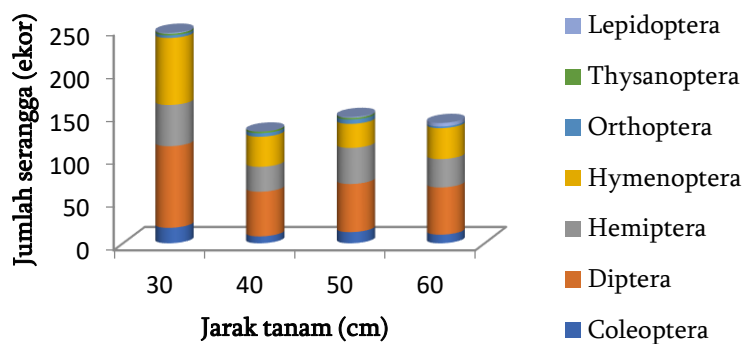
Family Aphididae merupakan kelompok serangga yang banyak ditemukan pada bagian daun ataupun pucuk daun. Serangga dari family ini berukuran kecil dan hidup secara berkelompok, sehingga dalam satu daun dapat ditemukan satu kelompok. Menurut Mardiningsih dkk. (2015), serangga dari family Aphididae merupakan hama tanaman yang menyerang banyak inang, salah satunya adalah talas. Hal ini menunjukkan bahwa serangga dari family Aphididae berpotensi sebagai hama pada tanaman porang apabila populasinya besar.



Gambar 2. Foto serangga dominan pada pertanaman porang dari a) Hemiptera: Aphididae, b) Hymenoptera: Formicidae, dan c) Diptera: Phoridae.

Komposisi serangga fitofag pada suatu habitat berhubungan dengan sumber makanan dan kondisi lingkungan pada habitat tersebut. Pada pertanaman dengan jarak tanam 30 cm, jumlah serangga yang tertangkap adalah 245, sedangkan pada jarak tanam 40 cm, 50 cm dan 60 cm sebanyak berturut-turut 130, 140 dan 141 individu serangga. Perbedaan jumlah ini menunjukkan bahwa pada jarak tanam 30 cm, terdapat lebih banyak serangga dikarenakan dalam

satu petak sampel terdapat lebih banyak tanaman sebagai sumber makanan bagi serangga fitofag. Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat (Maulana & Biologi, 2015; Nitschke *et al.*, 2014) yang menyatakan bahwa keberadaan serangga fitofag pada satu wilayah dipengaruhi oleh kecepatan proses siklus nutrisi tanaman yang di lokasi tersebut.



Gambar 3. Serangga fitofag yang tertangkap menggunakan perangkap nampan kuning (*yellow pan trap*) pada pertanaman porang dengan jarak tanam yang berbeda.

Hasil analisis menggunakan sidik ragam dengan nilai α sebesar 5% menunjukkan bahwa pemberian jarak tanam tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah individu serangga pada pertanaman porang yang ditunjukkan dengan nilai P-value sebesar 0,639. Hal ini menunjukkan adanya indikasi bahwa populasi serangga pada pertanaman porang yang ditanam dengan jarak tanam yang berbeda yang diujikan pada percobaan ini relatif sama. Keragaman serangga umumnya dipengaruhi oleh keragaman tanaman yang dibudidayakan pada lahan tersebut. Tingginya variasi jenis tanaman yang berada pada suatu ekosistem mendukung keragaman serangga yang tinggi pula (Zhu *et al.*, 2008). Selain itu fase tanaman porang saat percobaan berlangsung juga mempengaruhi populasi serangga. Zhu *et al.* (2008) menyatakan bahwa meningkatnya produksi tanaman mendukung penyediaan sumber pakan bagi serangga yang pada akhirnya dapat mempengaruhi keragaman serangga pada ekosistem tersebut.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pertanaman porang dengan jarak tanam yang berbeda pada fase vegetatif diperoleh serangga fitofag paling dominan dari Ordo Hemiptera Family Aphididae. Serangga fitofag lebih banyak ditemukan pada pertanaman porang dengan jarak tanam 30 cm dibandingkan pada jarak tanam 40 cm, 50 cm dan 60 cm. Namun, penggunaan jarak tanam yang berbeda secara statistik tidak memberikan pengaruh nyata pada komposisi serangga fitofag pada fase vegetatif tanaman porang.

DAFTAR PUSTAKA

de la Masselière CM, Ravigné V, Facon B, Lefeuvre P, Massol F, and Quilici S. 2017. Changes in phytophagous insect host ranges following the invasion of their community: long- - term data for fruit flies. *Ecologi and*

Evolution(December 2016):5181–90.

- Dwiyono K, Saribanon N, dan Wiryanti I. 2019. Rekayasa proses pengeringan umbi iles-iles (*Amorphophallus muelleri*). *Jurnal FP UNS*. 3(1):15–24.
- Hamid, H. 2012. Struktur komunitas serangga herbivora dan parasitoid pada polong tanaman kacang-kacangan (Fabaceae) di Padang. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 9(2):88–94.
- Mardiningsih TL, Sartiami D, Khumaida N, Kristina NN, dan Sukmana C. 2015. Kutu tanaman dan trips berasosiasi dengan tanaman daun ungu dan tingkat kerusakan tanaman. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. 23(1):70–82.
- Maulana F. 2015. Peran komunitas arthropoda tanah dalam upaya pelestarian agroforestri berbasis sengon dengan tanaman budidaya porang (*Amorphophallus muelleri* Blumei). *Rawa Sains Jurnal Sains STIPER Amuntai*. 5 (1): 311-318.
- Nitschke N, Wiesner K, Hilke I, Eisenhauer N, Oelmann Y, and Weisser WW. 2014. Increase of fast nutrient cycling in grassland microcosms through insect herbivory depends on plant functional composition and species diversity. *OIKOS*. 124 (2): 161-173.
- Sulistiyo RH, dan Soetopo L. 2014. Eksplorasi dan identifikasi karakter morfologi porang (*Amorphophallus muelleri* B.) di Jawa Timur. *Jurnal Produksi Tanaman*. 3 (5): 353-361.
- Way MJ, and Khoo KC. 1992. Role of ants in pest management. *Annual Review of Entomology*. 37 (45): 479–503.
- Zhang J, Huang L, He J, Tomberlin JK, Li JH, Lei C, Sun M, Liu Z, and Yu Z. 2010. An artificial light source influences mating and oviposition of black soldier flies, *Hermetia illucens*. *Journal of Insect Science*. 10 (202):1–7.
- Zhu H, Peng YY, and Wang DL. 2008. Effects of plant on insect diversity: A review. *Chinese Journal of Ecology*. 27 (12): 2215-2221.

Pemanfaatan Minyak Sereh Wangi sebagai Alternatif Teknologi Ramah Lingkungan untuk Mengendalikan Semut dan Gejala Burik pada Buah Manggis

Mizu Istianto* dan Liza Octriana

Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Jl. Raya Solok-Aripan Km.8 Solok 27301

Alamat korespondensi: mizu istianto@yahoo.com

ABSTRACT

The use of citronella oil as alternative environmentally friendly technology to control ant and scar on mangosteen

Mangosteen was one of the national superior fruit commodities that had very good market prospects. However, the quality of Indonesian mangosteen production was still relatively low. One of the causes was the presence of scarring on the rind of the fruits and ants on the fruits. The use of environmentally friendly alternative technologies that considered the safety aspects of consumers and the environment need to be developed to control these pests. The research demonstrated that the citronella oil had the potential to be developed as a botanic pesticide. This was shown on the experiment conducted on mangosteen, citronella oil was able to suppress ant attacks and reduced the intensity of scarring symptoms on mangosteen fruit effectively. Citronella oil was able to reduce the percentage of the number of mangosteen fruit inhabited by ants ranging from 39.7% -59.4%. For fruit with scarring symptoms, the application of citronella oil was able to reduce the percentage of the number of fruits with scarring intensity > 10% ranging from 19.3% -24.7%. Application of citronella oil was done once a week at a dose of 2 cc/l. This application was prioritized as a preventive rather than a curative action.

Keywords: Citronella oil, Control, Essentials, Mangosteen, Pests

ABSTRAK

Manggis merupakan salah satu komoditas buah unggul nasional yang memiliki prospek pasar yang sangat baik. Namun demikian kualitas produksi manggis Indonesia masih relatif rendah. Salah satu penyebabnya adalah adanya gejala burik pada kulit buah dan semut pada buah. Penggunaan teknologi alternatif ramah lingkungan yang mempertimbangkan aspek keamanan konsumen dan lingkungan perlu dikembangkan untuk mengendalikan hama ini. Berdasarkan hasil penelitian minyak atsiri sereh wangi memiliki potensi dikembangkan sebagai pestisida nabati. Hal ini terlihat dari hasil uji yang dilakukan pada manggis, minyak atsiri sereh wangi mampu menekan serangan semut dan menurunkan intensitas gejala burik pada buah manggis dengan efektif. Minyak sereh wangi mampu menekan persentase jumlah buah manggis yang dihuni semut berkisar antara 39,7%-59,4%. Untuk buah bergejala burik, aplikasi minyak sereh wangi mampu menekan persentase jumlah buah dengan intensitas burik >10% berkisar antara 19,3%-24,7%. Aplikasi minyak atsiri sereh wangi dilakukan seminggu sekali dengan dosis 2 cc/l. Aplikasi ini diutamakan sebagai tindakan pencegahan daripada penyembuhan.

Kata kunci: Atsiri, Hama, Manggis, Minyak sereh wangi, Pengendalian

PENDAHULUAN

Manggis merupakan salah satu komoditas buah unggul nasional yang memiliki prospek pasar yang sangat baik. Hal ini disebabkan karena manggis merupakan buah eksotik Indonesia dan belum

banyak pesaing dari negara lain dalam memenuhi kebutuhan manggis dunia. Namun demikian, kuantitas ekspor manggis Indonesia masih relatif kecil. Hal ini disebabkan karena kualitas produksi manggis Indonesia masih relatif rendah. Salah satu penyebab rendahnya kualitas buah manggis adalah

adanya gejala burik pada kulit buah yang disebabkan oleh serangan hama Thrips. Penyebab lain terhalangnya ekspor manggis Indonesia adalah persyaratan buah manggis harus bebas dari terbawanya serangga termasuk semut. Fakta di lapang menunjukkan bahwa populasi semut masih sering terikut pada buah manggis baik untuk pasar domestik maupun luar negeri.

Sehubungan dengan makin meningkatnya kesadaran masyarakat dunia terhadap lingkungan dan kesehatan, saat ini mulai dimunculkan persyaratan keamanan produk bagi konsumen dalam perdagangan produk pertanian, termasuk buah, serta kepedulian proses produksi terhadap keselamatan lingkungan. Untuk itu penggunaan teknologi alternatif ramah lingkungan yang mempertimbangkan aspek keamanan konsumen dan lingkungan perlu dikembangkan untuk memenuhi persyaratan pasar tersebut.

Salah satu teknologi alternatif tersebut adalah pemanfaatan minyak atsiri sereh wangi. Hal ini didasarkan pada informasi hasil penelitian yang menunjukkan bahwa minyak atsiri sereh wangi mampu menghambat perkembangan bahkan membunuh organisme pengganggu tanaman (Wilson *et al.*, 1997; Kazuhiko *et al.*, 2003; Saad *et al.*, 2017). Keuntungan penggunaan minyak atsiri sereh wangi adalah (1) merupakan bahan baku lokal sehingga tidak tergantung pada produk impor, (2) merupakan bahan alami yang mudah terurai sehingga aman terhadap lingkungan dan konsumen/pekerja, (3) mudah didapatkan di pasar karena banyak usaha rumah tangga yang bergerak dalam bidang produksi minyak atsiri sereh wangi, dan (4) memiliki harga yang relatif lebih murah dibanding dengan bahan pestisida sintetik.

Berdasarkan sifat seperti tersebut di atas, tampaknya minyak atsiri sereh wangi memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai alternatif pengendalian untuk menekan munculnya gejala

burik yang disebabkan oleh hama Thrips dan persentase buah yang dihuni oleh semut. Aplikasi bahan alami ini diharapkan akan menurunkan penggunaan pestisida sintetik secara bertahap yang selanjutnya akan menghasilkan produk hortikultura yang lebih aman bagi konsumen dan lingkungan. Selain itu, dengan adanya alternatif penjualan minyak sereh wangi pada sektor pengendalian OPT diharapkan akan semakin meningkatkan permintaan minyak tersebut. Hal ini akan semakin meningkatkan nilai jual minyak atsiri sereh yang selama dianggap masih relatif rendah. Untuk itu perlu dilakukan evaluasi kemampuan minyak atsiri sereh wangi menekan serangan semut dan gejala burik pada buah manggis pada kondisi lapang untuk meningkatkan akurasi kevalidan hasil pengujian.

BAHAN DAN METODE

Kegiatan pengujian dilaksanakan di dua lokasi yaitu Leuweliang Bogor (Jawa Barat) dan Payakumbuh (Sumatera Barat). Pelaksanaan penelitian dilakukan mulai bulan Januari sampai Desember 2015. Perlakuan dalam penelitian ini ada 2 yaitu aplikasi sereh wangi dan tanpa aplikasi sereh wangi pada tanaman manggis umur 7 tahun. Setiap perlakuan diulang 8 tanaman. Pelaksanaan aplikasi sereh wangi dilakukan setiap minggu sekali dengan dosis minyak sereh wangi 2 cc/l air. Penambahan bahan perata sebanyak 2 cc/l air juga dilakukan sebelum minyak dimasukkan dalam air. Setelah diaduk dan minyak membentuk emulsi dalam air, larutan siap diaplikasikan ke tanaman menggunakan power sprayer (Gambar 1). Pengamatan dilakukan terhadap persentase jumlah buah terserang semut dan persentase jumlah buah terserang burik dengan intensitas serangan (keparahan) > 10%. Pengamatan dilakukan pada saat panen. Untuk mengetahui beda nyata antar perlakuan dilakukan dengan uji T.



Gambar 1. Aplikasi minyak atsiri sereh wangi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa aplikasi minyak atsiri sereh wangi interval seminggu sekali dengan konsentrasi 2 cc/l air dapat menekan secara nyata persentase jumlah buah manggis terserang semut dan bergejala burik pada 2 lokasi di wilayah pengembangan manggis (Tabel 1 dan 2).

Tabel 1. Keefektifan aplikasi minyak sereh wangi menekan persentase jumlah buah manggis terserang semut.

| No | Lokasi | Persentase buah terserang semut (%) | |
|----|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| | | Blok perlakuan sereh wangi | Blok tanpa perlakuan pengendalian |
| 1. | Leuwiliang Bogor Jawa Barat Panen I | 14,7 a* | 54,4 b |
| 2. | Leuwiliang Bogor Jawa Barat Panen II | 6,4 a* | 49,0 b |
| 3. | Payakumbuh Sumatera Barat | 6,20 a* | 65,6 b |

Keterangan: * huruf yang berbeda pada setiap lokasi menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara kedua perlakuan pada masing-masing lokasi tersebut berdasarkan uji t-test.

Tabel 2. Keefektifan aplikasi minyak sereh wangi menekan persentase jumlah buah manggis dengan intensitas gejala burik >10%.

| No | Lokasi | Persentase buah bergejala burik (%) | |
|----|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| | | Blok perlakuan sereh wangi | Blok tanpa perlakuan pengendalian |
| 1. | Leuwiliang Bogor Jawa Barat | 30,7 a* | 50,0 b |
| 2. | Payakumbuh Sumatera Barat | 63,7 a* | 88,4 b |

Keterangan: * huruf yang berbeda pada setiap lokasi menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara kedua perlakuan pada masing-masing lokasi tersebut berdasarkan uji t-test.

Pada pengamatan terhadap serangan semut, aplikasi minyak atsiri sereh wangi terlihat mampu menekan persentase jumlah buah manggis yang dihuni semut berkisar antara 39,7%-59,4%. Pada lokasi Leuwiliang, konsistensi peningkatan kualitas buah (tidak terserang semut) terlihat melalui pengamatan selama 2 kali musim panen. Penurunan persentase jumlah buah terserang semut panen I dan II berturut-turut adalah 39,7% dan 42,6%. Pada

lokasi Payakumbuh, penurunan persentase jumlah buah terserang semut sebesar 59,4% (Tabel 1). Untuk buah bergejala burik, aplikasi minyak sereh wangi mampu menekan persentase jumlah buah dengan intensitas burik >10% berkisar antara 19,3%-24,7%. Hasil ini menunjukkan bahwa minyak atsiri sereh wangi memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai pestisida botani untuk pengendalian hama pada manggis.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2.(a) Buah terserang semut, (b) kulit buah bergejala burik, dan (c) buah manggis berkualitas baik akibat perlakuan sereh wangi

Mekanisme kerja minyak atsiri sereh wangi dalam mengendalikan hama adalah sebagai bahan penolak, penghambat makan, dan pembunuh secara kontak. Menurut Burdock (2002) komponen senyawa utama minyak sereh wangi ini terdiri dari sitronelal, sitronellol, dan geraniol. Ketiga senyawa

ini memiliki potensi sebagai penolak bagi serangga. Uap dari senyawa sitronellal telah dikenal baik sebagai penolak kehadiran nyamuk (Sakulku *et al.*, 2009). Muller *et al.*, (2009) menginformasikan bahwa geraniol memiliki aktivitas penolak terhadap nyamuk lebih tinggi dibanding sitronella dan linalool. Minyak

sereh wangi bersifat repelen terhadap beberapa hama utama tanaman pertanian antara lain *Helopeltis antonii* pada kakao (Nurmansyah, 2014), hama gudang bawang merah *Ephestia cautella* (Hasyim dkk., 2014), dan kutu putih *Bemisia tabaci* yang menyerang tanaman cabe (Saad *et al.*, 2017). Fungsi ini dimanfaatkan untuk tindakan preventif dimana sejak awal telah dilakukan usaha agar proses kehadiran hama pada suatu pertanaman dapat dihambat. Mekanismenya adalah mengacaukan aroma penarik yang dikeluarkan tanaman inang sehingga aroma tersebut tidak/sedikit dikenali oleh hama. Akibatnya, tahap pertama pengenalan tanaman inang melalui indera penciuman tidak terjadi sehingga pergerakan hama menuju tanaman inang tersebut dapat dialihkan.

Selanjutnya Wilis dkk. 2013 dan Wany *et al.* (2013) menyatakan bahwa minyak sereh bersifat *repelen*, *antifeedant* dan *deterrent oviposisi* pada serangga. Adanya minyak atsiri yang diaplikasikan pada tanaman inang mampu menekan peran bahan perangsang makan dan menimbulkan ketidaksukaan sehingga konsumsi hama pada tanaman inang menjadi jauh berkurang. Akibatnya pertumbuhan hama dan perkembangan populasi menjadi terhambat. Minyak sereh wangi juga dilaporkan dapat bersifat sebagai pembunuh hama. Kemampuan minyak atsiri sereh wangi menyebabkan kematian pada serangga diinformasikan oleh beberapa hasil penelitian lain antara lain *Helopeltis antonii* (Nurmansyah 2014), *Diconocoris hewetti* (hama penghisap bunga lada) sebesar 47% pada konsentrasi 2,5% (Wiratno dkk. 2011), mortalitas lebih dari 50% *D. piperis* di lapang dengan konsentrasi aplikasi 5 ml/l (Wilis dkk., 2013). Minyak sereh wangi juga dilaporkan mempunyai efek iritasi sehingga menyebabkan kerusakan pada integumen dan terjadi proses transpirasi tinggi. Hal ini dapat mengakibatkan kematian pada serangga tersebut. Hasil penelitian Fikri (2010), juga menginformasikan bahwa senyawa sitronella bersifat racun perut yang dapat membunuh thrips pada tanaman jarak pagar.

Aplikasi bahan alami, termasuk minyak atsiri, memiliki karakter yang berbeda bila dibandingkan dengan pestisida sintetik. Beberapa hal yang harus dipahami ketika menggunakan bahan alami untuk tindakan pengendalian OPT adalah bahan alami memiliki masa persistensi yang lebih pendek di lapang dibanding pestisida sintetik, sehingga interval aplikasi lebih pendek. Untuk minyak atsiri sereh wangi sebaiknya interval aplikasi dilakukan tidak lebih dari 6 hari sekali. Pelaksanaan di lapangan

menunjukkan bahwa bila aplikasi dilakukan dengan interval lebih dari 6 hari biasanya serangan OPT cenderung meningkat walaupun lambat.

Hal lain yang harus dipahami adalah kebutuhan dosis/konsentrasi bahan alami cenderung lebih tinggi dibanding pestisida sintetik. Kebutuhan konsentrasi minyak sereh wangi untuk pengendalian OPT tersebut berkisar antara 2 cc/l air, relatif lebih tinggi dibanding pestisida sintetik yang berkisar antara 1-2 cc/l air. Daya bunuh bahan alami lebih rendah dibanding pestisida sintetik. Untuk minyak atsiri sereh wangi, penurunan serangan OPT dapat terlihat setelah 1-4 kali aplikasi tergantung tingkat keparahan serangan. Untuk serangan ringan, penurunan tingkat serangan dapat langsung terlihat setelah aplikasi pertama. Sebaiknya aplikasi minyak atsiri sereh wangi dilakukan bukan untuk tindakan penyembuhan (kuratif) melainkan untuk tindakan pencegahan (preventif).

Selanjutnya kemudahan mendapatkan bahan di pasaran juga menjadi pertimbangan aplikasi pestisida berbahan alami. Keberadaan pestisida alami sering sulit ditemukan di pasaran bila dibanding dengan pestisida sintetik yang sangat mudah ditemukan bila dibutuhkan. Umumnya penyebab sulitnya ditemukan pestisida alami ini karena kapasitas produksinya yang rendah. Untuk minyak atsiri sereh wangi, kapasitas produksi cukup tinggi dengan daerah sentra produksi di Sumatera Barat, Jawa Barat, dan Jawa Tengah. Dengan masa panen tanaman sereh wangi setiap 7 bulan yang dibarengi dengan peningkatan luas areal tanam diharapkan ketersediaan minyak sereh wangi bukan menjadi kendala (Istianto, 2009).

Berdasarkan hasil uji, aplikasi terbaik minyak atsiri sereh wangi adalah dengan cara penyemprotan. Pengendalian sebaiknya diarahkan pada tindakan preventif walaupun bisa juga untuk tujuan kuratif dengan interval maksimal 6 hari sekali (Istianto, 2009). Mengingat salah satu sifat minyak sereh wangi adalah racun kontak, penyemprotan sebaiknya dilakukan secara merata pada semua bagian tanaman. Dalam aplikasi minyak sereh wangi, penggunaan bahan perata sangat diperlukan untuk memudahkan pembentukan emulsi minyak dalam air. Dengan demikian apabila disarikan, persyaratan aplikasi minyak sereh wangi adalah (1) interval aplikasi relatif pendek (6 hari sekali), (2) penggunaan bahan perata, (3) konsentrasi berkisar antara 2 cc/l air dan (3) penyemprotan merata ke seluruh bagian tanaman.

SIMPULAN

Minyak atsiri sereh wangi memiliki potensi sebagai pestisida nabati untuk pengendalian semut dan menekan gejala burik akibat serangan Thrips. Hal ini karena minyak atsiri sereh wangi mengandung tiga senyawa yang memiliki efek negatif terhadap serangga yaitu sitronelal, sitronellol, dan geraniol. Aplikasi minyak atsiri sereh wangi dilakukan seminggu sekali dengan dosis 2 cc/l. Aplikasi ini diutamakan sebagai tindakan pencegahan daripada penyembuhan. Mengingat minyak atsiri dilarutkan dalam air, sebaiknya perlu ditambahkan bahan perata dengan dosis anjuran agar minyak mudah membentuk emulsi dengan air. Mekanisme kerja minyak atsiri sereh wangi dalam mengendalikan hama adalah sebagai bahan penolak, penghambat makan, dan pembunuh secara kontak.

DAFTAR PUSTAKA

- Burdock, G. 2002. *Fanarali's Handbook of Flavor Ingredients*. Boca Raton, FL, CRC Press.
- Fikri MI. 2010. Identifikasi dan Uji Toksisitas Senyawa Sitronelal dari Daun Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus* L.) sebagai Anti Feedant terhadap Hama Thrips pada Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L). Makalah Penelitian, Universitas Islam Negeri Malang.
- Hasyim A, Setawati W, Jayanti H, dan Krestini EH. 2014. Repelensi minyak atsiri terhadap hama gudang bawang merah *Ephesia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) di Laboratorium. *J. Horti* 24 (4): 336-345.
- Istianto M. 2009. Pemanfaatan minyak atsiri, alternatif teknologi pengendalian OPT buah ramah lingkungan. *Iptek Hortikultura* 5: 34-38.
- Kazuhiko N, Najeeb A, Tadashi Y, Huong N, and Gassinee T. 2003. Chemical composition and antifungal activity of essential oil from *Cymbopogon nardus* (Citronella grass). *Japan Agricultural Research Quarterly* 37(4): 249-252.
- Muller G, Butler J, Junnila A, and Kravchenko V. 2009. Efficacy of the botanical repellents geraniol, linalool, and citronella against mosquitoes. *Journal of Vector Ecology*. 34(1):2-8.
- Nurmansyah. 2014. Pengaruh interval aplikasi dan waktu penyemprotan pestisida nabati serai wangi terhadap hama *Helopeltis antonii* pada tanaman kakao. *Bull. Littro* vol.25 no.1, pp.53-60.
- Saad KA, Idris AB, and Roff MNM. 2017. Toxic, repellent, and deterrent effects of citronella essential oil on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on chili plants. *Journal of Entomological Science*. 52(2): 119-130.
- Sakulku U, Nuchuchua O, Uawongyart N, Puttipipatkachorn S, Soottitawat A, and Ruktanonchai U. 2009. Characterization and mosquito repellent activity of citronella oil nanoemulsion. *Int. J. Pharm.* 372:105-111.
- Wany A, Nigam V, and Pandey DM. 2013. Chemical analysis and therapeutic uses of citronella oil From *Cymbopogon winterianus*: A short review. *International Journal of Advanced Research*. 1 (6): 504-521.
- Wilis M, Laba IW, dan Rohimatun 2013. Efektifitas insektisida sitonella, eugenol dan azadirachtin terhadap hama penggerek buah kakao. *Bull. Littro* (24) 1: 19-25.
- Wilson CI, Solar JM, El Ghaouth A, and Wisniewski ME. 1997. Rapid evaluation of plant extracts and essential oil for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. *Plant Dis*. 81: 204-210.
- Wiratno, Siswanto, Luluk, dan Suriati S. 2011. Efektifitas beberapa jenis tanaman obat dan aromatik sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan *Diconocoris hewetti* (Hemiptera:Tingidae). *Bull. Litro* (22):2: 198-204.

Pengaruh Reflektor berbentuk Predator terhadap Kunjungan Burung Bondol Jawa (*Lonchura leucogastroides*) di Areal Pesawahan Sumber

Ichsan Nurul Bari^{1*}, Naufal Wibowo², Fitri Widiyanti¹, Yusup Hidayat¹, Wawan Kurniawan¹, dan Denny Kurniadie³

¹Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran,

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

³Departemen Budidaya, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Jalan Raya Bandung-Sumedang KM 21, Jatinangor 45363

*Alamat korespondensi: ichsan@unpad.ac.id

ABSTRACT

The effect of predator-shaped reflectors on the visit of the Javan Munia (*Lonchura leucogastroides*) in the Sumber rice fields

Javan Munia (*Lonchura leucogastroides*) is a pest that attacks rice plants in the generative phase. Farmers often use traditional methods of bird control such as scarecrows and shaking gravel cans. The use of traditional methods decreases in effectiveness due to the adaptation of birds to these methods. Birds have antipredator properties that function to prevent predator's attack. This study aimed to determine the effect of a predator-shaped reflector as a form of bird control in rice fields. The results showed that the predatory-shaped reflector could reduce the number of javan munia visits up to 90.66%. This showed that the predator-shaped reflector can be used by farmers to control bird pests in rice fields.

Keywords: bird pests, repellent, visual

ABSTRAK

Burung bondol jawa (*Lonchura leucogastroides*) merupakan hama yang menyerang tanaman padi pada fase generatif. Petani sering kali menggunakan metode tradisional untuk pengendalian burung seperti orang-orangan sawah dan kaleng berisi kerikil yang digoyangkan. Penggunaan metode tradisional berkurang keefektifannya akibat adaptasi burung terhadap metode tersebut. Burung memiliki sifat antipredator yang berfungsi untuk mencegah serangan predator. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh reflektor berbentuk predator sebagai bentuk pengendalian burung pada tanaman padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa reflektor berbentuk predator dapat mengurangi jumlah kunjungan burung bondol hingga 90,66%. Hal ini menunjukkan bahwa reflektor berbentuk predator dapat digunakan petani untuk mengendalikan hama burung di sawah.

Kata kunci: Hama burung, Pengusir, Visual

PENDAHULUAN

Burung merupakan salah satu vertebrata hama yang sering menyerang tanaman padi (Triharso, 2014). Beberapa jenis burung yang menyerang pertanian antara lain bondol jawa (*Lonchura leucogastroides*), bondol haji (*Lonchura maja*), dan bondol peking (*Lonchura punctulata*) (Harahap & Tjahjono, 1994). Burung bondol merupakan burung dengan ukuran tubuh yang kecil, mengkonsumsi biji-bijian, dan tersebar luas di wilayah tropis (Sari, 2009). Burung bondol dapat mengonsumsi biji sebanyak

10% dari berat tubuhnya (Soemadi & Mutholib, 2003), dan bondol peking dapat memakan padi rata-rata sebanyak 5 g sehari (Salsabila, 1991).

Serangan kelompok burung bondol cukup meresahkan para petani di Kecamatan Sumber. Burung bondol menyerang tanaman padi dengan cara memakan bulir pada malai padi yang sudah memasuki masa masak susu atau padi dengan masa tanam 70 hari (Ziyadah, 2011). Pada tahun 2009 dan 2010, beberapa daerah di Aceh mengalami serangan burung bondol yang mengakibatkan penurunan produksi padi sebanyak 30-50% (Ziyadah, 2011).

Burung bondol menyerang saat kondisi cuaca teduh dan burung menyerang secara berkelompok (Ardjansyah dkk., 2017).

Petani di Kecamatan Sumber telah berusaha untuk mengendalikan serangan burung bondol, tetapi usaha yang dilakukan belum maksimal. Beberapa cara dalam upaya mengendalikan hama burung yaitu menggunakan kaleng berisikan batu kerikil yang diikat pada tali kemudian dibentangkan ke seluruh areal sawah, jaring, membuat orang-orangan sawah, dan menjaga sawah dari pagi hingga sore dari serangan burung ataupun menggunakan avisida (Eaton, 2016). Petani mengendalikan hama burung dengan cara mekanik yaitu memasang rumbai-rumbai, tetapi cara tersebut kurang efisien dan memerlukan buruh untuk menghalau burung dengan rumbai-rumbai tersebut (Laksono & Zahidi, 2017).

Burung memiliki musuh alami berupa hewan pemangsa atau yang dikenal dengan predator. Oleh sebab itu, burung memiliki sifat antipredator untuk mencegah dimangsa hewan lainnya. Sifat antipredator burung muncul ketika burung mendengar suara yang tidak biasa didengar (Beauchamp, 2015), dan stimulus visual yang menyerupai bentuk predator (Fuchs *et al.*, 2019). Telah diketahui kilatan cahaya dari reflektor dapat mengusir burung (Bishop *et al.*, 2003).

Sifat antipredator burung dapat dimanfaatkan sebagai pengusir atau pencegah serangan burung bondol di bidang pertanian. Reflektor (Bishop *et al.*, 2003) dan benda yang berbentuk predator (Fuchs *et al.*, 2019) dari burung bondol dapat digunakan sebagai alat pengusir burung di lahan pertanian. Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh reflektor berbentuk predator terhadap serangan burung bondol jawa di pertanaman sawah.

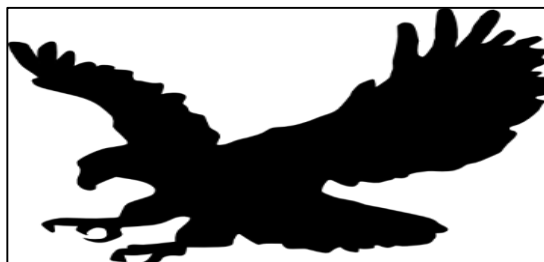
BAHAN DAN METODE

Pembuatan reflektor berbentuk predator

Desain reflektor yang digunakan berbentuk burung predator (burung elang). Hal tersebut dilakukan agar sifat antipredator dari burung bondol muncul dan merasa terancam ketika melihat siluet burung predator sehingga burung bondol pergi meninggalkan pertanaman padi. Burung predator memiliki ukuran yang beragam, salah satunya burung elang-alap nipon (*Accipiter gularis*) yang memiliki ukuran dari ujung paruh hingga ujung ekor 27 cm (MacKinnon dkk., 2010). Ukuran yang digunakan untuk desain reflektor yaitu 40 x 30 cm. Ukuran

tersebut lebih besar daripada burung predator agar dapat memicu sifat antipredator burung bondol.

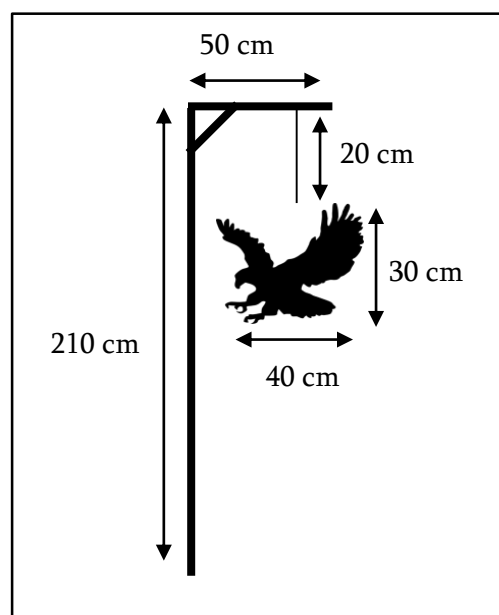
Gambar 1. Desain siluet burung predator (elang)



(Acasontych, 2019).

Pembuatan perangkat dimulai dengan desain burung predator (Gambar 1) dicetak di kertas. Kemudian papan PVC dipotong dengan ukuran 40 x 30 cm dan ditempel stiker hologram. Lalu hasil cetak desain burung predator ditempel ke papan PVC yang telah ditempel stiker hologram. Kemudian potong sesuai desain dengan bantuan gunting dan silet. Selain itu, dibuat alat peletak reflektor berupa tiang (Gambar 2).

Gambar 2. Desain perangkat reflektor berbentuk



predator.

Pemilihan lahan penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2020 sampai bulan Mei 2020. Lokasi penelitian berada di lahan sawah milik petani Desa Tukmudal, Kecamatan Sumber yang telah berumur ≥ 70 hari setelah tanam. Lahan sawah yang dipakai berukuran 6 m x 6 m. Varietas padi yang digunakan adalah IR-32 dengan

benih yang berasal dari hasil panen sebelumnya. Waktu tanam padi di sekitar lahan penelitian dilakukan dengan waktu yang serempak (berbeda 1-2 minggu).

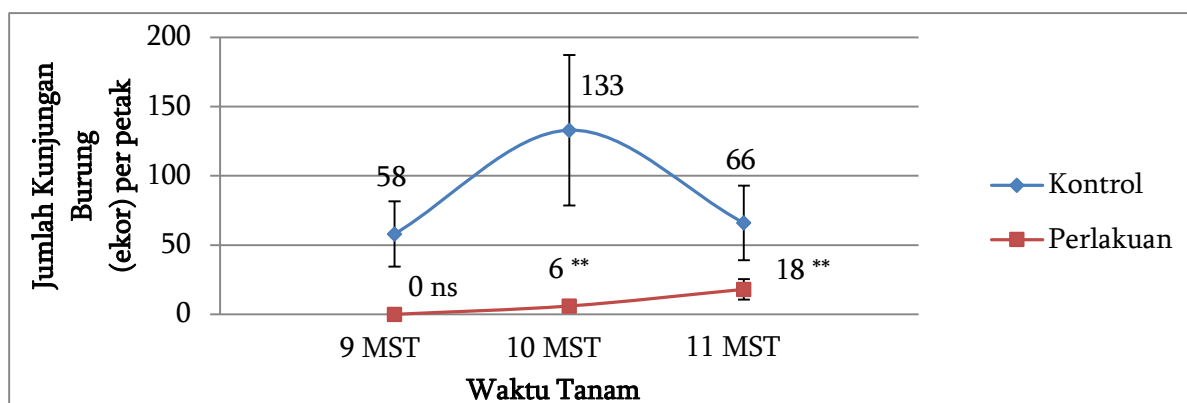
Penelitian menggunakan metode pengamatan langsung (*direct observation*). Aktivitas burung direkam selama 12 jam, yaitu dari jam 06.00-18.00 WIB dengan menggunakan kamera yi home. Kamera diposisikan di sudut sawah penelitian sehingga terlihat semua areal sawah penelitian. Pengamatan kunjungan burung dilakukan dengan cara menghitung jumlah individu burung yang berkunjung ke areal sawah penelitian setiap jamnya dari hasil rekaman kamera pengamat. Pada rancangan analisis, data hasil percobaan pada setiap perlakuan dibandingkan menggunakan metode *Independent Sample T-Test*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan, terdapat peningkatan jumlah kunjungan burung bondol

berdasarkan minggu setelah tanam (MST) padi. Pada lahan kontrol jumlah kunjungan burung 9 MST sebanyak 58 ekor, lalu meningkat pada umur 10 MST menjadi 133 ekor, dan menurun menjadi 66 ekor pada umur 11 MST (Gambar 3.). Pada perlakuan reflektor berbentuk predator, hasil pengamatan pada umur padi 9 MST tidak terdapat kunjungan burung, tetapi pada umur 10 dan 11 MST terdapat kunjungan burung masing-masing 6 dan 18 ekor.

Pada umur padi 9 MST, burung diduga mengalami perilaku *neophobia*, yaitu keengganan untuk mendekati objek yang memiliki kebaruan (sesuatu yang baru) (Sol *et al.*, 2011). Sifat ini terpicu dikarenakan terdapatnya objek baru berupa reflektor berbentuk predator sehingga burung tidak mendekati lahan perlakuan. Selain itu, terdapat aktivitas petani di lahan penelitian yang dapat menyebabkan tidak hadirnya serangan burung. Namun, seiringnya waktu dan tereksposnya keberadaan reflektor berbentuk predator mengakibatkan perilaku adaptasi burung atas keberadaan benda tersebut (Fuchs *et al.*, 2019).



Gambar 3. Kunjungan burung bondol jawa (*Lonchura leucogastroides*) antara petak kontrol dan petak perlakuan berdasarkan minggu setelah tanam.

Keterangan: Tanda bintang menunjukkan berbeda nyata menurut *independent sample t-test*. ns = tidak berbeda nyata.

Adaptasi dan pembiasaan burung pada suatu objek baru dapat dipengaruhi dengan tereksposnya objek baru tersebut. Pada umur padi 10 dan 11 MST burung mengalami pembiasaan terdapatnya reflektor berbentuk predator di lahan perlakuan dengan bertambahnya jumlah kunjungan burung. Burung jalak eropa diberi pakan selama 5 hari berturut-turut dengan stimulus objek baru berupa cincin merah mengalami penurunan waktu burung untuk mendekati pakan tersebut (de Bruijn & Romero, 2020). Hal ini merupakan bentuk pembiasaan burung jalak eropa terhadap benda asing dan menyadari bahwa benda tersebut bukan termasuk ancaman.

Seperti halnya di lahan perlakuan, burung bondol mengalami pembiasaan terhadap keberadaan reflektor berbentuk predator pada umur padi 10 dan 11 MST. Hasil uji analisis *independent sample t-test* pada taraf kepercayaan 5%, jumlah kunjungan burung pada kontrol dengan perlakuan reflektor berbentuk predator memiliki perbedaan yang nyata.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Reflektor berbentuk predator memiliki pengaruh terhadap jumlah kunjungan burung.

Terdapat perbedaan jumlah kunjungan burung pada lahan perlakuan dengan lahan kontrol. Jumlah kunjungan burung pada lahan perlakuan sebanyak 24 ekor, sedangkan pada lahan kontrol sebanyak 257 ekor.

Saran

Hasil ini menunjukkan bahwa reflektor berbentuk predator memiliki potensi untuk diaplikasikan pada lahan sawah dengan tujuan untuk menolak dan mengusir serangan burung bondol jawa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardjansyah A, Hernowo JB, dan Priyambodo DS. 2017. Pengaruh serangan burung bondol terhadap kerusakan tanaman padi Media Konservasi. 22(2), 101–110.
- Beauchamp, G. 2015. Animal Vigilance Monitoring Predators and Competitors (hal. 155–204). Elsevier Inc. DOI: 10.1016/B978-0-12-801983-2/00011-5.
- Bishop JD, McKay HV, Parrott D, and Allan J. 2003. Review of international research literature regarding the effectiveness of auditory bird scaring techniques and potential alternatives. Department of Food and Rural Affairs, (December), 1–52. Diambil dari <https://www.researchgate.net/publication/242454383>.
- de Bruijn R, and Romero LM. 2020. Prior restraint stress inhibits habituation to novel objects in the European starlings (*Sturnus vulgaris*). Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology, 333(2), 88–95. DOI: 10.1002/jez.2327.
- Eaton, DAT. 2016. Bird Damage Prevention for Northern New England Fruit Growers. University of New Hampshire.
- Fuchs R, P Vésely, and Nácrová J. 2019. Predator Recognition in Birds The Use of Key Features. Springer.
- Harahap IS, dan Tjahjono B. 1994. Pengendalian Hama Penyakit Padi. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Laksono AB, dan Zahidi ARZ. 2017. Rancang bangun alat pengusir burung pemakan padi berbasis mikrocontroller Atmega328 dengan sel surya. Jurnal Elektro. 2(1). DOI: 10.30736/je.v2i1.32.
- MacKinnon J, Philips K, dan van Balen, B. 2010. Burung-burung di Sumatera, Jawa, Bali, dan Kalimantan. LIPI.
- Salsabila A. 1991. Burung-burung Pintar dan Unik. Padang: Universitas Andalas.
- Soemadi W, dan Mutholib A. 2003. Pakan Burung. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sol D, Griffin AS, Bartomeus I, and Boyce H. 2011. Exploring or avoiding novel food resources? the novelty conflict in an invasive bird. PLoS ONE, 6(5). DOI: 10.1371/journal.pone.0019535
- Triharso. 2014. Dasar Dasar Perlindungan Tanaman. Gadjah Mada University Press.
- Ziyadah K. 2011. Pengujian umpadn beracun pada bondol peking (*Lonchura punctulata* L.) dan bondol jawa (*Lonchura leucogastroides* Horsfield & Moore). Bogor: Institut Pertanian Bogor (Skripsi).

Pengaruh Tumpangsari Cabai Merah (*Capsicum annuum* L) dan Sayuran Daun terhadap Gejala Penyakit Virus Kuning Keriting di Dataran Tinggi

Neni Gunaeni*, Astri W. Wulandari, dan Redy Gaswanto

Balai Penelitian Tanaman Sayuran

Jl. Tangkuban Perahu No. 517 Lembang – Bandung (40391)

Alamat korespondensi: nenigunaeni63@gmail.com

ABSTRACT

The effects of multiple cropping system between hot pepper (*Capsicum annuum* L) and leaf vegetables against symptoms of pepper yellow leaf curly virus diseases in the highlands

One of the components of environmentally friendly control technology is technical culture control with the intercropping system. The aim of the study was to determine the effect leaf vegetable of the intercropping with hot pepper on reducing the symptoms of pepper yellow leaf curl virus disease in hot pepper plants. The research was conducted at the Indonesia Vegetable Research Institute (1,250 m asl) from May to November 2018. The study used a randomized block design repeated 4 times and 6 treatments: (a). Hot pepper + Celery. (b). Hot pepper + Leek. (c). Hot pepper + spinach. (d). Hot pepper + kale. (e). Hot pepper + Basil. (f). Monoculture Hot pepper. The results showed that (1). Intercropping hot pepper with leafy vegetables has a good effect on growth. (2). Intercropping hot pepper with celery and basil can suppress the development of pepper yellow leaf curl virus and reduce population of silver leaf whitefly. (3). The use of celery and basil in the intercropping system with hot pepper increased yields by 36.09% and 31.18% respectively.

Keywords: *Capsicum annuum* L, Leaf vegetables, Multiple cropping, Pepper yellow leaf curl virus

ABSTRAK

Salah satu komponen teknologi pengendalian ramah lingkungan adalah pengendalian secara kultur teknis dengan sistem tanaman tumpangsari. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh tanaman sayuran daun yang ditumpangsarikan dengan cabai dapat menekan gejala penyakit virus kuning keriting pada tanaman cabai merah. Penelitian dilaksanakan di Balai Penelitian Tanaman Sayuran (1.250 m dpl) pada bulan Mei sampai November 2018. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok diulang 4 kali dan 6 perlakuan : (a). Cabai + Seledri. (b). Cabai + Bawang daun. (c). Cabai + bayam. (d). Cabai + kangkung. (e). Cabai + Kemangi. (f). Cabai monokultur. Hasil penelitian menunjukkan : (1). Tumpangsari cabai dengan sayuran daun berpengaruh baik terhadap pertumbuhan. (2). Tumpangsari cabai dengan seledri dan kemangi dapat menekan perkembangan virus kuning keriting dan populasi kutukebul. (3). Penggunaan seledri dan kemangi dalam sistem tanam tumpangsari dengan cabai merah dapat meningkatkan hasil panen masing-masing 36,09% dan 31,18%.

Kata kunci: *Capsicum annuum* L, Tumpangsari, Sayuran daun, Virus kuning keriting

PENDAHULUAN

Tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L) merupakan komoditas sayuran yang telah dikenal dan diusahakan oleh petani serta mempunyai daya adaptasi yang luas sehingga dapat dibudidayakan pada berbagai ekosistem yang berbeda. Tanaman cabai mempunyai potensi sebagai bahan ekspor, baik dalam bentuk segar maupun olahan, sehingga

menjadi komoditas andalan yang bernilai ekonomi tinggi, dan pada akhirnya dapat meningkatkan taraf hidup petani. Produksi cabai nasional tahun 2018 adalah 1.206.266 ton dengan luas panen 142.547 ha dan produktivitas rata-rata sebesar 8,47 ton/ha (Badan Pusat Statistik, 2018). Potensi hasil cabai merah lokal dapat mencapai 12-20 ton/ha dan potensi hasil cabai merah hibrida dapat mencapai 20-30 ton/ha (Syukur dkk., 2010).

Kendala serangan cabai merah untuk mencapai produksi yang tinggi adalah adanya serangan hama dan penyakit. Salah satu kendala utama budidaya cabai merah adalah penyakit virus kuning keriting yang termasuk dalam grup Geminivirus subgroup Begomovirus. Saat ini penyakit tersebut menjadi epidemik di beberapa daerah dengan intensitas serangan 10 – 100%. Kutukebul (*Bemisia tabaci*) merupakan hama pengisap daun yang berperan dalam penyebaran dan penularan virus Gemini di lapangan. Sampai saat ini para petani selalu menggunakan pestisida yang berlebihan untuk mempertahankan produksi cabai sehingga berdampak negatif terhadap lingkungan maupun manusia. Untuk menanggulangi pemakaian pestisida dalam mengendalikan hama dan penyakit cabai di dataran tinggi adalah salah satu komponen teknologi pengendalian ramah lingkungan adalah pengendalian secara kultur teknis dengan sistem tanaman tumpangsari.

Sayuran daun sebagai tanaman sela seperti seledri, bawang daun, bayam, kangkung dan kemangi dapat memberikan lingkungan yang berbeda, mengaburkan warna dan aroma bagi jenis serangga sehingga dapat mengurangi kerusakan dibandingkan dengan sistem tanaman monokultur (Pramudyani dkk., 2014; Patty 2012; Herlina dkk., 2017; Karo dkk., 2018; Moekasan, 2018). Kemangi (*Ocimum bacilicum*) dan seledri (*Apium graveolens*) merupakan tanaman aromatik yang dimanfaatkan sebagai sayuran daun dan obat (Khalid *et al.*, 2006; Vina & Chaves 2006; Shiraga, 2009).

Kemangi mengandung minyak atsiri 0,18% - 0,56% yang merupakan gugus aromatik yang dapat menekan populasi hama. Menurut Zhao *et al.* (2014) sayuran daun seledri yang mengandung zat volatil D-limonene dan bayam Malabar yang mengandung geranyl nitrile dapat menekan serangan kutu putih. Menurut Pramudyani (2014), tanaman sayuran daun bawang daun yang ditumpangsarikan dengan cabai lebih menguntungkan serangan organisme pengganggu tanaman rendah dibandingkan dengan monokultur dikarenakan adanya kandungan bahan aktif allicin yang dapat mengusir hama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tanaman sayuran daun yang ditumpangsarikan dengan cabai dapat menekan gejala penyakit virus kuning keriting pada tanaman cabai merah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Balai Penelitian Tanaman Sayuran pada ketinggian tempat 1.250 meter di atas permukaan laut dari bulan Mei sampai November 2018. Varietas cabai yang digunakan Kencana, menggunakan mulsa plastik hitam perak. Cabai merah ditanam menggunakan sistem tanam ganda dengan jarak tanam 50 cm x 60 cm. Tiap petak terdiri dari 30 tanaman cabai dan 32 tanaman sayuran daun yang ditanam diantara jarak tanaman cabai dan ditanam pada waktu yang bersamaan dengan tanaman cabai merah (Gambar 1). Penelitian menggunakan Rancangan Acak kelompok (RAK) dengan 4 kali ulangan dan 6 perlakuan yang dicoba adalah sebagai berikut (Gambar 1):

- A. Cabai ditumpangsarikan dengan seledri
- B. Cabai ditumpangsarikan dengan bawang daun
- C. Cabai ditumpangsarikan dengan bayam
- D. Cabai ditumpangsarikan dengan kangkung
- E. Cabai ditumpangsarikan dengan kemangi
- F. Cabai monokultur

Sebelum disemai benih cabai direndam dalam larutan fungisida berbahan aktif propamokarb hidroklorida (Previkur N) (1 cc/l) selama satu jam, untuk menghilangkan hama dan penyakit yang menempel pada kulit biji dan mempercepat perkecambahannya. Pemupukan berimbang diaplikasikan pada semua petak percobaan dengan dosis per hektar pupuk kandang sebanyak 30 ton, urea 300 kg, SP-36 200 kg, dan KCl 200 kg. Pupuk susulan digunakan NPK 16:16:16 (500 kg/ha). Pemeliharaan seperti pengendalian hama dan penyakit, penyiraman dilakukan tergantung dari keadaan tanaman di lapangan.

Parameter yang diamati meliputi :

- 1) Pertumbuhan tanaman (tinggi dan lebar kanopi tanaman) diamati pada 5 tanaman contoh. Pengamatan dilakukan pada umur 30 hari setelah tanam dengan interval dua minggu sekali. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai pucuk tertinggi. Lebar kanopi tanaman diukur secara vertikal dan horizontal kemudian dijumlahkan dan dibagi dua sebagai rata-rata dari lebar kanopi.
- 2) Insiden serangan gejala virus digunakan rumus
$$\text{Insiden (\%)} = (a/A) \times 100$$

Dimana: a = jumlah tanaman yang bergejala
A = jumlah tanaman yang diamati
- 3) Penentu intensitas serangan gejala virus digunakan rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{\sum (n \times v)}{N \times V} \times 100$$

Dimana :

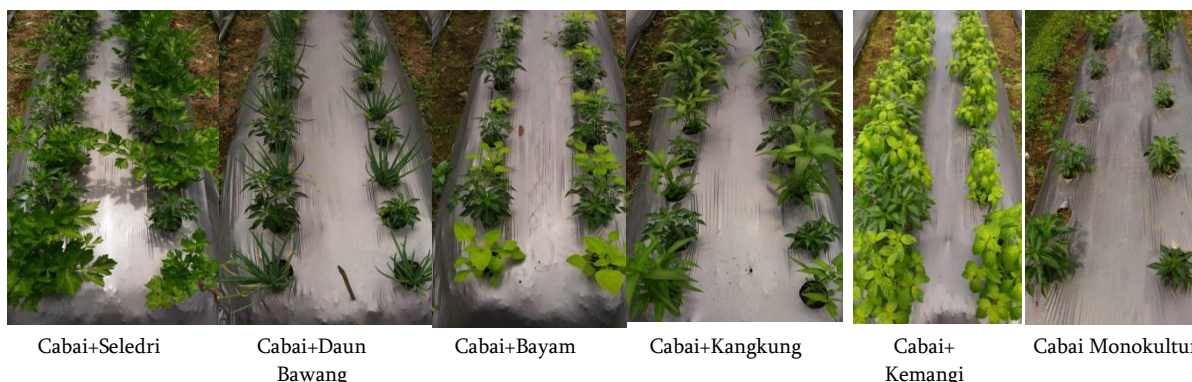
- I = Intensitas gejala serangan (%)
- n = Jumlah tanaman yang termasuk ke dalam skala gejala tertentu
- v = Nilai scoring gejala tertentu
- N = Jumlah tanaman yang diamati
- V = Nilai scoring keparahan gejala tertinggi

Skor keparahan gejala diklasifikasikan sebagai berikut :

- 0 = Tanaman tidak menunjukkan gejala virus (sehat) (0 %)
- 1 = Tanaman menunjukkan gejala mosaik ringan (1 % - 25 %)

- 2 = Tanaman menunjukkan gejala mosaik, alur kuning terlihat jelas (kontras) (> 25 % - 50 %)
 - 3 = Tanaman menunjukkan gejala mosaik, alur kuning terlihat jelas (kontras) dan terjadi perubahan bentuk pertumbuhan (>50 % - 75 %)
 - 4 = Tanaman menunjukkan gejala mosaik berat, alur kuning terlihat jelas (kontras), terjadi perubahan bentuk pertumbuhan, dan tanaman kerdil (> 75 % - 100 %)
- 4) Hasil panen (jumlah buah dan berat buah)

Analisis data yang terkumpul dianalisa secara statistik. Perbedaan pengaruh perlakuan diuji dengan uji Jarak Berganda Duncan pada taraf kepercayaan 5%.



Gambar 1. Tumpangsari cabai merah dengan tanaman sayuran daun HSI (d), 5 HSI (e).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman

Tanaman cabai merah yang ditumpangsarikan dengan sayuran daun rata-rata tinggi tanaman dan lebar kanopi lebih tinggi dibandingkan dengan cabai yang ditanam secara monokultur (Tabel 1 dan 2). Menurut Adeniyani *et al.* (2004), sistem tumpangsari dapat berpengaruh terhadap tinggi tanaman utama. Hal ini mungkin disebabkan tanaman sayuran daun dapat berpengaruh terhadap pencucian unsur hara, kelembaban dan penerimaan cahaya matahari yang berhubungan dengan efisiensi fotosintesis. Tampak tanaman cabai merah dan sayuran daun cukup optimal sehingga pertumbuhan tanaman utama tidak terganggu. Disamping itu pula pertumbuhan tanaman dapat dipengaruhi oleh insiden serangan virus kuning keriting (Tabel 3). Keberadaan penyakit virus kuning keriting dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan tanaman. Infeksi virus pada tanaman dapat mengurangi jumlah klorofil tiap daun, sehingga

menyebabkan penurunan laju fotosintesa dan berpengaruh terhadap aktivitas metabolisme dalam tanaman. Metabolisme tanaman yang terganggu akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan hasil sejalan dengan meningkatnya infeksi virus pada tanaman.

Gejala Virus Kuning Keriting

Pengamatan insiden dan intensitas gejala virus kuning keriting dilakukan pada umur tanaman 30 hari setelah tanam, tetapi gejala mulai terlihat pada tanaman cabai merah pada umur tanaman 51 hari setelah tanam. Gejala pada daun muda/pucuk berupa bercak kuning di sekitar tulang daun, kemudian berkembang menjadi urat daun berwarna kuning (*vein clearing*), cekung dan mengkerut dengan warna mosaik ringan atau kuning. Gejala berlanjut hingga hampir seluruh daun muda atau pucuk berwarna kuning cerah, dan ada pula yang berwarna kuning bercampur dengan hijau, daun cekung dan mengkerut berukuran lebih kecil dan lebih tebal.

Gejala nampak meningkat sesuai dengan bertambahnya umur tanaman (Gambar 2).

Tabel 1. Pengaruh tumpangsari cabai merah dan sayuran daun terhadap tinggi tanaman cabai merah (cm).

| No. | Perlakuan | PengamatanHst | | | | | | |
|------------|--------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 30 | 37 | 44 | 51 | 58 | 65 | 72 |
| 1 | Cabai+Seledri | 37,47a | 46,31a | 55,81a | 64,69a | 70,06a | 77,91b | 83,59ab |
| 2 | Cabai+ Bawang daun | 29,25ab | 39,84bc | 49,81bc | 59,50bc | 71,72b | 77,72b | 83,78ab |
| 3 | Cabai+ Bayam | 32,69ab | 42,44b | 52,53b | 61,94b | 68,53bc | 76,34bc | 83,25ab |
| 4 | Cabai+Kangkung | 26,34b | 35,56c | 46,34c | 57,09c | 67,03bc | 79,41a | 85,34a |
| 5 | Cabai+ kemangi | 30,75ab | 41,53b | 52,44b | 62,63b | 69,81bc | 74,38c | 84,44a |
| 6 | Cabai Monokultur | 28,81ab | 37,59bc | 48,00bc | 58,41bc | 66,47c | 74,38c | 80,88c |
| KK (CV), % | | 14,23 | 12,44 | 10,12 | 8,90 | 6,77 | 6,88 | 6,69 |

Keterangan: Angka rata-rata perlakuan dalam kolom yang sama yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Tabel 2. Pengaruh tumpangsari cabai merah dan sayuran daun terhadap lebar kanopi tanaman cabai merah (cm).

| No. | Perlakuan | PengamatanHst | | | | | | |
|------------|--------------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 30 | 37 | 44 | 51 | 58 | 65 | 72 |
| 1 | Cabai+Seledri | 12,41 a | 20,87 a | 30,30 a | 34,94 a | 40,22 a | 46,66 a | 49,08 a |
| 2 | Cabai+ Bawang daun | 9,56 b | 19,77 b | 25,72 b | 30,06 bc | 35,13 c | 42,89 bc | 45,58 bc |
| 3 | Cabai+ Bayam | 9,13 b | 18,20 b | 24,77 bc | 30,97 bc | 36,06 bc | 42,25 bc | 43,72 c |
| 4 | Cabai+Kangkung | 6,84 c | 16,03 c | 23,52 c | 29,27 bc | 37,92 b | 42,34 bc | 49,89 a |
| 5 | Cabai+ kemangi | 7,56 bc | 17,03 bc | 25,17 b | 32,38 b | 37,56 b | 44,13 b | 46,73 bc |
| 6 | Cabai Monokultur | 7,03 bc | 17,69 bc | 23,92 c | 28,45 c | 35,25 c | 41,50 c | 48,50 b |
| KK (CV), % | | 17,10 | 17,36 | 16,22 | 18,53 | 15,13 | 12,05 | 12,95 |

Keterangan: Angka rata-rata perlakuan dalam kolom yang sama yang ditandai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.



Gambar 2. Gejala virus kuning keriting yang ditemukan pada petak percobaan.

Insiden dan intensitas gejala virus kuning keriting dibandingkan dengan perlakuan lainnya dan cabai keriting terendah terlihat pada perlakuan monokultur (Tabel 3 dan 4). Hal ini disebabkan tumpangsari cabai dengan seledri dan kemangi berfungsinya tanaman seledri dan kemangi yang

ditanam sebagai tanaman tumpangsari pertumbuhannya berfungsi sebagai pengusir vektor virus kuning keriting yaitu kutukebul (*Bemisia* sp) yang dapat mempengaruhi terhadap serangan virus pada tanaman cabai merah. Disamping itu pula serangan virus tergantung pada hubungan yang kompleks antara virus, inang, vektor dan faktor

lingkungan. Tanaman tumpangsari seledri dan kemangi mampu mengusir hama kutukebul karena senyawa volatile yang dihasilkan sehingga menjadi tidak tertarik pada tanaman inang (Kim *et al.*, 2012). Senyawa aromatik yang terkandung dalam seledri maupun kemangi bekerja sebagai pengusir serangga (Tuetun *et al.*, 2008; Parker *et al.*, 2013).

Tabel 3. Pengaruh tumpangsari cabai merah dan sayuran daun terhadap insiden gejala virus kuning keriting pada tanaman cabai merah (%).

| No. | Perlakuan | PengamatanHst | | | |
|-----|--------------------|---------------------|---------|----------|---------|
| | | 51 | 58 | 65 | 72 |
| 1 | Cabai+Seledri | 0,00 c | 6,25 cd | 9,38 d | 15,63 d |
| 2 | Cabai+ Bawang daun | 4,69 b | 9,38 c | 12,50 cd | 25,00 b |
| 3 | Cabai+ Bayam | 0,00 c | 6,25 cd | 9,38 d | 28,13 a |
| 4 | Cabai+Kangkung | 0,78 c | 12,50 b | 18,75 b | 25,00 b |
| 5 | Cabai+ kemangi | 5,47 a | 15,63 a | 15,63 c | 15,63 d |
| 6 | Cabai Monokultur | 0,00 c | 0,00 d | 21,88 a | 21,88 c |
| | CV (%) | 24,41 | 14,53 | 10,66 | 13,52 |

Keterangan : Hst = Hari setelah tanam

Tabel 4. Pengaruh tumpangsari cabai merah dan sayuran daun terhadap insiden gejala virus kuning keriting pada tanaman cabai merah (%).

| No. | Perlakuan | PengamatanHst | | | |
|-----|--------------------|---------------------|---------|----------|----------|
| | | 51 | 58 | 65 | 72 |
| 1 | Cabai+Seledri | 1,56 b | 3,13 cd | 9,38 c | 11,72 d |
| 2 | Cabai+ Bawang daun | 2,35 a | 6,25 b | 10,16 bc | 19,54 b |
| 3 | Cabai+ Bayam | 0,00 b | 3,13 cd | 5,47 d | 21,10 a |
| 4 | Cabai+Kangkung | 2,35 a | 7,82 a | 14,07 b | 12,51 c |
| 5 | Cabai+ kemangi | 2,35 a | 8,60 a | 11,72 bc | 11,72 d |
| 6 | Cabai Monokultur | 0,00 b | 0,00 d | 16,41 a | 16,41 bc |
| | CV (%) | 21,72 | 16,70 | 15,73 | 17,74 |

Keterangan : Hst = Hari setelah tanam

Populasi Vektor Kutukebul (*Bemisia* sp.)

Sistem tanam tumpangsari pada tanaman cabai merah dengan sayuran daun seledri, bawang daun, bayam, kangkung, dan kemangi memberikan lingkungan yang berbeda bagi serangga *Bemisia* sp dengan tipe mulut menusuk mengisap. Hasil pengamatan populasi kutukebul (*Bemisia* sp) pada tanaman cabai merah nampak pada sistem tanam tumpangsari seledri, kemangi dan cabai monokultur lebih rendah jika dibandingkan dengan populasi kutukebul tanaman cabai merah yang ditanam dengan sayuran lainnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa tanaman seledri dan kemangi dapat menekan populasi kutukebul pada tanaman cabai merah. Menurut Parolin *et al.* (2012), tanaman tumpangsari telah mengubah interaksi antara tanaman inang

dengan hama. Hama menjadi tidak tertarik pada tanaman inang.

Tuetun *et al.* (2008) dan Parker *et al.* (2013) melaporkan bahwa senyawa aromatik yang terkandung dalam seledri dan kemangi bekerja sebagai pengusir serangga. Lebih lanjut Zhao *et al.* (2014) juga melaporkan pengaruh tumpangsari mentimun dengan seledri yang mampu menekan serangan kutukebul. Besar kecilnya tingkat penyerangan hama tergantung dari tingkat populasinya dan sifat morfologi dari tanaman serta pengaruh dari tanaman aromatik. Seledri mengandung 3-n- butyl-tetrahydrophthslidae (92,48%), beta-salinene(5,10%), gamma-salinene (0,68%), dan kemangi mengandung linalool (45,11%) yang keduanya bersifat penolak bagi nyamuk (Tuetun *et al.*, 2008; Oraby & El-Borollosy, 2013).

Liza & Yusuf (2010) menyatakan bahwa kemangi mengandung minyak atsiri 0,18 – 0,56% yang merupakan gugus aromatik. Dilaporkan pula bahwa daun kemangi mengandung minyak atsiri dengan bahan aktif eugenol dan sinool yang mempunyai potensi penolak nyamuk (Ridwan & Isharyanto, 2016).

Populasi kutukebul pada tanaman cabai merah monokultur tidak berbeda nyata dengan cabai merah yang ditumpangsarikan dengan seledri

dan kemangi, tetapi pada (Tabel 3 dan 4) gejala virus kuning keriting ternyata persentasi insiden dan intensitas tinggi. Hal ini mungkin disebabkan kutukebul pada tanaman cabai merah hanya menjadi tempat mencari makan tidak menjadikan tempat tanaman inangnya. Menurut Sulandari *et al.* (2004), serangga vektor *Bemisia tabaci* merupakan vektor yang sangat efektif menularkan pathogen karena satu ekor *B. tabaci* viruliferous cukup mampu menularkan virus dan menyebabkan infeksi.

Tabel 5. Pengaruh tumpangsari cabai merah dan sayuran daun terhadap populasi kutuputih (*Bemisia* sp) pada tanaman cabai merah.

| No. | Perlakuan | PengamatanHst | | | |
|-----|--------------------|---------------------|---------|---------|---------|
| | | 51 | 58 | 65 | 72 |
| 1 | Cabai+Seledri | 0,00 b | 0,00 c | 0,00 c | 0,00 c |
| 2 | Cabai+ Bawang daun | 0,25 ab | 2,25 a | 1,25 b | 1,50 bc |
| 3 | Cabai+ Bayam | 2,00 a | 1,75 b | 3,25 a | 4,25 a |
| 4 | Cabai+Kangkung | 1,50 ab | 1,75 b | 2,50 ab | 2,50 ab |
| 5 | Cabai+ kemangi | 0,00 b | 1,00 bc | 0,25 c | 0,25 c |
| 6 | Cabai Monokultur | 0,50 ab | 0,00 bc | 0,00 c | 0,00 c |
| | CV (%) | 17,05 | 15,80 | 19,85 | 17,59 |

Keterangan : Hst = Hari setelah tanam

Hasil Panen

Tanaman cabai merah yang menggunakan tumpangsari sayuran daun terlihat rata-rata hasilnya berbeda nyata dengan tanaman cabai monokultur,

data yang diperoleh dengan sistem tumpangsari dapat lebih menguntungkan dibandingkan dengan tanaman monokultur (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh tumpangsari cabai merah dan sayuran daun terhadap hasil panen.

| No. | Perlakuan | Jumlah Buah | Berat Buah (Kg) |
|-----|--------------------|-------------|-----------------|
| 1 | Cabai+Seledri | 1.207,50 a | 28,46 a |
| 2 | Cabai+ Bawang daun | 1031,25 b | 24,86 b |
| 3 | Cabai+ Bayam | 967,50 b | 20,28 b |
| 4 | Cabai+Kangkung | 933,75 b | 19,23 b |
| 5 | Cabai+ kemangi | 1083,75 b | 26,43 b |
| 6 | Cabai Monokultur | 877,50 b | 18,19 b |
| | CV (%) | 22,53 | 24,30 |

Hasil panen canai merah pada perlakuan sistem tanam tumpangsari cabai merah dengan seledri dan kemangi terlihat lebih tinggi dibandingkan hasil pada cabai merah yang ditumpangsarikan dengan sayuran lainnya dan cabai monokultur. Sistem tanam tumpangsari berpengaruh nyata terhadap komponen hasil dari kedua jenis tanaman yang ditumpangsarikan, yaitu tanaman tersebut menjadi lebih produktif pada komposisi populasi tanaman yang tepat (Undie *et al.*, 2012; Mitiku *et al.*, 2014). Penggunaan seledri dan kemangi dalam sistem tanam tumpangsari dengan cabai merah

dapat meningkatkan hasil panen masing-masing 36,09% dan 31,18%.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa:

- (1) Tumpangsari cabai dengan sayuran daun berpengaruh baik terhadap pertumbuhan.
- (2) Tumpangsari cabai dengan seledri dan kemangi dapat menekan perkembangan virus kuning keriting dan populasi kutukebul.
- (3) Penggunaan seledri dan kemangi dalam sistem tanam tumpangsari dengan cabai merah dapat

meningkatkan hasil panen masing-masing 36,09% dan 31,18%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeniyani O, Aluko O, Olanipekun S, Olasoji J, and Aduramigba-Modupe V. 2014. Growth and yield performance on cassava/maize intercrop under different plant population density of maize. *Jurnal Agric. Sci.* 6 (8) : 35-40.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Cabai, 2009. www.bps.go.id. Diakses Tanggal 7 Januari 2018.. Pengendalian Antraknosa pada Tanaman Cabai. <http://www.litbang.pertanian.go.id/berita/one/2630/>. Diunduh 11 Desember 2018.
- Herlina N, Hariyono D, dan Margawati DT. 2017. Pengaruh waktu tanam kubis (*Brassica oleraceae* L. var *capitata*) dan cabai (*Capsicum annuum* L.) terhadap efisiensi penggunaan lahan pada system tumpangsari. *Jurnal Hortikultura.* 8 (2): 111-119.
- Khalid K, Hendaway S, and El-Gezawy E. 2006. *Ocimum basilicum* L. under organic farming. *Res. Jurnal Agric. & Biol Sci.* 2 (1): 25-32.
- Kim J, Haribalan P, Son B, and Ahn Y. 2012. Fumigant toxicity of plant essential oil against *Camptomyia corticalis* (Diptera: Cecidomyiidae). *Jurnal Econ. Entomol.* 105 (4): 115-120.
- Karo BB, Marpaung AE, dan Musaddad D. 2018. Sistem tanam tumpangsari cabai meah dengan kentang, bawang merah, dan buncis tegak. *Jurnal Hortikultura.* 28 (2): 219-228.
- Liza dan Yusuf. 2010. Pemisahan minyak atsiri daun kemangi (*Ocimum basilicum*) secara kromatografis lapis tipis dan aktivitasnya terhadap *Melassezia furfur* in vitro. Fakultas kedokteran Universitas Diponegoro Semarang.
- Mitiku A, Chala A, and Beyene Y. 2014. Effect of intercropping of aphid vectors and yield of pepper (*Capsicum annuum* L.) in southern part of Ethiopia. *Int. Jurnal of Technology Enhancement and Emerging Res.* 2 (6): 28-35.
- Moekasan TK. 2018. Pengaruh tanaman aromatik dalam sistem tanaman tumpangsari dengan cabai merah terhadap serangan trips dan kutudaun. *Jurnal Hortikultura.* 28 (1): 87-96.
- Oraby MM, and El-Borolloosy AM. 2013. Essential oils from some Egyptian aromatic plant as an anti-microbial agent and for prevention of Potato Virus Y transmission by aphids. *Annal of Agric. Sci.* 58 (1): 97-103.
- Patty JA. 2012. Peran tanaman aromatic dalam menekan perkembangan hama *Spodoptera litura* pada tanaman kubis. *Jurnal Agrologia.* 1 (2): 126-133.
- Parolin P, Bresch C, Desneux N, Brun R, Bout A, Boll R, and Poncet C. 2012. Secondary plant used in biological control: a review. *Int. Jurnal Pest Manag.* 58: 91-100.
- Parker JE, Snyder WE, Hamilton G, and Rodriguez-Saona C. 2013. Companion planting and insect pest control. In *Weed and pest control, conventional and new challengers.* <http://dx.doi.org/10.5772/55044>
- Pramudyani L, Qomariah R, dan Yassin M. 2014. Tumpangsari tanaman cabai merah dengan bawang daun menuju pertanian ramah lingkungan. *Prosiding Seminar nasional pertanian Organik. Bogor 18-19 Juni 2014:* 469-476.
- Ridwan M dan Isharyanto. 2016. Potensi kemangi sebagai pestisida nabati. *Jurnal Serambi Saintia.* IV (1):18-26.
- Sulandari S, Suseno R, Hidayat SH, Harjosudarmo J, dan Sosromarsono S. 2004. Pembuatan antiserum dan kajian serologi virus penyebab penyakit daun keriting kuning cabai. *Jurnal Pertanian Indonesia.* 10 (1): 42 – 52.
- Shiraga, T. 2009. P104 specific inhibitory effect of celery extract on peptide transporter PEPT 1 expression in human intestinal CaCO2 cells. *Shiraga.* 4 (2): 69.
- Syukur M, Sujiprihati S, dan Siregar A. 2010. Pendugaan parameter genetik beberapa karakter agronomi cabai F4 dan evaluasi daya hasilnya menggunakan rancangan perbesaran (augmented design). *Journal Agrotropika.* 15 (1): 9 - 16.
- Tuetun B, Choochote W, Pongpaibul Y, Junkum A, Kanjanapothi D, Chaitong U, Jitpakdi A, Riyong D, and Pitasawat B. 2008. Celery-based topical repellents as a potential natural alternative for personal protection against mosquitoes. *Parasitoid. Res.* 104 (1): 107-115.
- Undie U, Uwah D, and Attoe E. 2012. Effect of intercropping and crop management on yield and productivity of late season maize/soybean mixture in the humid environment of South Southern Nigeria. *Jurnal Agric. Sci.* 4 (4): 37 – 50.

- Vina S, and Chaves A. 2006. Antioxidan responses in minimally processed celery during refrigerated storage. *Food Chemistry*. 94 (1): 68 – 74.
- Zhao Q, Zhu J, Qin Y, Pan Tu H, Du W, Zhou W, and Baxendale. 2014. Reducing Whiteflies on cucumber using intercropping with less preferred vegetables. *Entomologia Exp, et Applicata*. 150 (1): 19- 27.

Eksplorasi dan Karakterisasi Cendawan Entomopatogen Strain *Metarhizium* sp. Lokal di Beberapa Kabupaten di Kalimantan Timur

Ni'matuljannah Akhsan*, Surya Sila, dan Sofian

Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Unmul
Fakutas Pertanian Universitas Mulawarman
Jl. Pasir Balengkong Kampus Gn Kelua Samarinda, Kalimantan Timur

*Alamat korespondensi: nimatuljannah@faperta.unmul.ac.id

ABSTRACT

Exploration and Characterization Entomopathogenic Fungi *Metarhizium* sp. Local Isolates from Several Areas in East Borneo

Entomopathogenic fungi are microorganisms that can be used as bioinsecticides. The effectiveness of fungi is influenced by the surrounding environment so that it is necessary to explore specific local entomopathogenic fungi. Larva of *Tenebrio molitor* Linn was used as the insect bait, to isolate the fungi. The soil for trapping entomopathogenic fungi was taken by purposive sampling from the field of staple food, horticulture, and estate crops in six districts of the East Kalimantan. The observation showed that ten isolates of *Metarhizium* sp. were very high pathogenicity, five isolates were moderates, and three isolates were very low. The characteristics of *Metarhizium* sp. isolates grown in GYA medium were 0.25 cm per day of colony growth, initially white colonies, 3-7 days started green from the edges, 14 days the entire colony was dark green. Hyaline hyphae, insulated, rigid conidiophoreser, cylindrical and single-celled conidia. The *T. molitor* larvae attacked by *Metarhizium* sp. were stiff in three days after application (daa), grew white hyphae in 6 daa, and grew dark green colony in 9 daa.

Keywords: Entomopathogenic fungi, East Kalimantan isolate, *Metarhizium*

ABSTRAK

Cendawan entomopatogen merupakan mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai bioinsektisida. Jenis cendawan ini merupakan mikroorganisme yang habitatnya sangat dipengaruhi lingkungan di sekitarnya yang akan berpengaruh terhadap keefektifannya sehingga perlu dilakukan eksplorasi cendawan entomopatogen lokal spesifik. Isolasi cendawan menggunakan *insect bait method* menggunakan serangga umpan larva *Tenebrio molitor* Linn. Tanah untuk memerangkap cendawan entomopatogen diambil secara *purposive sampling* dari lahan tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan di enam kabupaten di Kalimantan Timur. Isolat cendawan entomopatogen yang diperoleh merupakan 18 isolat *Metarhizium* sp. dengan sepuluh isolat memiliki daya patogenesis sangat tinggi, lima isolat sedang dan tiga isolat sangat rendah. Karakteristik isolat *Metarhizium* sp. pada media GYA adalah memiliki pertumbuhan koloni 0,25 cm per hari, awalnya koloni berwarna putih, 3-7 hari mulai berwarna hijau dari tepi, 14 hari seluruh koloni berwarna hijau gelap. Hifa hialin, bersekat, konidiofor agak kaku, konidia silindris dan bersel tunggal. Larva *T. molitor* yang terserang *Metarhizium* sp., 3 hari setelah aplikasi (hsa) kaku, 6 hsa tumbuh hifa berwarna putih dan 9 hsa berwarna hijau gelap.

Kata kunci: Entomopathogenic fungi, East Kalimantan isolate, *Metarhizium*

PENDAHULUAN

Entomopatogen merupakan mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai bioinsektisida. Pemanfaatan bioinsektisida sebagai pengendali hama tanaman sangat ramah lingkungan, karena tidak

memberikan dampak negatif terhadap ekosistem maupun ekonomi petani. Kelompok entomopatogen yang telah dikembangkan, dimanfaatkan dan memberikan hasil yang positif, di antaranya adalah jamur, bakteri dan nematoda. Di antara mikroorganisme tersebut kelompok jamur yang

paling sering dimanfaatkan sebagai entomopatogen (Junianto, 2000; Sudarmadji & Gunawan, 1994). Pada tanaman pangan, pemanfaatan cendawan entomopatogen untuk pengendalian hama masih menemui berbagai kendala, antara lain kondisi lingkungan mikro yang kurang kondusif bagi perkembangbiakan mikroorganisme tersebut (disarikan oleh Prayogo, 2006).

Setiap jenis cendawan entomopatogen mempunyai inang yang spesifik dan dapat ditemukan bersama hama yang menjadi inangnya. Melalui upaya pengamatan hama yang menyerang tanaman, secara tidak langsung dapat diketahui pula jenis cendawan entomopatogen yang sesuai untuk tindakan pengendalian. Cendawan *Metarhizium anisopliae* misalnya, diketahui dapat menginfeksi beberapa jenis serangga dari ordo Coleoptera, Lepidoptera, Homoptera, Hemiptera, dan Isoptera (Kanga *et al.*, 2003; Luz *et al.*, 1998).

Namun *M. anisopliae* paling efektif bila digunakan untuk mengendalikan hama dari ordo Isoptera. Hal ini karena adanya hubungan perilaku antara serangga inang dengan keefektifan cendawan entomopatogen. Fenomena tersebut ditunjukkan oleh hasil uji infeksi ulang. Dari beberapa jenis cendawan entomopatogen yang diperoleh dari ulat grayak *Spodoptera litura* dan *Helicoverpa armigera* (Herlinda *et al.*, 2008).

Pertanian di Kalimantan Timur tidak luput dari serangan hama contohnya ulat gerayak (*Spodoptera litura*) yang mempunyai sifat polifag. Hama ini dapat menyerang tanaman pangan, hortikultura maupun perkebunan. Selama ini pengendalian masih menggunakan insektisida sintetik, yang tentunya memberikan dampak negatif terhadap ekosistem dan terjadinya resistensi hama terhadap insektisida. Baru sebagian kecil petani yang menggunakan entomopatogen dalam mengendalikan hama dengan mendatangkan dari daerah pulau Jawa. Hal ini dikarenakan ketersediaan produk entomopatogen belum ada. Upaya untuk mengeksplorasi jamur-jamur entomopatogen lokal di Kalimantan Timur belum dilakukan dan menjadi faktor penting untuk dikembangkan. Ketersediaan isolat cendawan, metode perbanyakan, ketersediaan formulasi di pasaran, dan teknis aplikasi yang tidak mudah, menjadi faktor pembatas penyebab kurang berkembangnya cendawan *M. anisopliae* sebagai bioinsektisida yang kompetitif. Penggunaan entomopatogen terkendala karena harus mendatangkan dari pulau Jawa dengan resiko isolat yang didatangkan sudah mendekati masa kadaluarsa,

akan terjadi perubahan virulensi dari cendawan tersebut karena perlu waktu relatif lama untuk sampai ke petani. Selain itu ketersediaannya sangat terbatas, sehingga petani sulit mendapatkannya.

Entomopatogen merupakan mikroorganisme yang habitatnya sangat dipengaruhi oleh lingkungan di sekitarnya, tentunya akan berpengaruh kepada efektivitasnya, sehingga perlu dilakukan eksplorasi mikroorganisme entomopatogen lokal spesifik. Penelitian ini direncanakan dalam tiga tahun. Tahun pertama adalah mengeksplorasi cendawan entomopatogen dengan melakukan isolasi, karakterisasi dan identifikasi cendawan *Metarhizium* sp, yang ada di lahan pangan, hortikultura dan perkebunan pada beberapa kabupaten di Kalimantan Timur.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah tanah pada lahan tanaman pangan, hortikultura dan perkebunan untuk mengeksplor cendawan *Metarhizium* sp. Larva *Tenebrio molitor* Linn. (ulat hongkong) untuk memerangkap cendawan *Metarhizium* sp.. Media Glucose Yeast Agar (GYA) dan media Potato dextrose agar (PDA), Streptomycin dan Tetrasiklin untuk isolasi dan pengayaan cendawan *Metarhizium* sp.. Alkohol 70%, sepritus, pewarna methylen blue. Alat yang digunakan adalah cangkul, kantong plastik, ayakan, baki plastik, toples plastik dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Oven, autoclave, erlenmeyer, gelas beaker, tabung reaksi, pisau, panci dan alat pemanas, laminar airflow, jarum ose, objek gelas dan cover gelas, mikroskop, Opti-lab.

Penelitian ini dilakukan dalam 2 metode yaitu; 1. Metode diskriptif yang merupakan hasil survei dan eksplorasi cendawan entomopatogen. 2. Metode eksperimental yaitu uji patogenesitas invitro yang dirancang dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan 18 perlakuan (isolate *Metarhizium*) dan 5 ulangan.

Survei dan Eksplorasi. Tanah yang digunakan untuk memerangkap jamur entomopatogen diambil secara purposive sampling di 6 Kabupaten/kota di Kalimantan Timur. Tanah diambil dari pertanaman tanaman pangan, hortikultura dan perkebunan. Tanah digali sedalam ± 20 cm kemudian diambil sebanyak 1000 g, dimasukkan ke dalam kantong plastik, dibawa ke laboratorium. Tanah kemudian diayak dengan ayakan 600 mesh. Sebanyak 500 g tanah tersebut dimasukkan ke dalam toples plastik. Isolasi

cendawan entomopatogen menggunakan umpan serangga (*insect bait method*) (Hasyim & Azwana, 2003). Serangga umpan yang digunakan ialah larva *T. molitor* Linn. (ulat hongkong). Dua puluh ekor larva *T. molitor* dimasukkan ke dalam toples plastik tersebut. ditutup dengan kain puring hitam. Kegiatan ini diulang 5 kali. Tiga hari kemudian ulat diperiksa, ulat yang mati atau terinfeksi cendawan diisolasi.

Isolasi dan Identifikasi. Larva *T. molitor* yang terinfeksi jamur, dicuci dengan air steril. Permukaan larva disterilkan dengan alkohol 70% selama 1 menit dan dibilas lagi dengan air steril, selanjutnya dikeringanginkan di atas kertas tissue steril. Serangga tersebut diletakkan dalam cawan petri (diameter 9 cm) berisi tissue lembab steril dan diinkubasikan untuk merangsang tumbuhnya hifa. Larva *T. molitor* berhifa diletakkan di media GYA (*Glucose Yeast Agar*) secara aseptik. Setelah berbagai koloni hifa berkembang maka dilakukan pemurnian pada media GYA dan selanjutnya diinkubasikan selama tujuh hari pada suhu kamar. Cendawan tersebut lalu diidentifikasi berdasarkan bentuk morfologinya, identifikasi menggunakan buku identifikasi (Barnett & Hunter, 1972).

Seleksi Isolat Cendawan *Metarhizium*. Cendawan entomopatogen yang telah ditemukan melalui eksplorasi, diisolasi dan diidentifikasi serta seleksi. Hanya isolat-isolat cendawan *Metarhizium* dari berbagai lokasi sampel yang dilanjutkan dengan pengujian. Setelah biakan isolat cendawan *Metarhizium* tersedia, lalu dilanjutkan dengan uji patogenesis. Uji patogenesis isolat cendawan *Metarhizium* ini dilakukan dengan cara sebagai berikut: 100 g tanah dan bahan organik steril dicampur dengan perbandingan 1:1 dan 20 ekor larva *T. molitor* dimasukkan ke dalam toples plastik, digoyang-goyang supaya tercampur merata. Selanjutnya 1 ml suspensi cendawan *Metarhizium* dengan kerapatan konidia 1×10^8 konidia/ml diinokulasi pada toples plastik dan ditutup dengan kain puring hitam. Hal yang sama diulang sebanyak lima kali untuk setiap isolat *Metarhizium*. Pengamatan dilakukan pada 6, 9 dan 12 hari setelah aplikasi. Dicatat jumlah larva yang mati, berhifa (warna putih) dan berkonidia (warna hijau). Isolat cendawan *Metarhizium* yang direkomendasikan untuk uji efektivitas pada hama adalah isolat yang menunjukkan paling tinggi kematian dan terbentuknya konidia cendawan *Metarhizium* pada larva *T. molitor* (Herlinda dkk., 2008).

Analisis Data. Isolat jamur entomopatogen yang ditemukan dianalisis secara diskriptif. Karakterisasi morfologi larva terserang, berhifa, berspora, koloni pada media GYA dan spora ditampilkan dalam bentuk gambar. Data jumlah larva yang mati, dianalisis menggunakan Analisis Keragaman (*Analysis of Variance*). Apabila berbeda nyata pada taraf 5% maka akan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5%. Larva yang berhifa dan yang berkonidia cendawan *Metarhizium* dianalisis dengan persentase antara larva yang berhifa dan berkonidia dengan jumlah larva yang yang diberi perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diskripsi Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan di lahan tanaman pangan (diwakili tanaman padi, jagung dan singkong), hortikultura (diwakili tanaman cabai, sawi, papaya, terong dan buah naga) dan perkebunan (diwakili tanaman kelapa sawit dan karet). Lokasi pengambilan sampel di enam kabupaten/kota yaitu: Kota Samarinda, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kutai Timur, Penajam Paser Utara, Paser dan Berau. Lahan sampel umumnya merupakan lahan yang sudah digarap bertahun tahun, yang telah diberi perlakuan pupuk anorganik dan organik, umum menggunakan pestisida dalam pengendalian organisme pengganggu tanaman. Iklim setempat bervariasi dengan suhu udara berkisar antara 22-30°C, kecuali di Kabupaten Kutai Timur suhu udara 34-36°C. Umumnya Kelembaban udara berkisar antara 86-96%, kecuali di Kabupaten Kutai Timur 77-86%.

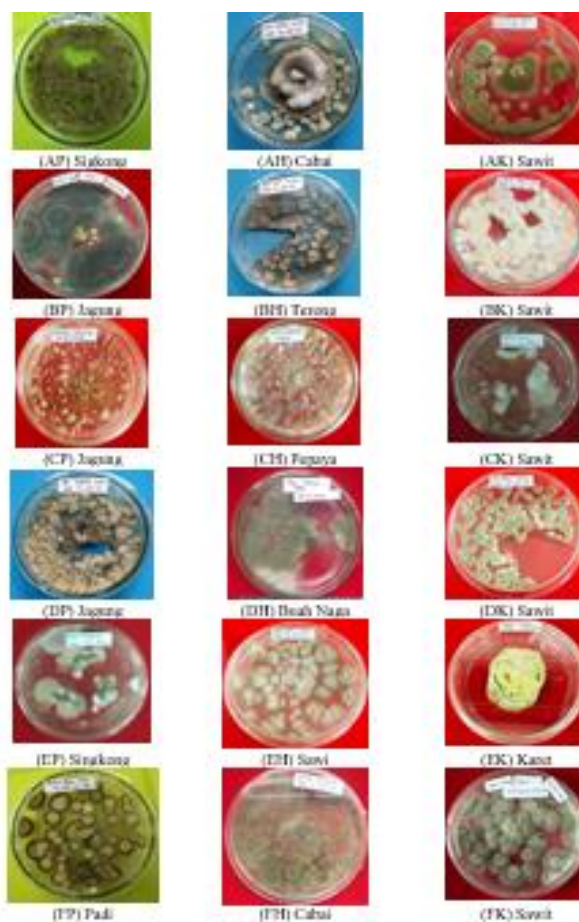
Diskripsi Isolat Cendawan *Metarhizium*

Semua sampel tanah yang diambil dari lahan tanaman pangan, hortikultura dan perkebunan, ditemukan *Metarhizium*. Menurut Sapieha *et al.* (2005), keberadaan cendawan entomopatogen di dalam tanah sangat tergantung pada teknik budidaya dan penggunaan pestisida. Pengaruh langsung pestisida terhadap aspek-aspek mikrobiologi salah satunya adalah perubahan aspek kuantitatif beberapa mikroorganisme dalam tanah yang mengganggu keseimbangan mikrobiologis (Rao, 1994). Apabila dilihat dari kondisi habitat lahan sampel maka, keberadaan *Metarhizium* kemungkinan dipengaruhi dari jenis tanaman, pemupukan organik maupun anorganik dan pengendalian OPT dengan pestisida. Keberadaan cendawan ini di lahan, juga karena

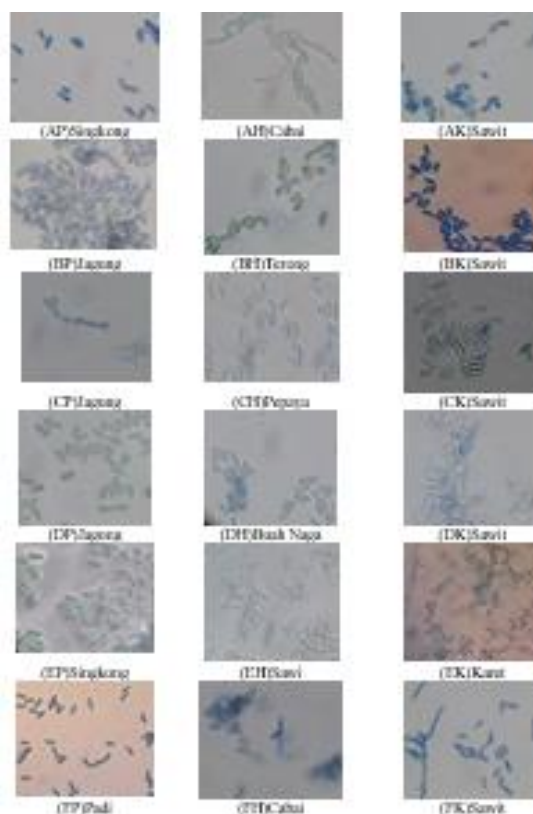
didukung oleh adanya sumber makanan, suhu udara yang mendukung dan kelembapan udara yang cukup tinggi.

Larva yang terinfeksi *Metarhizium* memperlihatkan bentuknya kaku, berwarna coklat terang. Pada 3 hari setelah inkubasi di kertas tissue steril, ditubuh larva akan keluar hifa berwarna putih. Larva yang terlihat kaku diletakkan di media GYA, 3 hari kemudian akan tumbuh hifa cendawan dari tubuh larva yang meluas ke media GYA. Hifa yang tumbuh dimurnikan kembali untuk dipisahkan dari cendawan lainnya. Koloni cendawan *Metarhizium* pada media GYA diawali dengan berkembangnya hifa berwarna putih, koloni meluas dengan kecepatan sangat lambat yaitu 0,25 cm per hari dan perkembangan luas koloni akan terhenti pada umur koloni 7 hari. Pada bagian tengah koloni agak menonjol sedangkan bagian tepi koloni akan terjadi

sporulasi dengan spora berwarna hijau gelap. Pada pertumbuhan cendawan di cawan petri yang lain koloni kecil-kecil, banyak dan tersebar. Ciri khas koloni sama yaitu diawali dengan warna putih dan setelah umur koloni 7 hari dibagian tepi akan terjadi sporulasi. Pada isolat lainnya, pertumbuhan *Metarhizium* di media GYA diawali dengan warna putih dan berkembang seperti kerak berwarna kuning, kemudian bagian tepinya juga terjadi sporulasi. Pertumbuhan koloni dimulai dari titik tengah berwarna putih hasil perkecambahan konidia, kemudian meluas secara radial dengan empat zona warna, yaitu bagian tengah berwarna putih, hijau gelap, putih dan terakhir hijau gelap. Pada usia biakan 14 hsa maka, seluruh permukaan koloni akan berwarna hijau gelap. Pada gambar berikut ini adalah berbagai gambaran koloni isolat *Metarhizium* di media GYA.



Gambar 1. Berbagai Koloni *Metarhizium* sp. 18 Isolat di Kalimantan Timur



Gambar 2. Bentuk-bentuk Konidia *Metarhizium* Perbesaran 400x. Isolat Samarinda (A), Kutai Kartanegara (B), Kutai Timur (C), Penajam Paser Utara (D), Paser (E) dan Berau (F).Lahan Tanaman Pangan (P), Lahan Tanaman Hortikultura (H), Lahan Tanaman Perkebunan (K).

Pengamatan mikroskopis cendawan *Metarhizium* sp. menunjukkan bahwa isolate-isolat tersebut mempunyai hifa bersekat, bentuk konidia silendris, bersel satu, tersusun dalam rantai dan jumlahnya sangat banyak. Bentuk konidia relatif sama antar isolat (Gambar 2), namun demikian kerapatan spora pada media biakan GYA di cawan petri berbeda-beda antar 18 isolat *Metarhizium* lokal Kaltim (Tabel 1). Hifa *Metarhizium* bersekat, spora merupakan sel tunggal dengan bentuk lonjong silendris, membentuk rantai, konidiofor kaku bersekat. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Barnett & Hunter (1972) yang menyebutkan bahwa

Metarhizium mempunyai sel satu, hialin dan berbentuk bulat silinder (Trizelia dkk., 2015; Barnett & Hunter, 1972). Dari 18 isolat yang ditemukan, bentuk spora relatif sama, hanya ada beberapa isolat yang terlihat lebih gemuk seperti pada isolat AH cabai, AK sawit, BH terong, BK sawit, CP jagung dan FH cabai, sedangkan yang lainnya terlihat lebih langsing. Kerapatan spora *Metarhizium* sangat bervariasi, 5 isolat (FK sawit, AP singkong, BP Jagung, EP singkong dan AH cabai) mencapai 10^9 konidia/ml dan 1 isolat 10^7 konidia/ml (CK sawit) dan 12 isolat lainnya 10^8 konidia/ml.

Tabel 1. Kerapatan spora 18 isolat *Metarhizium* sp. lokal Kalimantan Timur.

| Lokasi | Kerapatan spora | Lokasi | Kerapatan spora | Lokasi | Kerapatan spora |
|----------------|-------------------|----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 1.(AP)Singkong | $2,3 \times 10^9$ | 7.(CP)Jagung | $3,1 \times 10^8$ | 13.(EP)Singkong | $1,3 \times 10^9$ |
| 2.(AH)Cabai | $1,2 \times 10^9$ | 8.(CH)Pepaya | $8,7 \times 10^8$ | 14.(EH)Sawi | $5,2 \times 10^8$ |
| 3.(AK)Sawit | $7,9 \times 10^8$ | 9.(CK)Sawit | $7,4 \times 10^7$ | 15.(EK)Karet | $6,1 \times 10^8$ |
| 4.(BP)Jagung | $1,6 \times 10^9$ | 10.(DP)Jagung | $4,9 \times 10^8$ | 16.(FP)Padi | $7,4 \times 10^8$ |
| 5.(BH)Terong | $5,6 \times 10^8$ | 11.(DH)Bh Naga | 6×10^8 | 17.(FH)Cabai | $3,5 \times 10^8$ |
| 6.(BK)Sawit | $8,2 \times 10^8$ | 12.(DK)Sawit | $6,9 \times 10^8$ | 18.(FK)Sawit | $2,7 \times 10^9$ |

Keterangan: Samarinda (A), Kutai Kartanegara (B), Kutai Timur (C), Penajam Paser Utara (D), Paser (E) dan Berau (F). Lahan tanaman pangan (P), lahan tanaman hortikultura (H), lahan tanaman perkebunan (K).

Patogenesitas *Metarhizium*

Data persentase kematian ulat pada uji patogenesitas ditransformasi ke $\text{Arcsin}\sqrt{x}$. Hasil analisis keragaman dari uji patogenesitas cendawan

Metarhizium dari 18 isolat pada ulat uji *T. molitor*, persentase kematian larva berbeda sangat nyata antar isolat. Rata-rata persentase kematian ulat uji dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Rata-rata persentase kematian ulat uji setelah aplikasi 18 isolat *Metarhizium* sp. lokal pada 6, 9 dan 12 Hari Setelah Aplikasi (hsa).

| Isolat (Lahan) | Persentase kematian ulat uji (%) pada hari ke | | | | | |
|-----------------|---|---------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|
| | 6 has | | 9 has | | 12 has | |
| | data asli | data transf. | data asli | data transf. | data asli | data transf. |
| 1.(AP)Singkong | 86 | 68,59 ^{de} | 91 | 74,70 ^{fg} | 92 | 75,80 ^{cdef} |
| 2.(AH)Cabai | 51 | 48,69 ^{bc} | 61 | 54,55 ^c | 78 | 64,86 ^c |
| 3.(AK)Sawit | 75 | 63,35 ^d | 79 | 65,78 ^{cdef} | 83 | 66,43 ^{cd} |
| 4.(BP)Jagung | 75 | 61,48 ^d | 93 | 78,38 ^{fg} | 93 | 78,38 ^{def} |
| 5.(BH)Terong | 35 | 38,80 ^b | 69 | 56,82 ^{cd} | 81 | 64,64 ^{cd} |
| 6.(BK)Sawit | 63 | 52,74 ^{bc} | 71 | 58,42 ^{cde} | 90 | 75,54 ^{cdef} |
| 7.(CP)Jagung | 15 | 22,25 ^a | 37 | 37,35 ^a | 46 | 42,66 ^b |
| 8.(CH)Pepaya | 15 | 25,50 ^a | 41 | 39,51 ^b | 59 | 50,27 ^b |
| 9.(CK)Sawit | 0 | 28,64 ^a | 1 | 25,49 ^a | 9 | 20,58 ^a |
| 10.(DP)Jagung | 17 | 23,53 ^a | 35 | 35,00 ^a | 81 | 66,41 ^{cd} |
| 11.(DH)Bh Naga | 96 | 81,11 ^{ef} | 97 | 83,70 ^g | 97 | 83,70 ^{ef} |
| 12.(DK)Sawit | 92 | 77,70 ^{ef} | 96 | 81,11 ^g | 97 | 83,70 ^{ef} |
| 13.(EP)Singkong | 82 | 67,99 ^{de} | 84 | 69,96 ^{defg} | 88 | 74,74 ^{cdef} |
| 14.(EH)Sawi | 97 | 83,70 ^f | 93 | 78,27 ^{fg} | 99 | 87,38 ^f |
| 15.(EK)Karet | 62 | 52,65 ^{bc} | 91 | 72,87 ^{efg} | 91 | 72,87 ^{cdef} |
| 16.(FP)Padi | 71 | 58,02 ^c | 91 | 74,35 ^{fg} | 91 | 74,35 ^{cdef} |
| 17.(FH)Cabai | 51 | 45,03 ^{bc} | 59 | 53,29 ^{bc} | 74 | 65,97 ^c |
| 18.(FK)Sawit | 86 | 68,59 ^{de} | 89 | 70,90 ^{defg} | 94 | 77,43 ^{cdef} |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, menyatakan tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5% (BNT 6 hsa = 18,89; 9 hsa = 14,84; 12 hsa = 13,12).

Dari hasil uji BNT 5% terlihat bahwa persentase kematian ulat uji tertinggi akibat aplikasi *Metarhizium* pada pengamatan pertama (6 hsa) adalah pada perlakuan isolat EH Sawi (97%), dan tidak berbeda nyata dengan isolat DH Bh naga dan DK sawit (93% dan 94%). Pada pengamatan kedua (9 hsa) persentase kematian tertinggi pada perlakuan isolat DH bh naga (97 %) dan DK sawit (96%), dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan isolat BP jagung (93%), AP singkong (91%), FP padi (91%), EK karet (91%), FK sawit (89%), EH sawit (93%) dan EP singkong (84%). Persentase kematian ulat uji tertinggi pada pengamatan ketiga (12 hsa) adalah perlakuan isolat EH sawi (99%) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan isolat DH bh naga (97%), DK sawit (97%), BP jagung (93%), FK sawit (94%), AP singkong (92%), FP padi (91%), EK karet (91%) dan BK sawit (90%).

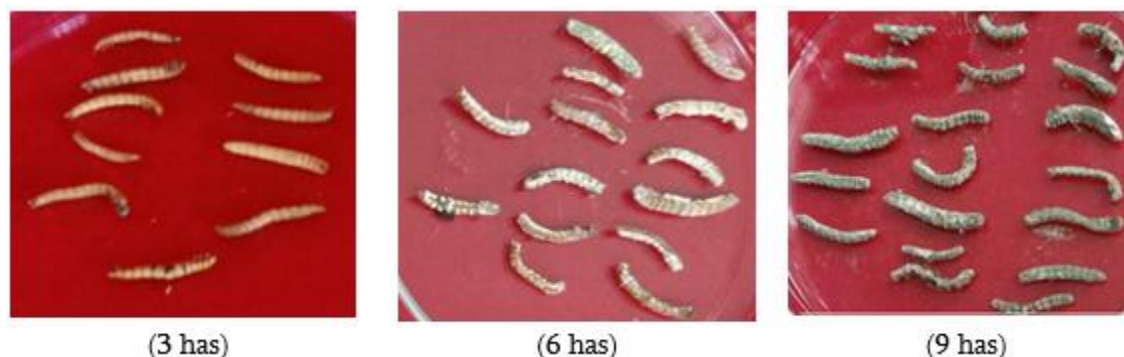
Rata-rata persentase larva berhifa dan berspora pada setiap pengamatan umumnya berbanding lurus dengan persentase kematian larva.

Pada hari 3 hsa beberapa ulat uji sudah mengalami kematian, tetapi belum terlihat pertumbuhan hifa pada tubuh larva. Pada 6 hsa terlihat banyak larva yang sudah berhifa, pada 9 hsa ulat yang berhifa akan bertambah dan beberapa menurun pada 12 hsa karena sudah mengalami sporulasi. Larva yang berspora pada 6 hsa sedikit sekali, hanya 1 isolat (2%), namun terus bertambah yang berspora pada 9 dan 12 has, lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3.

Hasil uji patogenesitas *Metarhizium* terhadap ulat uji *T. molitor* terlihat bahwa kematian larva 9 - 99% pada 12 hsa. Isolat yang terbaik dari pengamatan 6, 9 dan 12 hsa adalah isolat EH sawi, DK sawit dan DH buah naga. Isolat lainnya yang tidak berbeda nyata adalah BP jagung, FK sawit, FP padi, BK sawit, EK karet dan AP singkong. Selain menyebabkan kematian larva, *Metarhizium* juga dapat berkembang menghasilkan hifa dan konidia pada larva yang terinfeksi. Pada pengamatan 12 hsa terlihat isolat-isolat dengan kematian larva yang tinggi juga menghasilkan persentase konidia yang

tinggi pula. Persentase mulai yang tertinggi ulat yang membentuk konidia adalah dari isolat DH (94%), DK (93%), BP (73%), EH (73%), AP (72%),

EK (71%), AK (71%), FK (71%), EF (68%) dan AH (50%) dimana tingginya persentase larva berkonidia seiring dengan persentase kematian ulat.



Gambar 3. Kondisi larva setelah diaplikasi *Metarhizium*. Larva mati, kaku, warna coklat cerah (3 has), larva berhifa, warna putih (6 hsa) dan larva berspora, hijau gelap (9 hsa).

Tabel 3. Rata-rata persentase ulat uji yang berhifa dan berspora setelah aplikasi 18 isolat *Metarhizium* sp. lokal pada pengamatan 6, 9 dan 12 hsa (%).

| Isolat (Lahan) | Persentase kematian ulat uji pada hari ke | | | | | |
|-----------------|---|-------|--------|----------------|-------|--------|
| | Larva berhifa | | | Larva berspora | | |
| | 6 hsa | 9 has | 12 hsa | 6 hsa | 9 has | 12 has |
| 1.(AP)Singkong | 40 | 16 | 13 | 0 | 72 | 72 |
| 2.(AH)Cabai | 6 | 32 | 24 | 0 | 6 | 50 |
| 3.(AK)Sawit | 4 | 3 | 7 | 0 | 24 | 71 |
| 4.(BP)Jagung | 40 | 35 | 9 | 0 | 54 | 79 |
| 5.(BH)Terong | 4 | 34 | 23 | 0 | 6 | 33 |
| 6.(BK)Sawit | 34 | 32 | 43 | 2 | 16 | 17 |
| 7.(CP)Jagung | 2 | 7 | 15 | 0 | 0 | 8 |
| 8.(CH)Pepaya | 4 | 20 | 6 | 0 | 2 | 3 |
| 9.(CK)Sawit | 0 | 1 | 9 | 0 | 0 | 0 |
| 10.(DP)Jagung | 0 | 5 | 8 | 0 | 3 | 13 |
| 11.(DH)Bh Naga | 88 | 2 | 2 | 0 | 94 | 94 |
| 12.(DK)Sawit | 84 | 0 | 0 | 0 | 93 | 93 |
| 13.(EP)Singkong | 48 | 60 | 21 | 0 | 15 | 68 |
| 14.(EH)Sawi | 20 | 42 | 3 | 0 | 27 | 73 |
| 15.(EK)Karet | 21 | 44 | 14 | 0 | 38 | 71 |
| 16.(FP)Padi | 10 | 43 | 40 | 0 | 4 | 7 |
| 17.(FH)Cabai | 0 | 4 | 5 | 0 | 1 | 1 |
| 18.(FK)Sawit | 10 | 25 | 3 | 0 | 52 | 71 |

Perbedaan persentase kematian ulat uji yang sangat nyata diduga karena daya patogenitas berbeda-beda dan adanya perbedaan species *Metarhizium*. Adapun klasifikasi *Metarhizium* dalam sistematika jamur, menurut Alexopoulos *et al.* (1996) adalah sebagai berikut; Kingdom: Fungi; Divisio: Amastigomycotina; Classis: Deuteromycetes; Ordo: Moniliales; Famili: Moniliaceae; Genera: *Metarhizium*; Species: *Metarhizium* sp .

Genus *Metarhizium* awalnya terdiri dari empat varietas yaitu *M. anisopliae*, *M. taii*, *M. pingshaense*, dan *M. guizhouense* (Kimberly & Seow, 2017), namun diklasifikasi ulang oleh Bischoff *et al.* (2009) menjadi 9 spesies, yaitu *M. anisopliae*, *M. acridum*, *M. guizhouense*, *M. pingshaense*, *M. lepidiotae*, *M. majus*, *M. robertsii*, *M. brunneum*, dan *M. globosum* (Bischoff *et al.*, 2009). Hasil monitoring di perkebunan tebu di Brazilia yang mengisolasi *Metarhizium* dari akar, tanah dan serangga,

teridentifikasi 4 species yaitu *M. robertsii*, *M. anisopliae* dan *M. brunneum*, *Metarhizium* sp. Pada tanah ditemukan 60% *M. robertsii*, 21% *M. anisopliae*, 16% *M. brunneum*, 3 % *Metarhizium* sp. Pada akar ditemukan 57% *M. anisopliae* dan 43% *M. brunneum*. Pada serangga ditemukan 100% *M. anisopliae* (Natasha *et al.*, 2019). Hal ini menggambarkan bahwa *Metarhizium* yang berhasil diisolasi di Kalimantan Timur pada saat ini belum dapat dipastikan dari species *M. anisopliae*, tetapi penelitian tentang *M. anisopliae* yang paling banyak dilakukan karena cendawan species inilah yang pertama ditemukan sebagai entomopatogen.

Proses penetrasi *M. anisopliae* pada serangga hama melibatkan sekresi protein seperti subtilisin, tripsin, chymotrypsins, dan carboxypeptidases, yang mencerna prokutikula yang kaya protein dari arthropoda (Wang *et al.*, 2008). Jenis dan jumlah protein yang diproduksi oleh *M. anisopliae* ditemukan spesifik untuk setiap inang, hal ini menjelaskan bahwa *M. anisopliae* mempunyai kemampuan menginfeksi yang luas terhadap inang yang berbeda. Contohnya tripsins adalah protein yang dihasilkan pada inang tertentu seperti kecoa dan kumbang (Santi *et al.*, 2010).

SIMPULAN

Hasil penelitian eksplorasi dan karakterisasi morfologi cendawan entomopatogen strain *Metarhizium* sp. lokal di 6 kabupaten/kota pada wilayah Kalimantan Timur, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sebanyak 18 sampel yang diteliti, ditemukan seluruh sampel terdapat *Metarhizium* spp. Sepuluh isolat memiliki daya patogenitasnya sangat tinggi, 5 isolat sedang dan 3 isolat sangat rendah.
2. Pertumbuhan koloni *Metarhizium* pada media GYA 0,25 cm per hari, awalnya koloni berwarna putih dan umur 3-7 hari berwarna hijau dimulai dari tepi dan pada umur 14 hari seluruh koloni berwarna hijau gelap. Secara mikroskopis hifa hialin, bersekat, konidiofor bersekat, konidia berbentuk silindris, bersel tunggal berwarna hijau gelap. Hasil uji patogenitas terlihat larva yang terserang *Metarhizium* awalnya kaku pada 3 hari setelah aplikasi, selanjutnya berhifa pada hari ke 6 dan berwarna hijau gelap pada hari ke 9.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Dekan dan Wakil-Wakil Dekan Fakultas Pertanian yang memberi kesempatan kepada kami untuk mendapat dana hibah Riset tahun 2020. Terima kasih juga kepada seluruh dosen dan para mahasiswa/i bidang HPT yang membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos CJ, Mims CW, and Blackwell MM. 1996. *Introductory Mycology*, 4th Edition. Copyright © 2000-2019 by John Wiley & Sons, Inc. 880 p.
- Barnett HL, and Hunter BB. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Third Edition. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota.
- Bischoff JF, Rehner SA, Humber RA. 2009. A multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage. *Mycologia*. 101: 512–530.
- Hasyim A, dan Azwana. 2003. Patogenisitas isolat *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dalam mengendalikan hama penggerek bonggol pisang, *Cosmopolites sordidus* Germar. *J. Hort.* 13(2): 120-130.
- Herlinda S, Mulyati SI, and Suwandi. 2008. Selection of isolates of entomopathogenic fungi and the bioefficacy of their liquid production against *Leptocorisa oratorius* nymphs. *J. Microbiol. Indones.* 2(3): 141-146.
- Junianto, YD. 2000. Penggunaan *Beauveria bassiana* untuk pengendalian hama tanam kopi dan kakao. Workshop Nasional Pengendalian Hayati OPT Tanaman Perkebunan, Cipuyung, 15–17 Februari 2000. Balai Penelitian Kopi dan Kakao, Jember. 15 hlm.
- Kanga LBB, Jones WA, and James RR. 2003. Field trials using fungal pathogen, *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycetes: Hyphomycetes) to control the ectoparasitic mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in honeybee *Aphis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies. *J. Environ. Entomol.* (96):1.091–1.099.
- Kimberly MSA, and Seow MH. 2017. Review Mode of Infection of *Metarhizium* spp. Fungus and Their Potential as Biological Control Agents. *J. Fungi*. 3(30): 1-20.
- Luz C, Tigano MS, Silva IG, Cordeiro CMT, and Aljanabi SM. 1998. Selection of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates

- to control *Triatomainfestans*. Memorias do instituto Oswaldo Cruz (93): 839–846.
- Natasha SAI, Pereira AA, Botelho ABRZ, Rezende JM, Moral RA, Zucchi MI, and Delalibera Júnior I. 2019. Monitoring of the field application of *Metarhizium anisopliae* in Brazil revealed high molecular diversity of *Metarhizium* spp in insects, soil and sugarcane roots. Scientific Reports . 9:4443.
- Prayogo Y. 2006. Upaya Mempertahankan Keefektifan Cendawan Entomopatogen untuk Mengendalikan Hama Tanaman Pangan. Jurnal Litbang Pertanian 22 (2).
- Rao N, dan S Subba. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Penerbit: Universitas Indonesia. Jakarta.
- Santi L, Silva WOB, Pinto AFM, Schrank A, and Vainstein MH. 2010. *Metarhizium anisopliae* host–pathogen interaction: Differential immunoproteomics reveals proteins involved in the infection process of arthropods. Fungal Biol., 114, 312–319.
- Sapieha-Waszkiewicz A, Marjańska-Cichoń B, and Piwowarczyk Z. 2005. The occurrence of entomopathogenic fungi in the soil from the plantations of black currant and aronia. EJPAU. 8(1):22.
- Sudarmadji D, dan Gunawan S. 1994. Patogenisitas fungi entomopatogen *Beauveria bassiana* terhadap *Helopeltis antoni*. Balai Penelitian Kopi dan Kakao, Jember. Menara Perkebunan 62(1): 11 hlm.
- Trizelia NA, dan Jailani H. 2015. Keanekaragaman cendawan entomopatogen pada rizosfer berbagai tanaman sayuran. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon. 1(5):998-1004.
- Wang C, Duan Z, and St Leger RJ. 2008. MOS1 osmosensor of *Metarhizium anisopliae* is required for adaptation to insect host hemolymph. Eukaryot. Cell. (7):302–309.

Potensi dan Efektivitas *Trichoderma* sp. sebagai Pengendali Hayati Jamur *Colletotrichum* sp. Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai di Gorontalo

Rida Iswati*, Mohamad Lihawa, Nurhayati Harun, and Sofyan S. Rudin

Agrotechnology Study Program, Faculty of Agriculture, Gorontalo State University, Jalan Jenderal
Soedirman No. 6 Gorontalo

*Alamat korespondensi: ridaiswati567@gmail.com

ABSTRACT

The potential and effectiveness of *Trichoderma* sp as a biological control of *colletotrichum* sp.causes of chili anthracnose disease in Gorontalo

Trichoderma sp. from rhizosphere chili cultivation in Gorontalo have been tested to determine their potential and effectiveness in controlling anthracnose in chili plants with different application times. The study was conducted at the laboratory for isolation and antagonistic testing by double culture method. Testing the potential of *Trichoderma* sp. isolates. was conducted by determining their potency in suppressing the anthracnose disease on chili plants. Experiment was continued to determine the effectiveness of the application time carried out at the Green House using experimental methods with completely randomized design (CRD). Four treatments of *Trichoderma* sp., were applied to 7 days before planting, 7 days after planting, 7 days before flowering, and 7 days after flowering, plus two controls, namely without *Trichoderma* sp. and chemical pesticide application. The variables observed for the potency test were inhibition and disease incidence. The incubation period and the intensity of the disease variables for the effectiveness test. Data analysis used ANOVA and LSD 5% real level. The results showed that the *Trichoderma* sp. has an inhibitory activity at the value of 78.94% against the fungus isolates of *Colletotrichum* sp and able to reduce the disease incidence of anthracnose by 45.96% compared to controls. Therefore, it has the potential to be a biological control. Application of *Trichoderma* sp. at 7 days before planting was shown to be have highest average incubation period of 14.75 days after inoculation and caused the lowest disease intensity a t9.09% with an effectiveness value of 91.18 %, so it was categorized as providing effective control to anthracnose.

Keywords: Anthracnose, Chilies, *Colletotrichum* sp., *Trichoderma* sp.

ABSTRAK

Trichoderma sp. hasil isolasi dari rizosfir tanaman cabai di Gorontalo telah diuji potensi serta efektivitasnya dalam mengendalikan penyakit antraknosa pada tanaman cabai dengan waktu aplikasi yang berbeda. Penelitian dilakukan di laboratorium untuk uji *invitro* menggunakan metode uji ganda antara isolat *Trichoderma* sp. dengan isolat *Colletotrichum* sp. Pengujian potensi isolat *Trichoderma* sp. menekan penyakit antraknosa pada tanaman cabai dan dilanjutkan dengan uji efektivitas waktu aplikasi dilakukan di *Green House* Balai Proteksi Tanaman Pangan Dan Hortikultura (BPTPH) Provinsi Gorontalo menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Empat perlakuan waktu aplikasi *Trichoderma* sp. yakni 7 hari sebelum tanam, 7 hari setelah tanam, 7 hari sebelum berbunga, dan 7 hari setelah berbunga, ditambah dua kontrol yakni tanpa aplikasi *Trichoderma* sp dan aplikasi pestisida kimia. Variabel yang diamati untuk uji potensi adalah daya hambat dan kejadian penyakit sedangkan untuk uji efektivitas diamati masa inkubasi dan intensitas serangan penyakit. Analisis data menggunakan ANOVA dan uji lanjut BNT pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat *Trichoderma* sp. memiliki daya hambat sebesar 78,94% terhadap isolat *Colletotrichum* sp. secara *in vitro* dan menekan kejadian penyakit antraknosa sebesar 45,96% dibanding kontrol sehingga berpotensi sebagai pengendali hayati. Waktu aplikasi *Trichoderma* sp. terbaik adalah 7 hari sebelum tanam dengan rata-rata masa inkubasi 14,75 hari setelah inokulasi

dan menyebabkan intensitas serangan penyakit paling rendah sebesar 9,09% dengan nilai efektivitas sebesar 91,18% sehingga termasuk dalam kategori efektif.

Kata kunci: Antraknosa, Cabai, *Colletotrichum* sp., *Trichoderma* sp.

PENDAHULUAN

Cabai merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura penting dari berbagai aspek baik aspek kuliner, kesehatan, maupun ekonomi dan tersedia sepanjang tahun di seluruh dunia. Banyak jenis masakan nusantara yang menggunakan bahan baku cabai sebagai salah satu komponen rempah (Soesanto, 2019), termasuk makanan khas di Gorontalo. Hampir semua bumbu masakan berbahan dasar cabai sehingga tingkat kebutuhan cabai di Gorontalo tergolong tinggi. Disamping itu dengan kandungan beberapa senyawa penting, cabai juga dapat dimanfaatkan sebagai obat.

Ketersediaan cabai berkualitas dalam jumlah banyak secara kontinyu sangat dibutuhkan namun terkendala salah satunya oleh adanya serangan penyakit. Penyakit antraknosa merupakan salah satu penyakit penting dalam produksi cabai di daerah tropis yang menyerang tanaman sejak di persemaian sampai berbuah dan merupakan penyebab busuk buah prapanen dan pasca panen. Penyebab penyakit ini adalah jamur *Colletotrichum capsici* yang merupakan patogen tular udara sehingga penyebarannya sangat mudah. Serangan pada buah cabai dapat terjadi dari buah masih melekat pada tanaman sampai saat masa penyimpanan (Efri, 2010). Kehilangan hasil di lapangan akibat antraknosa pada musim hujan cukup tinggi hingga mencapai 80%, sedangkan pada musim kemarau lebih rendah yaitu berkisar 20-35% (Widodo, 2007) bahkan dapat mencapai 100% jika pengendalian terhadap penyakit ini kurang tepat (Gunawan, 2006).

Sampai saat ini umumnya para petani masih menggunakan fungisida untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai karena dianggap praktis, mudah didapat dan menunjukkan efek yang cepat. Penggunaan fungisida terus menerus dan berlebihan akan mengakibatkan terganggunya keseimbangan lingkungan dan secara langsung juga sangat berbahaya bagi kesehatan konsumen. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan teknik pengendalian dengan menggunakan agen hayati.

Penggunaan agen pengendali hayati dari kelompok jamur masih berpeluang besar digunakan. Jamur *Trichoderma* sp merupakan salah

satu agen hayati yang paling banyak digunakan sebagai alternatif karena sifatnya yang ideal antara lain mudah dikembangbiakkan, ramah lingkungan, dan tidak membahayakan bagi kesehatan manusia dan tumbuhan, memiliki sifat antagonisme terhadap patogen berupa kompetisi ruang dan nutrisi, mikoparasit dan antibiosis, mudah diisolasi, daya adaptasi luas, mudah ditemukan di tanah areal pertanaman, dapat tumbuh dengan cepat pada berbagai substrat, memiliki kisaran mikoparasitisme yang luas dan tidak bersifat patogen pada tanaman (Umrah dkk, 2009).

Pemanfaatan agen hayati *Trichoderma* untuk pengendalian patogen tular tanah telah banyak dilaporkan sebelumnya antara lain sebagai agen hayati untuk serangan *P. infestans* pada umbi kentang (Purwantisari & Hastuti, 2009), serangan busuk pangkal batang pada lada (Ginting & Maryono, 2012) juga berpeluang sebagai pengendali patogen tular udara seperti *Colletotrichum* sp penyebab penyakit pada tanaman hortikultura seperti cabai (Gusnawati, 2014; Nurbailis dkk., 2018).

Sumber isolat sangat menentukan potensi dari jamur antagonis yang akan digunakan, hal ini diduga bahwa sumber isolat dari daerah asal memiliki potensi yang lebih efektif dalam mengendalikan patogen di daerah asalnya dibandingkan dengan isolat dari daerah lain. Hasil penelitian Prayudi dkk., (2000) bahwa *Trichoderma* sp. isolat Kalimantan Selatan memiliki potensi yang lebih baik untuk mengendalikan penyakit hawar pelepah daun padi dibandingkan dengan *Trichoderma* sp. asal Yogyakarta di lahan pasang surut.

Berdasar informasi di atas telah dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui potensi serta efektivitas jamur *Trichoderma* sp isolat dari rhizosper pertanaman cabai di Gorontalo terhadap jamur *Colletotrichum* sp. baik secara *in vitro* maupun *in planta*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan di laboratorium dan rumah kaca BTPH Provinsi Gorontalo dengan dua tahap penelitian yaitu uji potensi *Trichoderma* sp sebagai agen hayati dilakukan pada bulan Mei 2016

sampai Januari 2017 dan uji efektivitas dilakukan pada bulan Juli sampai Oktober 2017.

Isolasi *Trichoderma* sp. dan *Colletotrichum* sp.

Sampel tanah komposit diambil dari daerah perakaran tanaman cabai yang sehat. Isolasi jamur *Trichoderma* dari sampel tanah dilakukan dengan metode pengenceran berseri dan dibiakkan pada medium PDA secara bertahap sampai ditemukan isolat murni.

Isolasi patogen *Colletotrichum* dari sampel buah cabai keriting bergejala penyakit antraknosa dari lahan milik petani sentra produksi cabai. Isolasi *Colletotrichum* mengikuti prosedur isolasi patogen yang berasal dari bahan sampel tebal (Direktorat Perlindungan Tanaman, 2003). Dibiakkan dan dipurifikasi pada medium PDA secara bertahap sampai diperoleh isolat murni.

Uji Potensi *Trichoderma* sp sebagai Agen Hayati

Uji potensi *Trichoderma* sp sebagai agen hayati dilakukan secara *in vitro* dan *in planta*. Uji *in vitro* dilakukan dengan metode uji isolat ganda pada medium PDA di cawan Petri. Biakan uji diinkubasikan pada suhu kamar. Parameter yang diamati adalah persentase daya hambat berdasarkan pengukuran jari-jari pertumbuhan *Colletotrichum* sp. pada cawan Petri sejak 2 hari sampai 5 hari setelah inokulasi menggunakan rumus persentase daya hambat (Abadi, 1987 dalam Putro dkk., 2014).

Uji *in planta* dilakukan dengan mengaplikasikan *Trichoderma* sp pada saat tanam dan 2 minggu setelah tanam cabai dengan cara menyiramkan suspensi *Trichoderma* sp sekitar pokok tanaman cabai yang telah ditanam di dalam polybag masing-masing sebanyak 20, 30, 40 ml sesuai perlakuan. Sebagai kontrol adalah tanaman tanpa aplikasi *Trichoderma* sp. dan tanaman yang diaplikasikan dengan fungisida Mankozeb sesuai dosis anjuran. Percobaan ditata secara RAL. Pengamatan dilakukan sejak berbuah selama 4 kali pengamatan berselang 1 minggu. Parameter yang diamati adalah kejadian penyakit pada buah dengan rumus kejadian penyakit (Putro dkk., 2014). Percobaan dilakukan di rumah kaca yang ditata secara RAL dengan 5 perlakuan dan 2 kontrol dan diulang 4 kali :

P1 : Kontrol (tanpa aplikasi *Trichoderma* sp)

P2 : Kontrol (aplikasi fungisida mankozeb)

P3 : Aplikasi *Trichoderma* sp. 7 hari sebelum tanam

P4 : Aplikasi *Trichoderma* sp. 7 hari setelah tanam

P5 : Aplikasi *Trichoderma* sp. 7 hari sebelum berbunga

P6 : Aplikasi *Trichoderma* sp. 7 hari setelah berbunga

Potongan isolat *Trichoderma* sp. umur 7 hari dalam media PDA dibiakkan dalam media beras dan telah diinkubasi selama seminggu. Suspensi biakan *Trichoderma* sp. sebanyak 75 g diaplikasikan ke tanah sekitar perakaran sesuai perlakuan. Inokulasi *Colletotrichum* sp. dilakukan pada saat tanaman berbunga dengan cara menyemprotkan inokulum *C. capsici* kepadatan 10^6 konidia/ml pada tanaman dengan menggunakan handsprayer. Aplikasi fungisida diberikan 5 hari setelah inokulasi patogen.

Parameter yang diamati adalah masa inkubasi dan intensitas serangan penyakit antraknosa. Pengamatan masa inkubasi yaitu masa sejak inokulasi sampai timbulnya gejala penyakit pada buah cabai dilakukan setiap hari selama 15 hari. Pengamatan intensitas serangan penyakit dilakukan pada umur tanaman 9 sampai 12 minggu setelah tanam (MST) dengan interval waktu 1 minggu. Intensitas serangan penyakit dihitung dengan rumus menurut Zadoks & Schein, 1979 dalam Herwidiyarti, 2013. Skala kerusakan untuk antraknosa sesuai Herwidiyarti (2013) sebagai berikut.

Tabel 1. Nilai kategori serangan untuk penyakit antraknosa

| Skala | Luas Gejala pada Buah (%) |
|-------|---------------------------|
| 0 | Tidak ada serangan |
| 1 | Bercak seluas 1-20% |
| 2 | Bercak seluas 21 – 40% |
| 3 | Bercak seluas 41-60% |
| 4 | Bercak seluas >60% |

Tingkat efektivitas perlakuan waktu aplikasi dianalisis dengan rumus Abbott (Ciba-Geigy, 1981 dalam Ditjen PSP, 2011), sementara Kategori efektivitas berdasar intensitas serangan sebagai berikut:

Sangat tidak efektif (0 - 40%)

Tidak efektif (40% - 60%)

Cukup efektif (60% - 80%)

Efektif (80% - 100%)

Sangat efektif (>100%)

Data dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) dan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

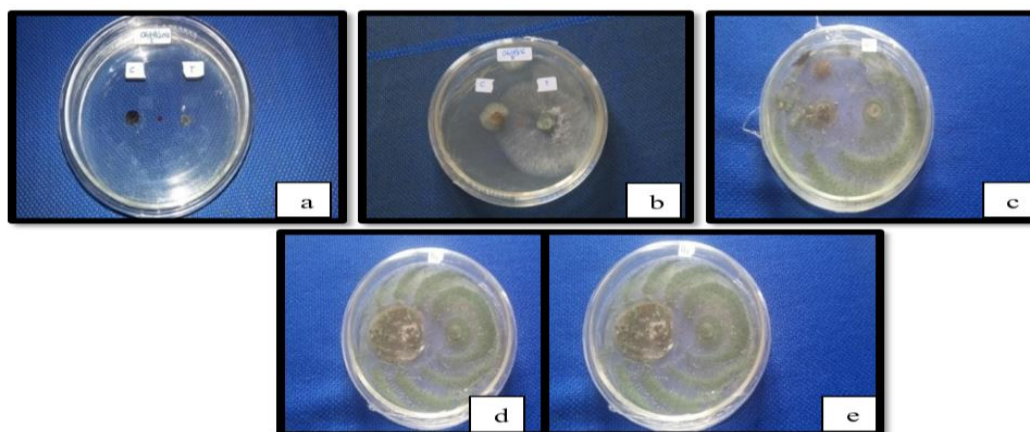
HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya Hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Colletotrichum* sp. secara *in vitro*

Hasil pengamatan uji antagonis menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. isolat Gorontalo memiliki kemampuan dalam menekan pertumbuhan koloni *Colletotrichum* sp. (Gambar 1).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa mulai 2 hari setelah inokulasi (HSI) isolat *Trichoderma* sp.

sudah tampak mengganggu pertumbuhan isolat *Colletotrichum* sp. Pertumbuhan koloni *Trichoderma* sp terlihat sangat cepat sehingga pada 3 HSI koloni *Trichoderma* sp. sudah tumbuh melampaui dan menghambat pertumbuhan koloni *Colletotrichum* sp. (Gambar 1c).



Gambar 1. Daya Hambat *Trichoderma* sp. Terhadap *Colletotrichum* sp. 1 HSI (a), 2 HSI (b), 3 HSI (c), 4 HSI (d), 5 HSI (e).

Rata rata persentase daya hambat pada hari ke tiga sampai hari ke lima adalah berkisar antara 55% sampai 78,94 %. Djafaruddin (2000) menyatakan bahwa faktor penting yang menentukan aktivitas mikroorganisme antagonis yang dapat mengendalikan patogen adalah memiliki kecepatan pertumbuhan yang tinggi sehingga mampu berkompetisi dengan patogen dalam hal makanan dan penguasaan ruang yang pada akhirnya dapat menekan pertumbuhan jamur patogen. Selaras

dengan pernyataan Andi (2011) bahwa karakter kecepatan pertumbuhan yang tinggi pada *Trichoderma* sp merupakan salah satu faktor penting yang menentukan potensi sebagai agen hayati.

Kejadian Penyakit

Secara *in planta*, potensi *Trichoderma* sp. menghalangi terjadinya penyakit antraknosa yang disebabkan oleh patogen *Colletotrichum* sp. pada buah tanaman cabai disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 2. Rata-Rata Kejadian Penyakit Antraknosa Pada Buah Cabai dengan aplikasi *Trichoderma* sp. pada Tanaman Cabai

| Perlakuan | Rata-Rata Kejadian Penyakit Antraknosa (%) |
|---------------------------------|--|
| A. Tanpa Perlakuan | 28,05a |
| B. Perlakuan Fungisida | 12,6b |
| C. <i>Trichoderma</i> sp. 20 ml | 26,39a |
| D. <i>Trichoderma</i> sp. 30 ml | 22,03ab |
| E. <i>Trichoderma</i> sp. 40 ml | 15,11b |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Selaras dengan hasil uji *in vitro*, isolat *Trichoderma* sp ini juga mampu menahan terjadinya penyakit pada tanaman. Kejadian penyakit pada tanaman yang diperlakukan dengan *Trichoderma* sp lebih rendah dan berbeda nyata

dengan kejadian penyakit pada tanaman tanpa perlakuan *Trichoderma*. Kemampuan menahan terjadinya penyakit bahkan sama dengan kemampuan fungisida kimia (perlakuan E tidak berbeda nyata dengan perlakuan B). Hal ini semakin

menguatkan bahwa isolat *Trichoderma* sp tersebut berpotensi sebagai pengendali hayati terhadap penyakit antraknosa pada cabai.

Hal lain yang bisa diungkapkan dari kejadian penyakit pada Tabel 2 di atas adalah rendahnya kejadian penyakit pada perlakuan aplikasi isolat *Trichoderma* sp dengan volume yang lebih banyak (perlakuan E) menyamai perlakuan pestisida kimia bukan hanya dipengaruhi oleh sedikitnya jumlah buah terserang tapi juga karena buah yang terbentuk pada tanaman dengan perlakuan tersebut lebih banyak dibanding dengan perlakuan lainnya sehingga nilai perbandingan antara buah terserang dengan jumlah buah keseluruhan menjadi rendah. Kejadian sebaliknya pada perlakuan tanpa *Trichoderma* sp atau pada aplikasi *Trichoderma* sp dalam jumlah lebih sedikit (perlakuan maupun C dan D). Potensi lain yang bisa dilihat dari kejadian ini adalah bahwa *Trichoderma* sp yang digunakan selain menghambat terjadinya penyakit juga mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih

baik yang pada gilirannya akan menyebabkan tanaman lebih tahan terhadap serangan patogen.

Masa Inkubasi

Masa inkubasi penyakit antraknosa pada semua perlakuan yang diuji dapat dilihat pada Tabel 3. Masa inkubasi sebagai tanggapan tanaman terhadap kehadiran patogen *Colletotrichum* sp beragam berkisar antara 7,5 sampai 14,75 hari. Masa inkubasi patogen *Colletotrichum* sp. pada tanaman cabai dilaporkan oleh Herwidyarti dkk. (2013), adalah 12 hari berbeda dengan pada Tabel 3. Beberapa perlakuan memiliki masa inkubasi patogen di bawah 12 hari dan ada 2 perlakuan termasuk di dalamnya perlakuan fungisida dengan masa inkubasi di atas 12 hari. Virulensi patogen atau reaksi tanaman terhadap patogen dapat dinilai berdasarkan panjang pendeknya masa inkubasi. Masa inkubasi yang lama menandakan suatu tanaman tahan terhadap suatu patogen (Rahim dkk., 2012).

Tabel 3. Rata-rata masa inkubasi penyakit antraknosa pada tanaman cabai yang diberi perlakuan *Trichoderma* sp. pada waktu yang berbeda.

| Perlakuan | Rata-rata Masa Inkubasi (hari) |
|---|--------------------------------|
| Tanpa Perlakuan | 7,50a |
| Aplikasi Fungisida | 14,75c |
| Aplikasi <i>Trichoderma</i> 7 hari sebelum tanam | 13,75c |
| Aplikasi <i>Trichoderma</i> pada saat tanam | 10,75b |
| Aplikasi <i>Trichoderma</i> 7 hari sebelum berbunga | 9,75a |
| Aplikasi <i>Trichoderma</i> 7 hari setelah berbunga | 8a |
| BNT | 2,85 |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%

Masa inkubasi penyakit antraknosa pada tanaman cabai yang diperlakukan dengan *Trichoderma* sp 7 hari sebelum tanam lebih panjang dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Berdasarkan pernyataan Rahim dkk. (2012) di atas dapat dikemukakan bahwa tanaman cabe dengan perlakuan tersebut lebih tahan dibandingkan tanaman cabai dengan perlakuan yang lain. Ketahanan tersebut diduga erat kaitannya dengan kehadiran jamur *Trichoderma* sp lebih awal pada pertanaman cabai dibanding pertanaman lainnya (7 hari sebelum tanam). Kondisi ini memberikan kesempatan lebih lama kepada jamur tersebut untuk tumbuh dan berkembang, lebih awal membentuk koloni yang besar sehingga menjadi unggul dalam penguasaan ruang. *Trichoderma* sp. tumbuh dan mengambil makanan serta mengganggu

pertumbuhan jamur patogen dan memenangkan kompetisi ketika berhadapan dengan patogen. Pernyataan itu didukung oleh hasil penelitian Gusnawaty dkk. (2014) yang menunjukkan bahwa isolat *Trichoderma* sp. indigenous Sulawesi Tenggara secara invitro merupakan kompetitor dan parasit terhadap patogen *Colletotrichum* sp. Atau bisa jadi ada mekanisme lain yang dilakukan oleh *Trichoderma* sp. terhadap tanaman yang terkait dengan ketahanan tanaman yaitu kemampuan *Trichoderma* sp. mengeluarkan senyawa yang membuat vigor tanaman menjadi lebih baik sehingga lebih tahan terhadap gangguan dari luar termasuk patogen. *Trichoderma* spp. yang mengkolonisasi perakaran tanaman mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan perakaran tanaman, produktivitas tanaman, serta ketahanan terhadap faktor abiotik dan penyerapan

nutrisi (Harman, *et al.*, 2004). *T. virens* masuk ke jaringan tanaman melalui akar dengan bantuan eksudat akar selanjutnya tanaman akan memberikan sinyal ketahanan terinduksi untuk pengaktifan fitoaleksin salah satunya senyawa asam salisilat (Halimah dan Fifi, 2017).

Amaria dan Wardiana (2014) melaporkan bahwa penggunaan *Trichoderma* sp. lebih efektif bila diaplikasikan sebelum ada infeksi patogen karena dapat memperpanjang masa inkubasi patogen dan dapat menekan serangan penyakit bila dibandingkan aplikasi setelah ada infeksi patogen selaras dengan hasil penelitian Nur & Ismiyati (2007) bahwa waktu aplikasi *Trichoderma* sp. 7 hari sebelum tanam efektif dalam menekan penyakit layu fusarium pada bawang merah.

Intensitas Serangan

Hasil pengamatan intensitas serangan selaras dengan masa inkubasi. Tabel 4. Memperlihatkan bahwa aplikasi *Trichoderma* sp 7 hari sebelum tanam memiliki respon yang tidak berbeda nyata dengan aplikasi fungisida dan berbeda nyata dengan kontrol tanpa perlakuan. Berdasarkan nilai intensitas serangan (Tabel 4) maka diperoleh nilai efektifitas masing-masing perlakuan aplikasi *Trichoderma* sp 7 hari sebelum tanam, 7 hari setelah tanam, 7 hari sebelum berbunga dan 7 hari setelah berbunga masing-masing sebesar 91,18%; 37,71%; 7,82%; dan 3,71%. Berdasarkan nilai efektifitas tersebut maka bisa dikategorikan bahwa perlakuan 7 hari sebelum tanam termasuk kategori efektif sedang tiga perlakuan lainnya tergolong kategori sangat tidak efektif.

Tabel 4. Rata-rata intensitas serangan penyakit antraknosa pada buah cabai yang diinokulasi *Colletotrichum* sp. dengan perlakuan *Trichoderma* sp. pada waktu aplikasi yang berbeda.

| Perlakuan | Rata-rata Intensitas Serangan Penyakit Antraknosa (%) |
|--------------------------------|---|
| Tanpa Perlakuan | 27,39 c |
| Perlakuan Pestisida (Mankozeb) | 7,32a |
| 7 Hari Sebelum Tanam | 9,09a |
| 7 Hari Setelah Tanam | 19,82b |
| 7 Hari Sebelum Berbunga | 25,82c |
| 7 hari setelah berbunga | 26,64c |
| BNT | 4,33 |

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT (5%).

Fenomena tersebut memberikan gambaran bahwa keberadaan *Trichoderma* sp. lebih awal di pertanaman sebelum kehadiran tanaman telah nyata memberikan kesempatan kepada *Trichoderma* sp. untuk berkembang lebih baik dan menguasai ruang. Ketika bertemu dengan tanaman, dalam kondisi yang siap memberikan dukungan terhadap tanaman baik untuk pertumbuhan maupun untuk ketahanan tanaman terhadap serangan patogen. *Trichoderma* sp. mempunyai kemampuan untuk memicu pertumbuhan tanaman disamping efektif menekan pertumbuhan patogen (Meena *et al.*, 2017). Sebaliknya dengan perlakuan yang lainnya, *Trichoderma* sp. yang diaplikasikan dalam kondisi yang belum siap untuk berkompetisi dengan kehadiran patogen. Perlakuan 7 hari setelah tanam, nutrisi yang tersedia di dalam tanah digunakan secara bersama-sama oleh tanaman dan *Trichoderma* sehingga pertumbuhan *Trichoderma* tidak seoptimal pada perlakuan aplikasi 7 hari sebelum tanam karena tanaman juga sedang dalam

masa pertumbuhan awal yang sangat aktif dalam pengambilan nutrisi. Hal ini menyebabkan dukungan *Trichoderma* terhadap tanaman jg tidak optimal dalam menghadapi kehadiran patogen. Sementara untuk aplikasi 7 hari sebelum berbunga meskipun tanaman telah tumbuh baik namun sepertinya kehadiran *Trichoderma* belum establis ketika patogen hadir, demikian pula pada perlakuan 7 hari setelah berbunga, patogen telah hadir sebelum *Trichoderma* memberikan kontribusi kepada tanaman.

Dengan demikian pemanfaatan *Trichoderma* sp. sebagai agen hayati terhadap patogen *Colletotrichum* sp tidak bisa hanya melihat dari potensinya yang besar tapi juga harus memperhatikan aspek lain, salah satunya adalah waktu aplikasinya.

Hal lain yang penting juga untuk diperhatikan dalam penelitian ini adalah *Trichoderma* sp diaplikasikan ke media tanam sementara diketahui *Colletotricum* sp adalah patogen tular udara. Bisa jadi kesenjangan nilai efektivitas yang besar diantara

perlakuan disebabkan oleh hal tersebut. Oleh karena itu penting untuk melihat juga teknik aplikasi agen hayati *Trichoderma* sp terhadap *Colletotrichum* sp sebagai patogen tular udara.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan uraian pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. *Trichoderma* sp isolat Gorontalo berpotensi sebagai agen hayati terhadap *Colletotrichum* sp. penyebab penyakit antraknosa pada cabai secara *in vitro* dengan daya hambat sebesar 78,94% pada 5 hari setelah inokulasi dan menurunkan kejadian penyakit antraknosa pada tanaman cabai sebesar 45,96%.
2. Waktu aplikasi *Trichoderma* sp. 7 hari sebelum tanam efektif sebagai agen hayati terhadap *Colletotrichum* sp. dengan memperpanjang masa inkubasi menjadi 14,75 hari dan memiliki nilai efektivitas sebesar 91,18%.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaria W, dan Wardiana E. 2014. Pengaruh waktu aplikasi dan jenis *Trichoderma* terhadap penyakit jamur akar putih pada bibit tanaman karet. *J. TIDP*. 1 (2): 79-86.
- Ditjen PSP. 2011. Pedoman Umum Skrining Pestisida. Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, Direktorat Pupuk dan Pestisida, Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Djafaruddin. 2008. Dasar-Dasar Pengendalian Penyakit Tanaman. Penerbit Bumi Aksara. Jakarta.
- Efri. 2010. Pengaruh ekstrak berbagai bagian tanaman mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap perkembangan penyakit antraknosa pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). *J. HPT Tropika*. 10 (1): 52-58.
- Ginting C, dan Maryono T. 2012. Penurunan keparahan penyakit busuk pangkal batang pada lada akibat aplikasi bahan organik dan *Trichoderma harzianum*. *J. HPT Tropika*. 12 (2) : 162 – 168.
- Gunawan OS. 2006. Mikroba antagonis untuk pengendalian penyakit antraknosa pada cabai merah. *J. Hort*. 16 (2): 151-155.
- Gusnawati, Taufik M, dan Herman. 2014. Efektifitas *Trichoderma* indigenus Sulawesi Tenggara sebagai biofungisida terhadap *Colletotrichum* sp. secara *in-vitro*. *J. Agroteknos*. 4 (1): 38-43.
- <http://ojs.uho.ac.id/index.php/agroteknos/article/view/204>.
- Halimah N, dan Puspita F. 2017. Induksi ketahanan dan pertumbuhan bibit kelapa sawit dengan bahan penginduksi beberapa jamur *Trichoderma* sp. endofit terhadap penyakit busuk batang atas. *JOM Faperta*. 4 (2).
- Harman GE, Howell CR, Viterbo A, Chet I, and Lorito M. 2004. *Trichoderma* species: opportunistic, avirulent plant symbionts. *Natural Reviews Microbiology*. 2: 43-56.
- Herwidiyarti KH, Ratih S, dan Sembodo DRJ. 2013. Keparahan penyakit antraknosa pada cabai (*Capsicum annum* L.) dan berbagai jenis gulma. *Jurnal Agrotek*. 2(1): 102-106.
- Meena M, Swapnil P, Zehra A, Dubey MK, and Upadhyay RS. 2017. Antagonistic assessment of *Trichoderma* spp. by producing volatile and non-volatile compounds againsts different fungal pathogens. *Archives of Phytophatogy and Plant Protection*. 50(13-14, 629-648. Doi:10.1080/03235408.2017.1357360.
- Nur S, dan Ismiyati. 2007. Pengaruh dosis pupuk kandang dan waktu aplikasi jamur antagonis *Trichoderma* spp. sebagai pengendali penyakit layu fusarium terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah. *J. Agrijati*. 6(1):14-19.
- Nurbailis, Djamaan A, Rahma H, dan Liswarni Y. 2018. Pengembangan Pestisida Organik Asal *Trichoderma* spp. untuk Penghambatan Pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporoides* dan *Xanthomonas axanopodis* pv. *alii* Penyebab Penyakit Utama pada Tanaman Hortikultura. Laporan Akhir Penelitian Dasar Unggulan UNAND Klaster Riset Publikasi Percepatan ke Guru Besar. Repositori. Unand. ac.id.
- Prayudi BA, Budiman A, Rystham MAT, dan Rina Y. 2000. *Trichoderma harzianum* isolat Kalimantan Selatan agensi pengendali hawar pelepah daun padi dan layu semai kedelai di lahan pasang surut. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan IV. Banjar Baru.
- Purwantisari S, dan Hastuti RB. 2009. uji antagonis jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. *Jurnal Bioma*. 12 (2): 24-32.
- Putro NG, Aini LQ, dan Abadi AL. 2014. Pengujian Konsorium Mikroba Antagonis untuk

- Mengendalikan Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah Besar (*Capsicum annum* L.). Skripsi Fakultas Pertanian UNTAD. Palu.
- Rahim A, Khairuni A, dan Taufik M. 2012. Reaksi ketahanan beberapa varietas padi komersial terhadap patotipe *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* isolat Sulawesi Tenggara. Penelitian Agronomi. 1(2):132-138.
- Soesanto L. 2019. Kompendium Penyakit-Penyakit Cabai. Lily Publisher. Jakarta. Hal 63-85.
- Umrah T, Anggraeni R, Esyanti R, and Aryantha INP. 2009. The antagonistic and effectiveness of *Trichoderma* sp. in controlling *Phytophthora palmivora* development on cocoa pod. J. Agroland. 16 (3): 9-16.
- Widodo. 2007. Status of Chili Anthracnose in Indonesia. *First International Symposium on Chili Anthracnose*. Seoul National University. Seoul. Korea.

Aplikasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) untuk Mengendalikan Antraknosa pada Cabai

Rika Alfianny*, Ujang Dinar Husyairi, dan Ahim Ruswandi
Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati-Institut Teknologi Bandung
*Alamat korespondensi: alfiannyrika@gmail.com

ABSTRACT

Application of PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) in controlling anthracnose in chilli paper

Anthracnose disease caused by the fungus *Colletotrichum capsici* is still the main disease in chilies, this disease is very difficult to control and the losses can reach 100%. Intensive agricultural cultivation in the area of chili cultivation centers with the cropping pattern of *Solanaceae* is a potential anthracnose attack. So far, anthracnose control has been carried out by using pesticides that have a negative impact on human health and the environment, so it is necessary to look for safe controls. One alternative control is to use PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) which functions as a biopesticide. The research objective was to evaluate anthracnose control in chilies using the PGPR application which is expected to reduce production costs for pesticides and also increase farmers' income in chili cultivation. The research was conducted in Sukawangi Village, Pamulihan District, Sumedang Regency, using a randomized block design with eight treatments and repeated four times. The results showed that the PGPR application affected all the observed variables, both vegetative and generative. Treatment H (soaking seeds, watering and spraying PGPR) showed the best in suppressing anthracnose disease with the lowest attack intensity of 12%.

Keywords: Anthraknosa, chili, PGPR

ABSTRAK

Penyakit Antraknosa yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum capsici* hingga kini masih merupakan penyakit utama pada cabai, penyakit ini sangat sulit sekali dikendalikan dan kerugian yang ditimbulkan bisa mencapai 100%. Budidaya pertanian intensif di wilayah sentra pertanaman cabai dengan pola tanam *solanaceae* secara berturut-turut berpotensi terserang antraknosa. Pengendalian penyakit antraknosa selama ini dilakukan dengan penggunaan pestisida yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, sehingga perlu dicari pengendalian yang aman. Salah satu alternatif pengendalian adalah dengan menggunakan PGPR (*Plant growth Promoting Rhizobacteria*) yang berfungsi sebagai biopestisida. Tujuan penelitian mengevaluasi pengendalian antraknosa pada cabai dengan menggunakan aplikasi PGPR yang nantinya diharapkan dapat menekan biaya produksi untuk pestisida dan juga dapat meningkatkan pendapatan petani dalam usaha tani budidaya tanaman cabai. Penelitian dilaksanakan di Desa Sukawangi Kecamatan Pamulihan Kabupaten Sumedang, menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan delapan perlakuan dan diulang empat kali. Hasil penelitian menunjukkan Aplikasi PGPR berpengaruh terhadap semua variabel pengamatan baik vegetatif maupun generatif. Perlakuan H (perendaman benih, penyiraman dan penyemprotan PGPR) menunjukkan yang paling baik dalam menekan penyakit antraknosa yaitu dengan intensitas serangan terendah 12%.

Kata kunci: Antraknosa, cabai, PGPR

PENDAHULUAN

Tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu produk unggulan komoditas

hortikultura di Indonesia. Pemerintah memasukkan cabai ke dalam daftar komoditas strategis nasional, karena komoditas ini sangat sensitif terhadap cuaca sehingga berakibat pada fluktuasi pasokan dan

fluktuasi harga, yang berakibat cukup besar terhadap inflasi. Selain itu cabai sangat dibutuhkan banyak sekali oleh rumah tangga, industri makanan dan obat-obatan. Berdasarkan Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2019), produksi cabai di Indonesia sebesar 1,26 juta ton dengan luas panen sebesar 144.391 ha dan produktivitas 8,77 ton per ha. Produktivitas tersebut masih rendah jika dibandingkan dengan Negara-negara Asia tenggara lainnya. Masalah rendahnya tingkat produktivitas cabai adalah akibat kendala teknis dan non teknis pada budidaya cabai. Kendala teknis pada budidaya cabai adalah serangan OPT (Organisme Pengganggu Tanaman).

Antraknosa merupakan salah satu penyakit (OPT) utama yang menyerang cabai, penyakit ini disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum capsici*. Pertumbuhan cendawan tersebut distimulir oleh kondisi lembab serta suhu relatif tinggi (Loekas, 2019). Penyakit ini selain mengakibatkan penurunan hasil juga dapat merusak nilai estetika cabai. Kehilangan hasil akibat penyakit ini dapat mencapai 100%.

Desa Sukawangi Kecamatan Pamulihan Kabupaten Sumedang merupakan salah satu wilayah sentra cabai. Permasalahan yang dihadapi petani cabai di desa tersebut pada budidaya tanaman cabai adalah penyakit Antraknose. Pengendalian Antraknose di desa tersebut selama ini terus menerus menggunakan pestisida sintetis dan belum menunjukkan hasil yang memuaskan. Penggunaan pestisida dikhawatirkan akan berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, sehingga perlu dicari alternatif teknik pengendalian yang aman. Salah satu teknik pengendalian yang aman dan ramah lingkungan adalah dengan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*).

PGPR merupakan sekelompok bakteri Rizosfir yang mampu menjadi regulator pertumbuhan (*biostimulant*) dan membantu penyerapan unsur hara oleh tanaman (*biofertilizer*) serta menekan perkembangan penyakit (*bioprotectant*) (Timmusk & Wagner 2014). Kemampuan isolat bakteri rizosfir sebagai pemacu pertumbuhan tanaman ditunjukkan dengan kemampuan dalam menyediakan dan memobilisasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon pemacu pertumbuhan tanaman (Kloeper, 2013; Manas *et al*, 2016) .

Mekanisme PGPR terhadap patogen dapat bersifat langsung sebagai antagonis melalui kompetisi ruang, substrat, produksi senyawa beracun seperti

siderofor, hidrogen sianida (HCN), antibiotik dan bersifat tidak langsung melalui induksi resistensi sistemik Pemanfaatan PGPR ini menjadi penting dan bermanfaat terutama diaplikasikan pada tanaman untuk mengendalikan patogen. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pengendalian antraknosa pada cabai dengan menggunakan aplikasi PGPR yang nantinya diharapkan dapat menekan biaya produksi untuk pestisida dan juga dapat meningkatkan pendapatan petani dalam usaha tani budidaya tanaman cabai.

BAHAN DAN METODE

Kegiatan penelitian dilaksanakan di lokasi sentra cabai Desa Sukawangi Kecamatan Pamulihan Kabupaten Sumedang, yang berada pada ketinggian 805 dpl. Penelitian dilakukan mulai bulan Februari-Agustus 2020, menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), yang terdiri dari 8 perlakuan yang diulang sebanyak 4 kali. Benih cabai yang digunakan Red Sabel , PGPR dengan kandungan *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma harziznum*, *Trichoderma sp* dan *Trichoderma viride*. Perlakuan pemberian PGPR terdiri dari:

- A = Kontrol (Benih direndam dalam air)
- B = Benih direndam dengan PGPR
- C = PGPR disiramkan pada tanaman
- D = PGPR disemprotkan pada tanaman
- E = Perlakuan B + Perlakuan C
- F = Perlakuan B + Perlakuan D
- G = Perlakuan C + Perlakuan D
- H = Perlakuan B + Perlakuan C + Perlakuan D

Pelaksanaan percobaan yang dilakukan meliputi:

- a. Perendaman benih. Benih yang akan digunakan terlebih dahulu direndam air selama 24 jam, kecuali untuk perlakuan benih direndam dengan menggunakan PGPR.
- b. Pesemaian, dilakukan dalam pot tray dengan media pupuk kandang dan tanah. Pesemaian dilakukan pada rumah kaca
- c. Pengolahan tanah dilakukan bersamaan dengan pemberian pupuk kandang dan pupuk dasar, kemudian dibuat guludan dilanjutkan dengan pemasangan dan pembolongan mulsa sesuai dengan jarak tanam 70cmX50cm
- d. Penanaman dilakukan 30 hari setelah semai dengan jumlah satu tanaman/lubang
- e. Pemeliharaan meliputi: penyulaman, penyiangan, penyiraman, pemupukan, pengendalian OPT dan panen.

- f. Perlakuan pemberian PGPR dengan teknik disiram dan disemprot dilakukan seminggu sekali
Variabel pengamatan meliputi: berat kering tajuk, berat kering akar, hasil panen per plot, jumlah buah per plot, jumlah buah terserang antraknosa, persentase kehilangan hasil akibat antraknosa

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan pertumbuhan vegetatif dilapangan secara visual menunjukkan pertumbuhan yang baik, tidak banyak terserang OPT (Organisma Pengganggu Tanaman) seperti tampak pada Gambar 1. Hal tersebut dikarenakan pemberian PGPR dilakukan ada yang dari mulai perendaman benih, penyiraman dan penyemprotan selama fase pertumbuhan vegetatif (Gambar 2).



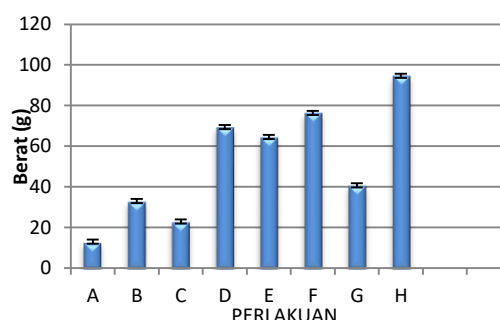
Gambar 1. Pertumbuhan cabai pada fase vegetative.



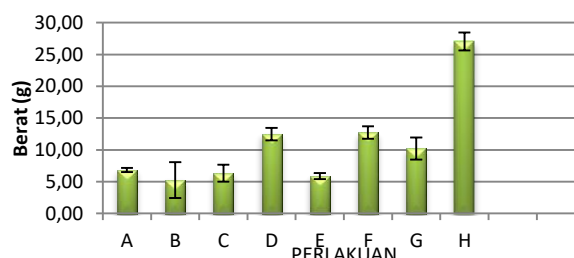
Gambar 2. Pemberian perlakuan PGPR pada tanaman cabai melalui penyemprotan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian aplikasi PGPR berpengaruh terhadap bobot kering tajuk (Gambar 3). Perlakuan H (direndam, disiram dan disemprot PGPR) bobot kering tajuk lebih tinggi yaitu sebesar 94.63 g dibanding kontrol dan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan jumlah biomassa yang dapat diserap oleh tanaman lebih tinggi. Berat kering tanaman merupakan hasil penimbunan hasil bersih asimilasi CO₂ yang dilakukan selama pertumbuhan dan

perkembangan tanaman. Hal ini sesuai dengan Larcher (2003) yang menyatakan bahwa berat kering trubus merupakan hasil dari penimbunan hasil bersih asimilasi CO₂. Pertumbuhan tanaman dapat dianggap sebagai suatu peningkatan atau penimbunan bahan kering. Jadi semakin baik pertumbuhan tanaman maka berat kering juga semakin meningkat. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan H pertumbuhannya lebih baik dibanding perlakuan lainnya.



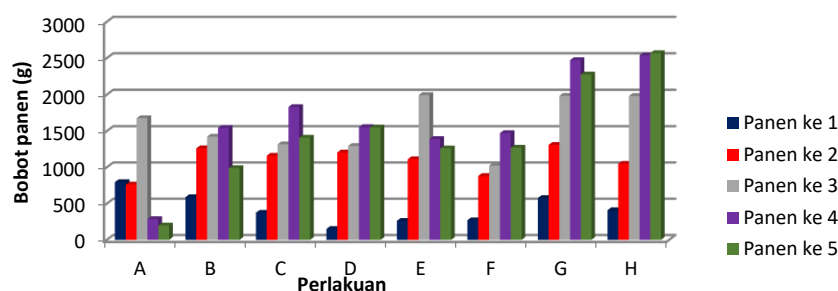
Gambar 3. Grafik hasil pemberian PGPR terhadap berat kering tajuk tanaman cabai.



Gambar 4. Grafik hasil pemberian PGPR terhadap berat kering akar tanaman cabai .

Untuk hasil pengamatan berat kering akar trennya hampir sama dengan berat kering tajuk, Perlakuan H (direndam, disiram dan disemprot PGPR) menunjukkan berat kering akar tertinggi sebesar 27.05 g dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan lainnya (Gambar 4). Beberapa jenis agen hayati yang diisolasi dari rizosfir tanaman dilaporkan mampu meningkatkan bobot basah dan bobot kering biomassa tanaman mentimun (Estrada dkk., 2004). Hal yang sama terbukti dengan hasil penelitian yang menunjukkan bobot akar yang diberi PGPR menunjukkan indikasi bobot kering akar yang lebih tinggi. Kemampuan isolat bakteri rizosfir sebagai pemacu pertumbuhan tanaman ditunjukkan dengan kemampuan dalam menyediakan dan memobilisasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai

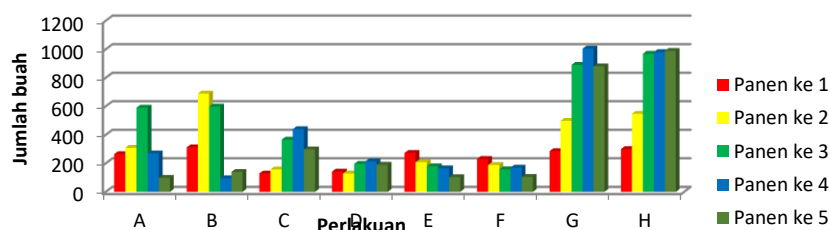
fitohormon pemacu pertumbuhan tanaman (Klopper, 2003; Timmusk dan Wagner, 2004).



Gambar 5. Grafik hasil pemberian PGPR terhadap hasil panen per plot.

Selanjutnya Gambar 5 Menunjukkan pengamatan hasil panen perplot yang diamati setiap panen. Pada panen pertama tampak perlakuan A (kontrol) menunjukkan hasil panen tertinggi dibandingkan dengan semua perlakuan yang diberi PGPR, namun pada panen kedua perlakuan B (benih direndam PGPR), perlakuan D (PGPR disemprotkan pada tanaman) dan perlakuan G (PGPR disiram dan disemprotkan pada tanaman) lebih tinggi hasil panennya dibanding kontrol dan perlakuan lainnya. Selanjutnya hasil panen ke tiga sampai kelima perlakuan G dan perlakuan H (benih direndam, disiram dan disemprot PGPR) menunjukkan hasil panen yang lebih tinggi dibanding kontrol dan perlakuan PGPR lainnya. Dengan demikian untuk

variabel hasil panen per plot perlakuan G yang terbaik, hal ini dibuktikan dari panen ke dua sampai ke lima menunjukkan hasil panen tertinggi. Pemberian PGPR ternyata memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil perplot dengan pemberian secara di awal pertumbuhan dan selama pertumbuhan dengan cara disiram dan disemprot seminggu sekali. PGPR merupakan kumpulan bakteri rizosfir yang berpotensi sebagai biofertilizer, biostimulan dan biopestisida. Menurut Munif (2011), beberapa bakteri rizosfir dan bakteri endofit diketahui mampu sebagai PGPR yang memacu pertumbuhan tanaman, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit melalui mekanisme ISR dan akhirnya mampu meningkatkan hasil tanaman.



Gambar 6. Grafik hasil pemberian PGPR terhadap jumlah buah per plot.

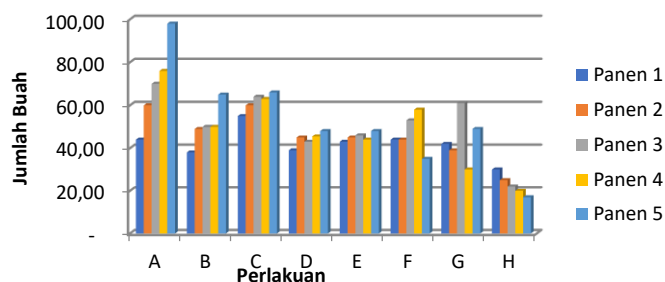
Pada Gambar 6. menunjukkan pengamatan jumlah buah perplot yang diamati setiap panen. Pada panen pertama tampak perlakuan B (benih direndam PGPR) dan perlakuan H (benih direndam, disiram dan disemprot PGPR) menunjukkan jumlah buah terbanyak dibandingkan kontrol dan perlakuan PGPR lainnya. Pada panen kedua perlakuan B masih menunjukkan jumlah buah terbanyak, sedangkan pada panen ketiga dan kelima perlakuan H kembali menunjukkan jumlah buah terbanyak dibanding kontrol dan perlakuan lainnya. Dengan demikian untuk variabel jumlah buah per plot perlakuan H

yang terbaik, hal ini dibuktikan dari lima kali panen, sebanyak tiga kali panen perlakuan H menunjukkan jumlah buah cabai terbanyak. Hal ini dapat disebabkan kemungkinan karena strain bakteri yang ada dalam PGPR memiliki sifat yang sinergistik, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai dengan baik seperti jumlah buah. PGPR juga bukan hanya berfungsi sebagai biopestisida saja akan tetapi berfungsi juga sebagai biostimulan dan biofertilizer.

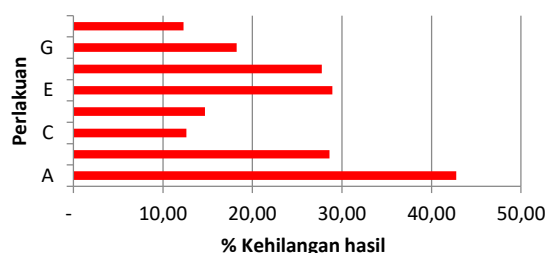
Selanjutnya Pada Gambar 7. Menunjukkan pengamatan jumlah buah perplot yang terserang

antraknosa pada setiap panen. Pada panen pertama tampak perlakuan C (PGPR disiram) yang paling banyak terserang antraknosa dibanding kontrol dan perlakuan PGPR lainnya. Hasil pengamatan berikutnya pada panen ke satu hingga panen kelima perlakuan H (benih direndam, disiram dan disemprot PGPR) menunjukkan jumlah buah cabai yang terserang antraknosa paling rendah dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan PGPR lainnya. Hal ini

terjadi akibat pemberian perlakuan PGPR pada berbagai cara pemberian dari mulai perendaman benih sebagai perlakuan preventif untuk mencegah penyakit, PGPR kemudian diberikan dengan cara disiram sehingga bagian akar juga terkena larutan PGPR kemudian juga dengan cara disemprot pemberian PGPR nya sehingga bagian atas tanamanpun memperoleh larutan PGPR.



Gambar.7 Grafik hasil pemberian PGPR terhadap jumlah buah yang terserang antraknosa.



Gambar 8. Grafik hasil pemberian PGPR terhadap persentase kehilangan hasil akibat antraknosa.

Pada Gambar 8. menunjukkan pengamatan jumlah persentase kehilangan hasil akibat antraknose tampak perlakuan H nilai presentase serangan yang paling rendah dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya. Beberapa jenis bakteri telah banyak diketahui memiliki kemampuan sebagai agen antagonis dalam menekan perkembangan penyakit diantaranya mampu mengkolonisasi jaringan inang dan menempati lingkungan spesifik yang dibutuhkan oleh patogen, mengkolonisasi jaringan korteks dan menghasilkan metabolit yang dapat menekan perkembangan patogen serta menginduksi ketahanan tanaman (Hallman, 2001).

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan Aplikasi PGPR menunjukkan pengaruh terhadap semua variabel pengamatan baik vegetatif maupun generatif. Dari

berbagai perlakuan aplikasi PGPR, perlakuan H (perendaman benih, penyiraman dan penyemprotan PGPR) menunjukkan yang paling baik dalam menekan penyakit antraknosa yaitu dengan intensitas serangan rendah hingga 12%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati Institut Teknologi Bandung atas pendanaan penelitian ini mealalui kegiatan P3MI tahun 2020.

DAFTAR PUSTAKA

Estrada, JD, MS Rossi, JA Andreas, M Rovera, NS Correa, and SB Rosas. 2019. Greenhouse Evaluation of *Pseudomonas aurantica* Formulated as Inoculation for the Biocontrol of Plant Pathogen Fungi, data diperoleh melalui situs internet: <http://www.ag.anburu.edu/argentina/pdfmanuscripts/estrada.pdf>. Diunduh pada tanggal 12 Oktober 2019.

Hallmann, J. 2001. Plant interaction with endophytic bacteria. *In: Biotic Interaction In Plant Pathogen Associations* (Jeger, MJ, Spence, NJ, Eds.). CAB International.

Kloepper, JW. 2003. A review of mechanisms for plant growth promoting by PGPR. Six International Workshop on Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Calcut, India.

- Larcher, W. 2003. *Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. Springer Science & Business Media. Berlin.
- Loekas, S. 2019. *Kompendium Penyakit-Penyakit Cabai*. Lily Publisher. Yogyakarta.
- Manas, RB, Y Laila, and K Joseph. 2006. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizers and Biopesticides*, Handbook of Microbial Biofertilizers, Food Products press., ed., M.K., Rai an imprint of the Haworth Press, Inc. New York-London-Oxford.
- Munif, A, PP Ankardiansyah, PW Bonny, Soekarno, dan NH Elis. 2013. *Isolasi dan uji potensi konsorsium bakteri endofit asal tanaman kehutanan sebagai agen biokontrol dan pemacu pertumbuhan tanaman tomat*. Prosiding seminar nasional perlindungan tanaman II. Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu. IPB-Bogor.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2019. *Out look Cabai*. Komoditas Pertanian Sub sektor hortikultura. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Timmusk, S, and EGH Wagner. 2004. *The Plant Growth Promoting Rhizobacterium *Paenibacillus polymyxa* Induces Changes in *Arabidopsis thaliana* Gene Expression- a Possible Connection Between Biotic and Abiotic Stress Respons diperoleh dari situs internet: <http://www.ag.auburn.edu/argentina/pdfmanuscript/timmusk.pdf>. Diunduh pada tanggal 20 Agustus 2019.*

Efisiensi Gulma *Mimosa invisa* untuk Meningkatkan Produksi dan Mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman

Risqa Naila Khusna Syarifah^{1*}, Agus Suroto², dan Dina Istiqomah²

¹ Laboratorium Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

² Laboratorium Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

Jl. Dr. Soeparno, Karangwangkal Purwokerto, Jawa Tengah

*Alamat Korespondensi: risqanaila@unsoed.ac.id

ABSTRACT

The efficiency of *Mimosa invisa* weed to increase production and control plant pest organisms

This study aims to determine the effect of the use of *Mimosa invisa* L. weed extract to increase plant production and control of plant-disturbing organisms. The results of the study showed that the utilization of *Mimosa invisa* weed extract was able to reduce the intensity of grasshopper and fake white pests respectively 76,8% and 73,9%, as well as the intensity of pathogen infections causing brown spots and bacterial leaf blight respectively 50% and 30% in rice plant. Based on the other research, leaf and branch extract of *Mimosa sp.* can controlled pathogen caused antracnose in chili. Application of *Mimosa sp.* roots extract also can reduced the abundance of *Colletotrichum capsici* on fruit and leaf of chili. The chemical ingredients of this plant are *mimosine* compounds, pipekolinic acid, tannins, alkaloids, saponins, triterpenoids, sterols, polyphenols and flavonoids. The content of these compounds is then used as a vegetable fertilizer and pesticide. From some of the results of the study, the extracts of the daughter and daughter shame leaves were able to control antracnose and alternaria. *Mimosa sp.* Root extract application. in chili plants it turns out that it can reduce the incidence of disease in fruit and can reduce the severity of disease in leaves and fruit. Beside that, from some research, application of *M. invisa* extract also can increase growth and yield of rice and lettuce respectively 42,8% and 7,4%.

Keywords: weed extract, *Mimosa invisa*, pesticide, fertilizer

ABSTRAK

Artikel ini merupakan review mengenai pemanfaatan gulma *Mimosa invisa* L. dalam bentuk pupuk dan pestisida nabati untuk meningkatkan produksi dan mengendalikan organisme pengganggu tanaman. Hasil kajian menunjukkan bahwa pemanfaatan ekstrak gulma *M. invisa* mampu menekan intensitas serangan hama, khususnya belalang dan hama putih palsu berturut-turut 68,2% dan 73,9% pada tanaman padi, serta menekan intensitas penyakit bercak cokelat dan hawar daun bakteri berturut-turut mencapai 50% dan 30% pada tanaman yang sama. Berdasarkan beberapa penelitian lain, ekstrak batang dan daun *Mimosa sp.* mampu mengendalikan pathogen penyebab antraknosa pada tanaman cabai Aplikasi ekstrak akar *Mimosa sp.* pada tanaman cabai juga mampu menekan sebaran jamur *Colletotrichum capsici* pada buah dan daunnya. Kandungan bahan kimia gulma ini berupa metabolit sekunder yang disebut *mimosin*, serta asam pipekolinat, tannin, alkaloid, saponin, triterpenoid, sterol, polifenol dan flavonoid. Adanya kandungan bahan kimia inilah yang mendasari pemanfaatan gulma *M. invisa* sebagai pupuk dan pestisida nabati. Selain itu, berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, aplikasi ekstrak *M. invisa* juga mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi dari tanaman padi dan selada masing-masing mencapai 42,8% dan 7,4%.

Kata kunci: ekstrak gulma, *Mimosa invisa*, pestisida, pupuk

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris dimana sebagian besar penduduknya bermatapencarian

sebagai petani. Sektor pertanian berperan pula dalam memenuhi dan menunjang kebutuhan hidup manusia terutama bahan pangan, hortikultura dan

perkebunan. Pestisida yang diaplikasikan pada tanaman budidaya digunakan untuk meningkatkan hasil dari praktik budidaya sebagai kegiatan pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), termasuk di dalamnya hama, penyakit dan gulma (Olguin *et al.*, 2007).

Penggunaan pestisida sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) cukup efektif, namun di era masa kini semakin menimbulkan pengaruh yang mengkhawatirkan (Kartohardjono *et al.*, 2009 ; Wiyono *et al.*, 2014). Beberapa studi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan pestisida yang diaplikasikan pada padi digunakan dengan tingkat sangat tinggi, dimana hal ini telah melemahkan ketahanan ekosistem suatu wilayah karena matinya musuh alami, kerusakan keanekaragaman hayati mikroflora dan mesofauna serta rusaknya jaring-jaring makanan (Wiyono *et al.*, 2014). Pestisida sintesis juga berpengaruh buruk terhadap kesehatan manusia, kualitas lingkungan dan meningkatkan perkembangan populasi jasad pengganggu tanaman (Sunarno, 2000). Beruntungnya, penanganannya mulai mendapat perhatian pada beberapa dekade terakhir (Lalander *et al.*, 2016).

Pemanfaatan bahan alami untuk mengendalikan OPT merupakan pilihan yang tepat untuk menekan penggunaan bahan kimia di sektor pertanian. Indonesia merupakan negara tropis yang kaya akan ragam hayati yang dapat dimanfaatkan secara maksimal sebagai pengendali OPT (Subagiya, 2013). Pemanfaatan bahan alami seperti jamur, nematoda, tumbuh-tumbuhan untuk mengendalikan OPT merupakan pilihan yang tepat untuk menekan penggunaan bahan kimia di sektor pertanian (Bonsignore and Vacante, 2012). Penggunaan tumbuhan, bahan tumbuhan, atau ekstrak tumbuhan (insektisida botani) untuk perlindungan tanaman dan cadangan produk bagi pengendalian serangga hama yang mampu dimanfaatkan oleh petani di masa kini. Pestisida nabati merupakan senjata yang cukup mampu diandalkan bagi para petani (Isman, 2008).

Pestisida nabati yang terbuat dari bahan-bahan alam tidak mencemari lingkungan, yang diperoleh dari hasil ekstraksi bagian tertentu dari tanaman baik daun, buah, biji atau akar yang memiliki senyawa (metabolit sekunder) dan bersifat racun terhadap hama dan penyakit tertentu. Pemakaian bahan-bahan alami secara terus-menerus juga diyakini tidak menimbulkan resistensi pada hama, seperti yang biasa terjadi pada pestisida sintesis. Djuenedi (2009) dalam penelitiannya

mengemukakan bahwa biopestisida (ekstrak daun mimba, lengkuas dan serai) cukup efektif sebagai pengendali hama ulat, belalang dan thrips yang pembuatan dan aplikasinya di lapang cukup mudah dilakukan. Sumber bahan baku biopestisida juga cukup banyak yang mencapai 37.000 spesies flora di Indonesia dan baru sekitar satu persen yang dimanfaatkan. Lebih dari 30.000 jenis tumbuhan telah diidentifikasi sebagai gulma, 250 jenis dinyatakan sebagai gulma penting dan 80 jenis telah diketahui menurunkan hasil tanaman budidaya (Sulvetri *et al.*, 2014).

Beberapa jenis gulma memiliki potensi memiliki khasiat sebagai obat, namun ada pula yang mengandung racun dan sebagian lagi mempunyai bau yang menyengat dan digunakan untuk mengendalikan hama dan penyakit, seperti ekstrak kirinyu (*Chromolaena odorata* (L) untuk mengendalikan ulat grayak (Thamrin *et al.*, 2013), ekstrak gulma siam untuk mengendalikan nimfa dan imago *Heliopeltis* spp. (Fitriana *et al.*, 2012) dan meningkatkan komponen pertumbuhan tanaman kedelai (Kastono, 2005), serta ekstrak gulma babandotan (*Ageratum conyzoides*) untuk mengendalikan hama *Sitophilus* spp. pada benih jagung (Astriani, 2010).

Tanaman putri malu, atau *Mimosa invisa* (L.) termasuk famili Leguminoceae yang merupakan kerabat dekat *Mimosa pudica* (L.) dan sering disebut sebagai putri malu besar (Uluputty, 2014). Genus *Mimosa* dalam famili Mimosaceae (sinonim dari Leguminosae atau Fabaceae) merupakan tanaman yang banyak tersebar dan dikenal di seluruh dunia dengan jumlah spesies mencapai 300-500 (Baki *et al.*, 1996). Polong-polongan ini telah banyak tumbuh di sebagian besar wilayah Asia, Afrika dan beberapa kepulauan pasifik termasuk Australia dan Papua Nugini yang berkembang mengalahkan vegetasi lainnya (Ekhatior *et al.*, 2013). Keberadaan tanaman ini cukup banyak tersebar di lahan yang tidak terpakai, juga beberapa pada lahan tanaman budidaya sebagai gulma yang keberadaannya merugikan. Kandungan kimia dari tanaman ini dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati. Dari beberapa hasil penelitian ekstrak akar dan daun putri malu ternyata mampu bekerja sebagai antimikroba yang dapat dimanfaatkan untuk menekan serangan hama dan atau penyakit tanaman (Tomar *et al.*, 2014).

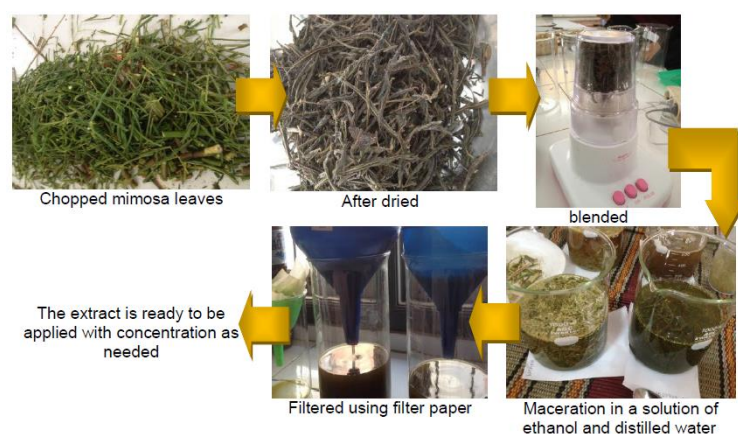
Tumbuhan putri malu besar tumbuh liar di tepi jalan, lapangan terlantar, dan tempat-tempat terbuka yang terkena sinar matahari, sehingga mudah ditemui. Tapi masih sedikit orang yang mengetahui

bahwa putri malu mengandung senyawa aktif tannin dan mimosin yang mampu bersifat sebagai antimikroba (Syahid, 2009). Oleh karena itu, keberadaannya yang kurang menguntungkan secara langsung namun berlimpah dapat dimanfaatkan sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman. Tujuan dilakukannya kajian ini adalah untuk mengetahui peran positif (manfaat) gulma *Mimosa invisa* untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT).

BAHAN DAN METODE

Ekstrak gulma diperoleh dari proses ekstraksi dengan metode maserasi. Gulma dibersihkan, kemudian dipotong-potong dan dikeringkan dengan

cara dioven pada suhu 37°C selama 48 jam (Madeira, 2016). Gulma kering kemudian dihaluskan menjadi serbuk dengan menggunakan blender. Serbuk gulma kering selanjutnya ditimbang sebanyak 100 g. Pelarut yang digunakan adalah etanol 70% dengan volume 1 liter. Pelarut dimasukkan ke dalam labu ukur, kemudian serbuk gulma kering yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam labu ukur. Larutan dibiarkan selama satu minggu sambil diaduk selama 15 menit setiap hari. Selanjutnya larutan disaring dengan menggunakan kertas saring untuk menghasilkan filtrat. Hasil saringan dituang ke dalam cawan petri lalu dikeringkan selama dua hari dengan suhu 37°C untuk menguapkan pelarut sehingga dengan demikian diperoleh ekstrak pekat (Mehingko *et al.*, 2010).



Gambar 1. Proses pembuatan ekstrak *Mimosa invisa*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Genus *Mimosa* L. tergolong famili Leguminosae yang merupakan tanaman asli Amerika Tengah dan Selatan dengan pusat di Brasil yang terdiri dari 300-400 spesies di dunia. Hingga saat ini, belum banyak literatur yang mengupas tentang bahan kimia dari *Mimosa invisa* ini. Adapun kerabat dekatnya, *Mimosa pudica* L. telah banyak dikaji dan diketahui mengandung senyawa fenol dan memiliki gerak niktinasti pada daunnya dan diketahui bahwa flavonoid merupakan senyawa yang cukup dominan yang terkandung pada genus *Mimosa* (Aguilar, 2012). Tumbuhan berbentuk perdu, umumnya tumbuh menjalar di atas tanah, batangnya bersegi, berduri, dan panjangnya mencapai 6 m dan biasanya dijadikan penutup tanah. Tumbuh di tempat terbuka atau terlindung, dengan ketinggian tempat hingga 1.000 m dpl (Uluputty, 2014).

Hasil analisis ekstrak Mimosa diketahui bahwa terdapat kandungan Fenol sebanyak 49,70 mg/100g, Flavonoid sebanyak 319,29 mg/100g serta Alkaloid sebanyak 19,86µg/ml. *Mimosa invisa* tergolong tanaman Leguminosae yang memiliki senyawa fenolik dalam konsentrasi yang tinggi, khususnya tanin dan mimosin yang terkandung pada daun (Jayanegara dan Sofyan, 2008). Hasil penapisan fitokimia simplisia dan ekstrak herba putri malu menunjukkan adanya golongan senyawa mimosin, tanin, flavonoid, alkaloid, saponin, polifenol, monoterpenoid, seskuieternoid, steroid, dan kuinon. Menurut seorang herbalis sekaligus terapis Natura Health Centre di Depok, Jawa Barat, putri malu mengandung melatonin. Menurutnya senyawa yang paling berkhasiat adalah melatonin yang memberi efek relaksasi pada syaraf otak kecil (Haq, 2009). Ekstrak daun putri malu diketahui dapat meningkatkan enzim antioksidan seperti Superoxide

Dismutase (SOD), Catalase, dan Glutathion Peroxidase (Rini *et al.*, 2013).

Mimosin adalah asam amino yang bersifat toksik (Candra *et al.*, 2008). Mimosin merupakan golongan asam amino aromatik dengan rumus kimia (β -N-(3-hydroxy-4-pyridone)- α -amino-propenoic acid). Mimosin adalah asam amino non protein yang mempunyai struktur hampir sama dengan tirosin, serta terdapat pada beberapa spesies mimosa dalam genus *Leucaena*. Mimosin (β -N-(3-hydroxy-4-pyridone) mengandung senyawa polifenol yang tinggi termasuk tanin akan mengikat protein, sehingga protein menjadi tidak tersedia untuk binatang yang memakan tumbuhan tersebut dan menyebabkan efek negatif terhadap palatabilitas, pencernaan, dan pertumbuhan. Mimosin akan mempengaruhi sintesis dan atau fungsi protein dalam mengatur translasi mRNA yang menyebabkan penghambatan replikasi DNA (Laconi dan Widiyastuti, 2010).

Mimosin pada tingkat molekul akan berfungsi sebagai antagonis tirosin yang dapat menghambat kerja tirosin dan kegunaan enzim. Secara umum efek negatif mimosin adalah kehilangan nafsu makan, pembesaran kelenjar gondok, performa reproduksi buruk, menekan pertumbuhan, dan kematian post-natal. Mimosin dapat menyebabkan defisiensi glisina, salah satu asam amino esensial bagi unggas, untuk mensintesis asam empedu sehingga absorpsi lemak menurun yang pada akhirnya akan menyebabkan defisiensi vitamin dan pigmen larut lemak. Hal ini diduga dapat menghambat perkembangan hama pada tanaman yang mampu menurunkan produksi dan mengganggu pertumbuhan tanaman budidaya (Laconi dan Widiyastuti, 2010).

Flavonoid merupakan salah satu kelompok senyawa metabolit sekunder yang paling banyak ditemukan di dalam jaringan tanaman. Flavonoid termasuk dalam golongan senyawa phenolik dengan struktur kimia C6-C3-C6. Kerangka flavonoid terdiri atas satu cincin aromatik A, satu cincin aromatik B, dan cincin tengah berupa heterosiklik yang mengandung oksigen dan bentuk teroksidasi cincin ini dijadikan dasar pembagian flavonoid ke dalam sub-sub kelompoknya (Hess, tt). Sistem penomoran digunakan untuk membedakan posisi karbon di sekitar molekulnya (Redha, 2010). Senyawa golongan flavonoid yang mempunyai aktivitas insektisida yang berasal dari tanaman di antaranya adalah rotenon dan deguelin yang terdapat pada tumbuhan *Lonchocarpus utilis*, kuersetin 3,7,4-trimetil eter yang terdapat pada tumbuhan *Saccopetalum*

horsfieldii dan mirisetin 3-metil eter dari *Goniothalamus thwaitesii* (Diantoro *et al.*, 2010).

Alkaloid merupakan senyawa antibakteri yang mengandung nitrogen yang bersifat basa dan mempunyai aktifitas farmakologis (Lumbanraja 2009 dalam Rohyani *et al.*, 2015). Bagi tumbuhan, alkaloid berfungsi sebagai senyawa racun yang melindungi tumbuhan dari serangga atau herbivora (hama dan penyakit), pengatur tumbuh atau sebagai basa mineral untuk mempertahankan keseimbangan ion. Umumnya alkaloid merupakan senyawa padat, berbentuk kristal, tidak berwarna dan mempunyai rasa pahit, sedangkan daun pegagan memiliki sifat manis dan sejuk. Alkaloid umumnya tidak ditemukan pada gymnospermae, paku-pakuan, lumut dan tumbuhan rendah lainnya (Rohyani *et al.*, 2015).

Penerapan sistem pertanian dengan mengkombinasikan teknologi penggunaan biopestisida dan pupuk hayati mempunyai prospek untuk meningkatkan daya dukung lahan, optimalisasi penggunaan pupuk dan menekan serangan penyakit tular tanah (Prabowo, 2008). Dalam perakaran putri malu terdapat bintil-bintil akar yang mengandung koloni mikroba yang bersimbiosis mutualisme dengan akar putri malu tersebut. Beberapa mikroba yang terkandung dalam akar putri malu antara lain *Rhizobium*, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas putida* dan *Actinomycetes*. Putri malu juga banyak dimanfaatkan sebagai pestisida nabati. Bagian tanaman yang dimanfaatkan sebagai pestisida nabati yaitu akar, batang dan daun (Vikayanti, 2011). Dari beberapa hasil penelitian ekstrak akar dan daun putri malu ternyata mampu mengendalikan penyakit atraknosa dan alternaria. Aplikasi ekstrak akar *Mimosa sp.* pada tanaman cabai ternyata dapat menekan insidensi penyakit pada buah dan mampu menekan keparahan penyakit pada daun dan buah (Vikayanti, 2011).

Aplikasi ekstrak gulma memberikan pengaruh dalam menunjang pertumbuhan dan produksi tanaman. Adanya kandungan senyawa alkaloid yang mampu menyuplai nitrogen dan unsur-unsur lain yang diperlukan tanaman (Ningrum *et al.*, 2016). Rachman *et al.* (2008) juga menyatakan bahwa pemberian pupuk yang berasal dari bahan-bahan organik dapat meningkatkan efisiensi pemberian pupuk anorganik yang dapat menunjang produksi yang maksimal. Penambahan bahan organik berupa aplikasi ekstrak gulma, maupun pemberian pupuk anorganik (N, P dan K) merupakan suatu usaha dalam pemenuhan hara bagi tanaman yang bertujuan untuk

memperbaiki keseimbangan hara yang terdapat di dalam tanah.

Pemberian ekstrak gulma tidak hanya mampu meningkatkan respons pertumbuhan maupun fisiologis, akan tetapi juga mampu meningkatkan produksi tanaman. Aplikasi *M. invisa* dengan konsentrasi 5% mampu meningkatkan produksi tanaman padi menjadi 5,37 t/ha dibanding tanpa aplikasi ekstrak gulma yang hanya menghasilkan produksi sebanyak 3,76 t/ha (meningkat sebesar 42,8%) (Syarifah, 2018). Begitu pula pada tanaman selada, ekstrak gulma *M. invisa* dengan konsentrasi 20% mampu meningkatkan produksi selada menjadi 123,30 g/tanaman jika dibandingkan dengan tanpa pemberian ekstrak gulma yang hanya sebesar 114,79 g/tanaman (meningkat sebesar 7,4%) (Kurniawan, 2018).

Tanaman yang dapat berproduksi tinggi juga tidak terlepas dari faktor intensitas serangan Hama dan Penyakit Tanaman (HPT) yang terjadi. Tanaman yang sehat cenderung akan memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan tanaman dengan tingkat intensitas serangan HPT yang lebih tinggi. Ekstrak gulma konsentrasi 5% memberikan bukti kecenderungan mampu menurunkan intensitas serangan hama utama pada tanaman padi, seperti belalang dan putih palsu 68,2% dan 73,9% serta mampu menekan perkembangan penyakit bercak coklat serta hawar daun bakteri 50% dan 30%, sehingga tanaman mampu berproduksi dengan baik pada pemberian ekstrak gulma konsentrasi 5%. Adapun pada tanaman cabai, aplikasi ekstrak akar *Mimosa* sp. dengan konsentrasi 200g/l mampu mengendalikan penyakit antraknosa (jamur *Colletotrichum capsici*) dibandingkan ekstrak daun, batang dan seluruh bagian tumbuhannya (Yuda, 2013).

Penurunan intensitas serangan HPT tersebut dapat terjadi karena pemberian ekstrak gulma *Mimosa invisa* L. yang mampu menekan intensitas serangan HPT tanaman dan memiliki senyawa alelopati yang secara tidak langsung mampu meningkatkan daya tahan tanaman padi terhadap hama pengganggu. Seperti yang dikemukakan oleh Syahid (2009) bahwa putri malu memiliki senyawa aktif, tanin dan mimosin yang mampu menghambat pertumbuhan serangga. Selain itu, terdapat senyawa flavonoid yang juga dapat berfungsi sebagai insektisida (Mufidah *et al.*, 2013; Harnani, 2016).

Kandungan bahan kimia dalam tanaman putri malu yang memiliki efek antihelmintik adalah mimosin (alkaloid) dan tanin. Mimosin memiliki efek

antihelmintik melalui mekanisme neurotoksik dengan menghambat asetilkolinesterase sehingga terjadi penumpukan asetilkolin pada tubuh hewan yang menyebabkan hewan mati dalam keadaan kaku. Mimosin juga memiliki aktivitas antidermatofit dan juga antibakteri (Anitha *et al.*, 2005). Tumbuhan putri malu memiliki kandungan mimosin 8,60% - 10,35% (Syahid, 2009).

Fenol juga merupakan salah satu senyawa kimia yang terdapat dalam ekstrak gulma yang mampu menekan intensitas serangan hama. Fenol dan polifenol dapat mempengaruhi system saraf otot, keseimbangan hormon reproduksi, sebagai antifeeding dan mempengaruhi sistem pernapasan serangga. Kandungan zat volatil berupa fenol juga berfungsi sebagai repellent dan anti microbial. Kemampuan daya bunuh ekstrak gulma *Mimosa invisa* L. disebabkan karena adanya kandungan senyawa metabolit sekunder yang bersifat toksik. Salah satunya adalah senyawa flavonoid, senyawa ini diketahui berpotensi sebagai insektisida. Sejumlah flavonoid memiliki rasa pahit yang dapat bersifat menolak sejenis hama tertentu (tanin), serta memiliki sifat antimikroba (Lenny, 2006; Mastuti, 2016). Flavonoid juga merupakan senyawa pereduksi yang baik karena menghambat reaksi oksidasi baik secara enzim maupun nonenzim (Nismah *et al.*, 2011).

Ekstrak gulma *Mimosa invisa* L. terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan, fisiologi, hasil dan komponen hasil, serta memiliki kecenderungan dapat menekan tingkat serangan hama dan intensitas penyakit pada tanaman budidaya. Keragaman metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak gulma tersebut memberikan pengaruh positif bagi tanaman, terlebih jika dikombinasikan dengan pupuk anorganik dengan dosis yang tepat. Meskipun kandungan fenol dan flavonoid yang tergolong rendah, namun ekstrak gulma *Mimosa invisa* L. mampu meningkatkan produksi padi gogo dengan dosis pupuk N-P-K yang tergolong rendah.

SIMPULAN

Mimosa invisa merupakan gulma yang banyak tersebar di hamparan dan kurang dimanfaatkan secara optimal. Kemampuan-nya berkompetisi dengan tumbuhan lain (tanaman budidaya maupun gulma) tergolong baik karena senyawa metabolit sekunder yang dimilikinya yang mampu membuatnya tetap bertahan hidup. Tumbuhan ini dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati melalui cara ekstraksi. Ekstrak *Mimosa invisa* mengandung

senyawa kimia seperti mimosin, tanin, flavonoid, alkaloid, terpenoid dan saponin yang bersifat anti-hama, antibakteri dan antifungal untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman (hama, patogen dan gulma).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman yang telah memfasilitasi penulis dalam mengkaji topik ini dan terima kasih pula kepada *Plant Protection Day dan Seminar Nasional ke-4* yang diselenggarakan oleh Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran yang telah memfasilitasi acara Seminar Nasional dan penulisan Prosiding ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguiar, RM. 2012. Antioxidant activities of isolated compounds from stems of *Mimosa invisa* Mart. Ex. Colla. *Quinn Nova*. No. 3(35):567-570.
- Anitha, R, S Jayavelu, and K Murugesan. 2005. Antidermatophytic and bacterial activity of Mimosine. *Phytotherapy Research*. 19: 992-993.
- Astriani, D. 2010. Pemanfaatan gulma babadotan dan tembelekan dalam pengendalian *Sitophilus* spp. pada benih jagung. *Jurnal AgriSains*. 1(1): 56-67.
- Baki, B Bakar, H Noormawati, dan MAH Mohamed. 1996. The Genus *Mimosa* with special reference Tom. *Quadrivalvis* L. Var *Leptocarpa* (D.C.) Earnedy, a new species record for the weed flora in Malaysia. *Biotropia*. 9: 38-52.
- Bonsignore, CP, and V Vacante. 2012. Influences of botanical pesticides and biological agents on *Orius laevigatus* – *Frankliniella occidentalis* dynamics under greenhouse conditions. *Journal of Plant Protection Research*. 1(52): 15-23.
- Candra, AA, Y Ridwan, dan EB. Retnani. 2008. Potensi anthelmintik akar tanaman putri malu (*Mimosa pudica* L.) terhadap *Hymenolepsis nana* pada mencit. *Media Peternakan*. 1(31): 29-35.
- Diantoro, NS, E Faridah, dan N Rismawati. 2010. Pemanfaatan Senyawa Flavonoid dari Tumbuhan *Goniothalamus macrophyllus* sebagai Biolarvasida dan Pengendalian Hama yang Ramah Lingkungan. Universitas Airlangga, Surabaya. 5 hlm.
- Djunaedy, A. 2009. Biopestisida sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang ramah lingkungan. *Embryo*. 6(1):88-95.
- Ekhaton, F, OO Uyi, CE. Ikuenobe, and CO Okeke. 2013. The distribution and problems of the invasive alien plant, *Mimosa diplotricha* C. Wright ex Sauvalle (Mimosaceae) in Nigeria. *American Journal of Plant Sciences*. 4:866-877.
- Fitriana, Y, Purnomo, dan AM Hariri. 2012. Uji efikasi ekstrak gulma siam terhadap mortalitas hama pencucuk buah kakao (*Helopeltis* spp.) di laboratorium. *Jurnal HPT Tropika*. 1(12):85-91.
- Hamawi, M, HT Sebayang, dan SY Tyasmoro. 2016. Pengaruh dosis P dalam fosfat alam dan waktu pembenaman pupuk hijau *Azolla microphylla* Kaulfuss pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Gontor Agrotech Science Journal*. 2(2):33-63.
- Haq, AS. 2009. Pengaruh Ekstrak Herba Putri Malu (*Mimosa pudica* Linn.) terhadap Efek Sedasi pada Mencit BALB/C. Laporan Hasil Akhir Penelitian Karya Tulis Ilmiah. Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang. 53 hlm.
- Isman, MB. 2008. Perspective botanical insecticides: for richer, for poorer. *Pest Management Science*. 64:8-11.
- Jayanegara, A, dan A Sofyan. 2008. Penentuan aktivitas biologis tanin beberapa hijauan secara *in Vitro* menggunakan 'Hohenheim Gas Test' dengan polietilen glikol sebagai determinan. *Media Peternakan*. 1(31): 44-52.
- Kartohardjono, A, D Kertoseputro, dan T Suryana. 2009. Hama Padi Potensial dan Pengendaliannya. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 36 hlm.
- Kastono, D. 2005. Tanggapan pertumbuhan dan hasil kedelai hitam terhadap penggunaan pupuk organik dan biopestisida Gulma Siam (*Chromolaena odorata*). *Jurnal Ilmu Pertanian*. 2(12):103-116.
- Kurniawa, A. 2018. Efektifitas Ekstrak Daun Sirih (Piper battle L.) dan Putri Malu (*Mimosa pudica*) terhadap Penyakit Busuk Batang Rhizoctonia sp. dan Hasil Tanaman Selada. Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jember. 35 hlm.
- Laconi, EB dan T Widyastuti. 2010. Kandungan Xantofil Daun Lamtoro (*Leucaena*

- leucocephala*) Hasil Detoksikasi Mimosin Secara Fisik dan Kimia. *Media Peternakan*. No. 1(33):50-54.
- Lalander, C, J Senecal, MG Calvo, L Ahrens, S Josefsson, K. Wiberg and B. Vineras. 2016. Fate of Pharmaceuticals and Pesticides in Fly Larvae Composting. *Science of the Total Environment*. 565:279-286.
- Lenny, S. 2006. Senyawa Terpenoida dan Steroida. *Karya Ilmiah*. Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara, Medan. 25 hal.
- Mastuti, R. 2016. Metabolit Sekunder dan Pertahanan Tumbuhan. *Modul 3 Fisiologi Tumbuhan*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya. 18 hal.
- Mehingko, L., H. Awaloei dan M. P. Wowor. 2010. Uji Efek Antimikroba ekstrak Daun Putri Malu (*Mimosa pudica* Duchaas & Walp) secara in Vitro. Bagian Farmakologi dan Terapi, Fakultas Kedokteran, Universitas Sam Ratulangi Manado. 6 hal.
- Mufidah, N, Aulanni'am, dan DK Wuragil. 2013. Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Putri Malu (*Mimosa pudica* L.) terhadap Ekspresi Inducible Nitric Oxide Synthase (iNOS) dan Gambaran Infiltrasi Inflamatori pada Bronkiolus Tikus (*Rattus norvegicus*) Model Asma. Program Kedokteran Hewan, Universitas Brawijaya. 8 hal.
- Nismah, N Utami, dan GD Pratami. 2011. Isolasi Senyawa Flavonoid dari Ekstrak Air Serbuk Gamal (*Gliricidia maculta*) dan Uji Toksisitasnya terhadap Hama Kutu Putih Pepaya (*Paracoccus marginatus*). *Dipresentasikan pada Seminar Nasional dan Musyawarah Anggota 2011 Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bandung, tanggal 16-17 Februari 2011*. 13 hal.
- Olguin, SE, A Espinoza G, and E Esquivel AM. 2007. Vegetative and Reproductive Development of Costa Rican Weedy Rice Compared with Commercial Rice (*Oryza sativa*). *Planta Daninha, Vicoso MG*. 1(25):13-23.
- Prabowo, R. 2008. Kajian Biopestisida dan Pupuk Hayati dalam Mendukung Pengelolaan Tanaman Tomat Secara Terpadu. *Jurnal Mediagro*. 1(4):81-88.
- Rachman, A, S Wardatun dan IY Weandarlina. 2011. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Saponin Ekstrak Metanol Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis). Fakultas MIPA, Universitas Pakuan, Bogor. 6 hal.
- Redha, A. 2010. Flavonoid: Struktur, Sifat Antioksidatif dan Peranannya dalam Sistem Biologis. *Jurnal Berlian*. No. 2(9):196-202.
- Rini, AS, Hairrudin dan Sugiyanta. 2013. Efektivitas Ekstrak Putri Malu (*Mimosa pudica* Linn.) sebagai Nefroprotektor pada Tikus Wistar yang Diinduksi Parasetamol Dosis Toksik. *Jurnal Pustaka Kesehatan*. 1(1):15-19.
- Rohyani, IS, E Aryanti dan Suropto. 2015. Kandungan Fitokimia Beberapa Jenis Tumbuhan Lokal yang Sering Dimanfaatkan sebagai Bahan Baku Obat di Pulau Lombok. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. No. 2(1):388-391.
- Subagiya. 2013. *Kajian Efektifitas Pengendalian Hama Padi Secara Alami dengan Semut Predator yang Bersarang di Tanah (Solenopsis geminata (F))*. Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta. 8 hal.
- Sulvetri, BZ Syam dan Solfiyeni. 2014. Analisa Vegetasi Gulma pada Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) pada Lahan Olah Tanah Maksimal di Kabupaten Lima Puluh Kota. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. No. 3(2):103-108.
- Syahid, M. A. 2009. Pengaruh Ekstrak Putri Malu (*Mimosa pudica*, Linn.) terhadap Mortalitas *Ascaris suum*, Goeze in Vitro. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret, Surakarta. 42 hal.
- Syarifah, R. N. K. 2018. Upaya Peningkatan Hasil Padi Gogo melalui Aplikasi NPK Rendah dan Ekstrak Gulma. *Tesis*. Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman. Purokerto.
- Thamrin, M, S. Asikin, dan M Wilis. 2013. Tumbuhan Kirinyu *Chromolaena odorata* (L) (Asteraceae: Asterales) sebagai Insektisida Nabati untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura*. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Banjarbaru.
- Tomar, RS, V Shrivastava, and S Kaushik. 2014. *In Vitro* Efficacy of Methanolic Extract of *Mimosa pudica* Against Selected Microorganisms for Its Broad Spectrum Antimicrobial Activity. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 3(4):780-784.
- Uluputty, MR. 2014. Gulma Utama pada Tanaman Terung di Desa Wanakarta Kecamatan Waeapo Kabupaten Buru. *Jurnal Agrologia*. 1(3):37-43.

- Vikayanti. 2011. *Menilik Potensi Sang Putri Malu*. Balai Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan, Surabaya.
- Wiyono, S, Widodo, dan H Triwidodo. 2014. Mengelola Ledakan Hama dan Penyakit Padi Sawah pada Agroekosistem yang Fragil dengan Pengendalian Hama Terpadu Biointensif. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*. 2(1):116-120.
- Yuda, H. 2013. Pemanfaatan Ekstrak Tumbuhan Putri Malu (*Mimosa pudica*) sebagai Pengendali Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici*) secara In Vitro pada Tanaman Cabai. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Pengaruh Pemberian Formulasi Nano Serai Wangi dan Asimbo terhadap Virus Mosaik Nilam dan Vektornya di Sulawesi Tenggara

Rita Noveriza*, Sri Rahajoeningsih, dan Tri Lestari Mardiningsih

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

*Alamat korespondensi: rita_noveriza2000@yahoo.com

ABSTRACT

The effect of nano citronella and asimbo formula on patchouli mosaic viruses and its vectors in Southeast Sulawesi

Citronella oil is known to control several pests (plant pests). Application of 1.2% citronella oil can reduce the development of patchouli mosaic virus 89.78% in greenhouses. Field testing of nano citronella at a concentration of 1% which is applied every month is effective in suppressing the development of mosaic disease in patchouli plants, while the effective concentration for leaf shoots due to the infestation of aphids is 2%. This study aims to see the effect of giving the formula 1% nano citronella and Asimbo with recommended concentrations against mosaic virus and its vectors on patchouli in Konawe Regency (Southeast Sulawesi). The results showed that the treatment of asimbo and nano citronella biopesticide reduced the incidence and intensity of mosaic disease in Patchoulina 2 compared to the control treatment and was statistically significant. The efficacy level of nano citronella reached 30.75% (above 30%) and Asimbo reached 24.67%. Meanwhile, the observation of the incidence and intensity of leaf roll caused by aphids showed that the Asimbo treatment was better than the deltamethrin (chemical insecticide) treatment, although it was not statistically significant in all the treatments tested. Application of nano citronella for 6 times has not been able to eliminate *Potyvirus* on patchouli plants, but has been able to reduce the incidence and intensity of mosaic disease.

Keywords: *Pogostemon cablin*, Patchoulina 2, *Potyvirus*, *Aphis gossypii*

ABSTRAK

Minyak serai wangi diketahui dapat mengendalikan beberapa OPT (organisme pengganggu tanaman). Aplikasi minyak serai wangi 1,2% dapat menekan perkembangan virus mosaik nilam 89,78% di rumah kaca. Pengujian lapang nano serai wangi pada konsentrasi 1% yang diaplikasikan setiap bulan efektif menekan perkembangan penyakit mosaik pada tanaman nilam, sedangkan konsentrasi yang efektif untuk pucuk daun menggulung akibat serangan kutudaun adalah 2%. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh pemberian formula Nano serai wangi konsentrasi 1% dan Asimbo dengan konsentrasi anjuran terhadap virus mosaik dan vektornya pada tanaman nilam di Kabupaten Konawe (Sulawesi Tenggara). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemberian asimbo dan nano biopestisida serai wangi dapat menurunkan kejadian dan intensitas penyakit mosaik pada nilam Patchoulina 2 dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan berbeda nyata secara statistik. Tingkat efikasi nano serai wangi mencapai 30,75% (di atas 30%) dan Asimbo mencapai 24,67%. Sedangkan, pengamatan kejadian dan intensitas daun menggulung disebabkan oleh kutudaun menunjukkan bahwa perlakuan pemberian Asimbo lebih baik dibandingkan perlakuan deltametrin (insektisida kimia), walaupun secara statistik tidak berbeda nyata pada seluruh perlakuan yang diuji. Pengaplikasian nano serai wangi selama 6 kali belum mampu menghilangkan *Potyvirus* pada tanaman nilam, tetapi sudah mampu mengurangi kejadian dan intensitas penyakit mosaik.

Kata kunci: *Pogostemon cablin*, Patchoulina 2, *Potyvirus*, *Aphis gossypii*,

PENDAHULUAN

Minyak atsiri dari beberapa tanaman bersifat sebagai antivirus, mekanismenya adalah mengaktifkan virus secara langsung (Meneses et al. 2009),

selain itu, juga menginduksi ketahanan tanaman terhadap virus dan juga menginduksi pertumbuhan tanaman ((Wang and Fan 2014); (Venkatesan et al. 2010)). Minyak serai wangi diketahui dapat

mengendalikan beberapa OPT (organisme pengganggu tanaman). Aplikasi minyak serai wangi 1,2% dapat menekan perkembangan virus mosaik nilam 89,78% (Mariana and Noveriza 2013). Minyak cengkeh dan serai wangi mempunyai potensi menghambat perkembangan virus pada tanaman nilam. Minyak cengkeh pada konsentrasi 1% dapat mengurangi jumlah lesio sebanyak 45% (Noveriza *et al.* 2016).

Formula minyak serai wangi telah disempurnakan dengan menggunakan metode teknik spontaneous emulsifikasi (teknologi nano). Hasil pengujian pada skala rumah kaca menunjukkan formula nano biopestisida serai wangi pada konsentrasi 1-1,5% menekan perkembangan virus sebesar 82,5%; sedangkan formula minyak serai wangi hanya sebesar 65-70% (Noveriza *et al.* 2017). Validasi uji skala lapang dan standarisasi konsentrasi dan interval aplikasi perlu dilakukan untuk mendapatkan teknik aplikasi yang efektif dan efisien telah dilakukan di Pandeglang (Banten) dan Bandung (Jawa Barat) pada tanaman nilam varietas Sidikalang. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa formula nano serai wangi pada konsentrasi 1% yang diaplikasikan setiap bulan efektif menekan perkembangan penyakit mosaik pada tanaman nilam, sedangkan konsentrasi yang efektif untuk pucuk daun menggulung akibat serangan kutudaun adalah 2% (Noveriza *et al.*, 2019). Selanjutnya, formula nano serai wangi perlu dibandingkan dengan formula serai wangi lainnya.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh pemberian formula Nano serai wangi konsentrasi 1% dan Asimbo dengan konsentrasi anjuran terhadap virus mosaik dan vektornya pada tanaman nilam di Kabupaten Konawe (Sulawesi Tenggara).

BAHAN DAN METODE

Bibit varietas tanaman nilam yang digunakan dalam penelitian ini adalah Patchoulina 2. Alat yang

digunakan sprayer ukuran 15 liter sebanyak 3 buah, ember ukuran 20 liter sebanyak 4 buah, gelas ukur plastik, alat tulis, plastik sampel, formula nano biopestisida serai wangi, formula asimbo, insektisida berbahan aktif deltametrin, akuades, alat timbang biomas nilam dan karung untuk panen.

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara. Penelitian disusun dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan 10 ulangan dan masing-masing ulangan 100 tanaman. Perlakuan tersebut ialah (1) formula nano biopestisida serai wangi konsentrasi 1%, (2) formula asimbo konsentrasi anjuran, (3) deltametrin (insektisida sintesis), dan (4) kontrol tanpa perlakuan.

Teknik aplikasi formula nano biopestisida serai wangi di lapang

Formula nano biopestisida serai wangi (volume 50-100 ml) disemprotkan ke seluruh bagian tanaman nilam varietas Patchoulina 2 dan interval penyemprotan dilakukan setiap bulan sebanyak 6 kali. Penyemprotan dilakukan sejak tanaman di pembibitan. Persiapan lahan dilakukan sesuai dengan SOP Budi daya Nilam, dimulai dengan penyiapan benih nilam, penanaman, pemupukan, dan panen.

Pengamatan Kejadian gejala penyakit mosaik

Pengamatan kejadian gejala penyakit mosaik dicatat di setiap deretan plot percobaan setiap bulan. Gejala penyakit mosaik dicatat sebelum perlakuan dan setelah perlakuan, data yang dicatat digunakan untuk menghitung persentase kejadian penyakit menggunakan rumus yang diberikan di bawah ini (Akram and Naimuddin 2016) dan dianalisis secara statistik.

Pengamatan Intensitas serangan penyakit

Pengamatan intensitas serangan penyakit dilakukan pada setiap tanaman dengan menghitung gejala mosaik yang muncul, dengan kategori serangan sesuai skoring setiap bulan (Tabel 1).

Tabel 1. Skor dan deskripsi gejala mosaik pada tanaman nilam

| Skoring | Deskripsi gejala |
|---------|---|
| 0 | Tanaman sehat, tidak bergejala |
| 1 | Ringan, gejala belang pada beberapa bagian daun dan klorosis |
| 2 | Sedang, seluruh bagian tanaman bergejala mosaik |
| 3 | Berat, seluruh bagian tanaman bergejala mosaik dan terjadi malformasi |

Sumber: (Asare-Bediako *et al.* 2014) dimodifikasi.

Intensitas serangan penyakit dihitung menggunakan rumus (Strange 2008):

$$I = \left(\frac{\sum(n_i \times v_i)}{Z \times N} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

I = Intensitas serangan

ni = jumlah tanaman pada setiap kategori serangan

vi = nilai skala dari setiap kategori serangan

Z = nilai skala dari kategori serangan tertinggi

N = jumlah tanaman yang diamati

Pengamatan Kejadian serangan kutudaun *Aphis gossypii*

Pengamatan dilakukan setiap bulan dengan skoring persentase daun tanaman yang menggulung (karena serangan kutudaun) (Asare-Bediako *et al.* 2014). Untuk menghitung persentase tanaman terserang menggunakan rumus sebagai berikut:

% Kejadian serangan kutudaun = Jumlah tanaman yang terserang kutudaun (daun menggulung)/Total jumlah tanaman x 100%.

Pengamatan Intensitas Kerusakan (%):

Intensitas kerusakan akibat serangan kutudaun dihitung dengan kategori serangan sesuai skoring setiap bulan (Tabel 2) dengan rumus (Unterstenhofer 1963) seperti berikut:

$$IP = \frac{\sum (n v)}{z \times N} \times 100 \%$$

Keterangan :

IP = intensitas kerusakan (%)

n = jumlah tanaman terserang menurut kategori (skor 0, 1, 2, 3, 4)

v = nilai skala (skor) dari tiap kategori

z = nilai skala (skor) dari kategori serangan tertinggi

N = jumlah seluruh tanaman yang diamati (n₀ + n₁ + ... + n₆)

Tabel 2. Kategori dan kriteria serangan

| Kategori | Tingkat (%) | Kriteria |
|----------|--------------|-----------------------|
| 0 | X = 0 | Tidak ada serangan |
| 1 | 0 ≤ X ≤ 25 | Serangan ringan |
| 2 | 25 ≤ X ≤ 50 | Serangan sedang |
| 3 | 50 ≤ X ≤ 75 | Serangan berat |
| 4 | 75 ≤ X ≤ 100 | Serangan sangat berat |

Pengamatan Tingkat efikasi biopestisida

Nilai efikasi formula nano biopestisida terhadap penyakit mosaik dan kutu daun *A. gossypii* dihitung dengan:

$$EI = \left(\frac{Ca - Ta}{Ca} \right) \times 100\%$$

Keterangan ;

EI = Keefektifan formula nano biopestisida yang diuji (%)

Ca = Persentase kerusakan tanaman pada petak kontrol setelah aplikasi formula nano pestisida

Ta = Persentase kerusakan tanaman pada petak perlakuan setelah aplikasi formula nano pestisida

Formula yang diuji dinilai efektif apabila nilai tingkat efikasi (EI) ≥ 30%.

Deteksi Virus dengan Metode Serologi

Deteksi Potyvirus pada contoh daun nilam dilakukan dengan metode serologi ELISA, dan metode DIBA pada membran nitroselulosa (Chang *et al.* 2011).

Analisis data

Data yang dikumpulkan diolah dengan menggunakan metode transformasi akar kuadrat untuk memastikan homogenitas varians dan distribusi data sudah normal. Data tersebut kemudian dianalisa dengan analisis varians (ANOVA) menggunakan Program SAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kejadian Penyakit Mosaik

Pengujian tanaman nilam varietas Patchoulina 2 di Kabupaten Konawe (Sulawesi Tenggara), rata-rata kejadian penyakit mosaik yang paling rendah pada perlakuan nano biopestisida serai wangi, yaitu 30,31% dibandingkan kontrol tanpa perlakuan yaitu 43,19% (Tabel 1). Perlakuan pemberian nano biopestisida serai wangi (10 EC) dan asimbo (40 EC) secara statistik tidak berbeda nyata terhadap kejadian penyakit mosaik.

Tabel 1. Persentase kejadian penyakit mosaik di Kabupaten Konawe (Sulawesi Tenggara) dari bulan Mei–Oktober 2018

| Perlakuan | Mei | Juni | Juli | Agust | Sept | Okt | Rata2 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|----------|
| A Nano serai wangi | 11.00 | 46.78 | 41.81 | 40.61 | 40.61 | 1.07 | 30.31 b |
| B Asimbo | 9.60 | 52.70 | 47.86 | 42.69 | 42.69 | 3.24 | 33.13 b |
| C Deltametrin | 27.10 | 57.50 | 56.53 | 38.85 | 38.85 | 1.94 | 36.79 ab |
| D Kontrol | 26.80 | 65.60 | 69.04 | 47.91 | 47.91 | 1.90 | 43.19 a |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% (LSD)

Kejadian Serangan Pucuk Daun Menggulung (Kutudaun)

Pada pertanaman nilam Patchoulina 2 di Kabupaten Konawe (Sulawesi Tenggara), rata-rata kejadian serangan pucuk daun menggulung yang disebabkan oleh adanya kutudaun yang paling

rendah pada perlakuan asimbo yaitu 6,74%, dibandingkan perlakuan insektisida deltametrin (7,48%); walaupun secara statistik tidak berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol tanpa perlakuan dan perlakuan lainnya (Tabel 2).

Tabel 2. Persentase serangan pucuk daun menggulung (kutudaun) di Kabupaten Konawe dari bulan Mei–Oktober 2018

| Perlakuan | Mei | Juni | Juli | Agustus | Sept | Okt | Rata2 |
|--------------------|------|------|-------|---------|-------|------|--------|
| A Nano serai wangi | 0.40 | 0.00 | 16.75 | 20.58 | 20.58 | 1.26 | 9.93 a |
| B Asimbo | 0.10 | 0.00 | 5.63 | 16.72 | 16.72 | 1.28 | 6.74 a |
| C Deltametrin | 0.00 | 0.20 | 3.27 | 19.43 | 19.43 | 2.53 | 7.48 a |
| D Kontrol | 0.00 | 0.50 | 9.33 | 24.45 | 24.45 | 1.17 | 9.98 a |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% (LSD)

Intensitas Penyakit Mosaik

Pada pertanaman nilam Patchoulina 2 di Kabupaten Konawe (Sulawesi Tenggara), rata-rata intensitas penyakit mosaik yang paling rendah pada perlakuan nano biopestisida serai wangi, yaitu 10,58%, dibandingkan kontrol tanpa perlakuan (15,28%). Tetapi perlakuan nano serai wangi secara statistik tidak berbeda nyata dengan perlakuan Asimbo dan deltametrin. Tingkat efikasi nano serai wangi mencapai 30,75% (di atas 30%) dan Asimbo mencapai 24,67%. Menurut Harni dan Baharuddin (2014) tingkat efikasi biopestisida dikatakan efektif bila nilainya lebih dari 30%. Pada tahun 2017, tingkat efikasi nano biopestisida serai wangi di Kabupaten Pandeglang (Banten) yang merupakan dataran rendah, seperti Kab. Konawe pada dosis yang sama berkisar 12,12–48,55%.

Minyak atsiri (seperti minyak serai wangi) adalah molekul bioaktif, dianggap aman dan biokompatibel, menawarkan berbagai macam manfaat karena komposisi kompleks asam lemak,

terpene, triterpen dan banyak komponen lipofilik lainnya, yang dapat memberikan perlindungan terhadap dehidrasi, radiasi matahari, peradangan, serangan serangga, mikroorganisme, dan virus (Donsi dan Ferrari 2016; Andreu *et al.* 2015; Bonferoni *et al.* 2017).

Nano biopestisida serai wangi lebih baik pengaruhnya dibandingkan dengan Asimbo (formula bukan nano) walaupun bahan aktifnya sama. Menurut Helgeson (2016), karena ukuran tetesan yang lebih kecil, nanoemulsions mempromosikan karakteristik yang menarik dibandingkan dengan emulsi konvensional, yaitu makroemulsi. Misalnya, nanoemulsions menyajikan luas permukaan fase terdispersi yang jauh lebih besar dalam kaitannya dengan volume total dispersi daripada yang diamati dalam makroemulsi. Dengan demikian, fenomena yang diturunkan deformasi tetesan biasanya lebih tinggi untuk nanoemulsi daripada emulsi konvensional, sehingga lebih efektif.

Tabel 3. Persentase Intensitas penyakit mosaik (rata-rata) pada tanaman nilam di Kabupaten Konawe (Sulawesi Tenggara) dari bulan Mei–Oktober 2018

| Perlakuan | Mei | Juni | Juli | Agust. | Sept. | Okt. | Rata2 | Tingkat Efikasi |
|-----------|-----|------|------|--------|-------|------|-------|-----------------|
|-----------|-----|------|------|--------|-------|------|-------|-----------------|

| | | | | | | | | | |
|---|------------------|------|-------|-------|-------|-------|------|----------|--------------|
| A | Nano serai wangi | 3.67 | 15.70 | 16.25 | 13.75 | 13.75 | 0.36 | 10.58 b | 30.75 |
| B | Asimbo | 3.23 | 18.17 | 18.03 | 14.27 | 14.27 | 1.08 | 11.51 b | 24.67 |
| C | Deltametrin | 9.03 | 19.63 | 20.52 | 13.27 | 13.27 | 0.82 | 12.76 ab | 16.48 |
| D | Kontrol | 8.96 | 22.43 | 26.30 | 16.67 | 16.67 | 0.63 | 15.28 a | |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% (LSD)

Intensitas serangan penggulung pucuk daun nilam

Perlakuan formula minyak serai wangi (asimbo) mempunyai tingkat efikasi 18, 57% dan lebih besar jika dibandingkan insektisida sintesis deltametrin sebesar 13,19%, sedangkan perlakuan

penyemprotan nano biopestisida serai wangi terhadap persentase intensitas serangan penggulung pucuk daun nilam (rata-rata) di Kabupaten Konawe (Sulawesi Tenggara) tidak ada pengaruhnya, jika dibandingkan dengan kontrol (Tabel 4).

Tabel 4. Persentase intensitas serangan penggulung pucuk daun nilam (rata-rata) pada tanaman nilam di Kabupaten Konawe (Sulawesi Tenggara) dari bulan Mei–Oktober 2018

| Perlakuan | Mei | Juni | Juli | Agust. | Sept. | Okt. | Rata2 | Tingkat Efikasi |
|--------------------|------|------|------|--------|-------|------|--------|-----------------|
| A Nano serai wangi | 0.10 | 0.00 | 4.71 | 5.28 | 5.28 | 0.32 | 2.61 a | 0 |
| B Asimbo | 0.03 | 0.00 | 1.62 | 4.34 | 4.34 | 0.45 | 1.80 a | 18.57 |
| C Deltametrin | 0.00 | 0.00 | 0.97 | 4.94 | 4.94 | 0.63 | 1.91 a | 13.19 |
| D Kontrol | 0.00 | 0.13 | 2.77 | 6.25 | 6.25 | 0.46 | 2.21 a | |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% (LSD)

Verifikasi Virus dengan Metode Serologi

Deteksi virus secara ELISA pada semua perlakuan menunjukkan bahwa *Potyvirus* masih terdeteksi pada semua perlakuan pada saat sebelum

dan sesudah aplikasi. Hal ini menunjukkan bahwa virusnya masih ada pada sampel daun nilam Patchoulina 2 (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil ELISA sampel daun nilam dari Sulawesi Tenggara

| Perlakuan | Deteksi <i>Potyvirus</i> | | | |
|---------------------|--------------------------|---------|------------------|---------|
| | Sebelum aplikasi | | Setelah aplikasi | |
| | Nilai absorban | Hasil | Nilai absorban | Hasil |
| Bufur | 0,092 | | 0,118 | |
| Kontrol (-) | 0,151 | | 0,121 | |
| Kontrol (+) | 0,730 | | 1,818 | |
| A. Nano serai wangi | 0,976 | Positif | 1,500 | Positif |
| B. Asimbo | 0,860 | Positif | 1,340 | Positif |
| C. Deltametrin | 0,828 | Positif | 1,485 | Positif |
| D. Kontrol | 1,024 | Positif | 1,396 | Positif |

SIMPULAN

Perlakuan pemberian asimbo dan nano biopestisida serai wangi dapat menurunkan kejadian dan intensitas penyakit mosaik pada nilam Patchoulina 2 dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan berbeda nyata secara statistik. Tingkat efikasi nano serai wangi mencapai 30,75% (di atas 30%) dan asimbo mencapai 24,67%. Sedangkan,

pengamatan kejadian dan intensitas daun menggulung disebabkan oleh kutudaun menunjukkan bahwa perlakuan pemberian asimbo lebih baik dibandingkan perlakuan deltametrin (insektisida kimia), walaupun secara statistik tidak berbeda nyata pada seluruh perlakuan yang diuji. Pengaplikasian asimbo dan nano serai wangi selama 6 kali belum mampu menghilangkan *Potyvirus* pada

tanaman nilam, tetapi sudah mampu mengurangi kejadian dan intensitas penyakit mosaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdri. Siti Riffiah, Siti Nuryanih, Sdr. Sutrasman, Zulhisnain, dan Nuraini mahasiswa UIN Jakarta atas bantuan teknisnya dalam melaksanakan penelitian ini. Terima kasih juga kepada Bapak Rohadianto sebagai pemilik lahan tempat penelitian, serta proyek SMARTD sebagai pendukung dana penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akram, M, and Naimuddin. 2016. Management of mungbean yellow mosaic disease and effect on grain yield. *Indian Journal of Plant Protection*. 44 (1), 127–131.
- Andreu, V, G Mendoza, M Arruebo, and S Irusta. 2015. Smart dressings based on nanostructured fibers containing natural origin antimicrobial, antiinflammatory, and regenerative compounds. *Materials*. 8 (8): 5154–93.
- Asare-Bediako, E, A Addo-Quaye, and A Bi-Kusi. 2014. Comparative efficacy of phytopesticides in the management of *Podagrica* spp. and mosaic disease on okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *American Journal of Experimental Agriculture*. 4(8): 879-889.
- Bonferoni, MC, S Rossi, AI Cornaglia, B Mannucci, P Grisoli, B Vigani, and F Saporito. 2017. Essential oil-loaded lipid nanoparticles for wound healing. *International Journal of Nanomedicine*. 13: 175–86.
- Chang, P, W McLaughlin, and S Tolin. 2011. Tissue blot immunoassay and direct RT-PCR of cucumoviruses and potyviruses from the same NitroPure nitrocellulose membrane. *J. Virological Methods*. 171: 345–351.
- Donsi, F, and G Ferrari. 2016. Essential oil nanoemulsions as antimicrobial agents in food. *Journal of Biotechnology*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2016.07.005>.
- Harni, R, E Taufik, dan W Amaria. 2014. Pengaruh formula fungsida nabati minyak cengkeh dan serai wangi terhadap penyakit busuk buah kakao. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*. 1(1):41-48.
- Helgeson, E Matthew 2016. *Colloidal Behavior of Nanoemulsions: Interactions, Structure, and Rheology*. Current Opinion in Colloid and Interface Science. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2016.06.006>.
- Mariana, M, dan R Noveriza. 2013. Potensi minyak atsiri untuk mengendalikan Potyvirus pada tanaman nilam. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 9 (1): 53–58.
- Meneses, R. 2009. Inhibitory effect of essential oils obtained from plants grown in Colombia on yellow fever virus replication in vitro. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*. 8 (9): 1–8.
- Noveriza R, TL Mardiningsih, Miftakhurohmah, and M Mariana. 2016. Antiviral effect of clove oil combined with citronella oil to control mosaic disease and its vector on patchouli plant. *In: Djiwanti SR et al. (eds.) Innovation on Biotic and Abiotic Stress Management to Maintain Productivity of Spice Crops in Indonesia*. IAARD Press, pp. 91-96.
- Noveriza, R, M Mariana, dan S Yuliani. 2017. Keefektifan formula nanoemulsi minyak serai wangi terhadap potyvirus penyebab penyakit mosaik pada tanaman nilam. *Buletin Tanaman Rempah dan Obat*. 28 (1): 47–56.
- Noveriza, R. 2019. Effect of citronella nano biopesticide against mosaic virus and its vector on patchouli. *Buletin Tanaman Rempah dan Obat*. 30(2): 59–68.
- Strange, A. 2008. *Intoduction to Plant Pathology*. John Wiley and Sons Ltd. New York
- Unterstenhofer, G. 1963. The basic principles of crops protection field trials. *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer*. 16: 81–164.
- Venkatesan S, R Radjacommare, S Nakkeeran, and A Chandrasekaran. 2012. Effect of biocontrol agent, plant extracts and safe chemical in suppression of Mungbean yellow mosaic virus (MYMV) in black gram (*Vigna mungo*). *Arch. Phytopathol. And Plant Protect*. 43(1): 59-72. [10.1080/03235400701652508](https://doi.org/10.1080/03235400701652508).
- Wan, g C and Y Fan. 2014. Eugenol enhance the resistance of tomato against *Tomato yellow leaf curl virus*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*: 1-4.

Pengelolaan Hama dan Musuh Alami Tanaman Kopi Arabika dengan Pendekatan Lanskap

Siska Rasiska^{1*}, Parikesit², Sudarjat³ dan Budhi Gunawan²

¹Mahasiswa Program Doktor Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Padjadjaran

²Pusat Ilmu Lingkungan dan Keberlanjutan, Universitas Padjadjaran

³Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

*Alamat korespondensi: s.rasiska@unpad.ac.id

ABSTRACT

Management of pests and natural enemies for Arabica coffee with a landscape approach

Arabica coffee (*Coffea arabica*) is the most important crop for Indonesian economy. The productivity of coffee tends to decrease, it causes attacking of pest. Pesticide is the chemical approach of pest management has still dominant uses by farmer, it cause negative impact on environmental and human quality. Arabica coffee varieties is typical grown an steep sloping lands, so there a great danger of run off on environmentally damaging chemicals in to various river system. Biological approach is the effective way of pest management of coffee crops. However, implementation of biological monitoring such as pest and natural enemies often differs at local and landscape scale. This paper aims to 1) studying the differences biodiversity pest and natural enemies of coffee crop at landscape scale; and 2) determine methods to use conservation natural enemies at landscape scale. The use method is literature tracing from various relevant source. Result shows twentyfifth literature found and related with the pest and natural enemies management at landscape scales. The concluded is the diversity of pest and natural enemies at landscape scale more higher than local scale, and heterogeneity and complexity of lanscape affect on diversity of natural enemies. Habitat, conservation and collective management at landscape scale is the effective approach for coffee pest management strategy.

Keywords: pest management, biological control, natural enemies, landscape scale, diversity

ABSTRAK

Kopi arabika (*Coffea arabica*) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang telah berkontribusi terhadap perekonomian Indonesia. Produktivitas tanaman kopi cenderung mengalami penurunan, salah satu penyebabnya adalah serangan hama. Pestisida terbukti dapat menurunkan populasi hama. Akan tetapi, penggunaan pestisida pada agroekosistem kopi arabika yang cenderung berlereng di daerah dataran tinggi menyebabkan residu pestisida terbawa melalui aliran air menuju ke badan perairan. Salah satu cara pengendalian hama tanaman kopi yang dianggap paling baik untuk mengantisipasi efek negatif dari penggunaan pestisida endosulfan dan klorpirifos adalah dengan pengendalian biologis. Namun dalam implementasinya, pemantauan keragaman hama dan musuh alami tanaman kopi arabika seringkali berbeda pada skala lokal dan lanskap. Tulisan ini bertujuan untuk 1) mempelajari perbedaan keragaman hama dan musuh alami pada skala lanskap; 2) menentukan metode yang tepat digunakan untuk konservasi musuh alami pada skala lanskap. Metode yang digunakan adalah penelusuran literatur yang diperoleh dari berbagai sumber yang relevan dan memiliki reputasi baik. Dari penelusuran tersebut diperoleh 25 literatur yang terkait dengan pengelolaan hama dan musuh alami pada lanskap. Disimpulkan bahwa keragaman dan distribusi hama dan musuh alami yang lebih besar pada skala lanskap dibandingkan dengan skala lokal. Keragaman dan kompleksitas lanskap yang meningkat akan meningkatkan keragaman musuh alami. Pengelolaan habitat, konservasi dan partisipasi kolektif pada skala lanskap menjadi strategi pengelolaan hama kopi yang paling efektif.

Kata kunci: pengelolaan hama, musuh alami, pengendalian biologis, skala lanskap, keragaman

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas yang penting di negara-negara tropis, termasuk Indonesia. Secara ekonomi, kopi menghasilkan Produk

Domestik Bruto hingga 10% dari tanaman perkebunan. PDB tersebut berasal dari devisa negara yang diperoleh dari kegiatan ekspor (Ditjenbun, 2017). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2018), Volume ekspor kopi Indonesia ke berbagai

negara di Asia, Eropa, Amerika pada periode 2000-2017 terus mengalami peningkatan dengan rata-rata 369.551,93 ton/tahun, dan telah menghasilkan devisa yang cukup besar bagi negara Indonesia dengan rata-rata 381,3 ribu US\$. Bahkan, volume ekspor mengalami pertumbuhan sebesar 4,39 persen pertahun (Syakir dan Surmaini, 2017). Permintaan kopi yang terus meningkat ini dikarenakan kopi Indonesia memiliki keunikan (*specialty*), baik dari segi rasa (*taste*), keharuman (*flavour*), dan kadar keasaman yang rendah.

Idealnya, semakin meningkatnya permintaan produk kopi Indonesia harus dimbangi dengan tingkat produktivitas kopi yang tinggi pula. Berdasarkan pengelolannya, Perkebunan Kopi Rakyat memiliki luas lahan yang terbesar yaitu sekira 96%, dibandingkan dengan Perkebunan Negara dan perkebunan swasta (BPS, 2018). Kenyataannya, produktivitas kopi dan luas lahan kopi semakin menurun (Ditjenbun, 2017). Penurunan produksi kopi di Indonesia sekira 1% hingga 2% setiap tahunnya (Kementan, 2015). Hasil identifikasi menunjukkan bahwa penurunan produktivitas kopi disebabkan oleh berkurangnya luas lahan tanaman kopi, adanya serangan hama dan penyakit tumbuhan, serta perubahan iklim (Syakir dan Surmaini, 2017).

Di Indonesia, terdapat dua varietas kopi yang paling banyak ditanam, yaitu kopi robusta dan arabika. Kopi robusta mendominasi produksi kopi yaitu sebesar 75,4% dibandingkan dengan kopi arabika yaitu sebesar 24,5% (Syakir dan Surmaini, 2017). Akan tetapi, permintaan dan produksi kopi arabika sangat tinggi, yaitu 70% dibandingkan dengan kopi robusta yaitu sebesar 30% (Heed et al., 2018). Kopi arabika merupakan tanaman yang cocok ditanam di dataran tinggi, dengan topografi yang berlereng. Dengan ketinggian tempat tersebut, tanaman kopi arabika sangat sensitif terhadap iklim dan juga serangan hama.

Beberapa serangga hama tanaman kopi yang telah ditemukan dan terbukti telah menyebabkan kerusakan pada tanaman kopi adalah Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr.), Penggerek Batang Merah (*Zeuzera coffeae*), Penggerek Cabang dan Ranting (*Xylosandrus compactus*), Kutu Hijau (*Coccus viridis*), *Sanurus indecora* (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2015), Penggerek Daun Kopi (*Leucoptera coffeella*), kutu hijau (*Planococcus citri*), *Pseudococcus jongsipinus*, *Plagiohammus macuosos*, *P. mexicanus*, *P. spinipensis*, *Oligonychus coffeae*. Bahkan Perfecto et al. (2003) menyatakan bahwa sekira 200 spesies

herbivor berada di agroekosistem kopi dan menjadikan tanaman kopi sebagai makanannya. Menurut Barrera (2008), terdapat sekitar 850 jenis serangga yang hidup di pertanaman kopi dan 23,5% diantaranya menjadi hama di daerah tropis dan sub tropis. Semua bagian dari tanaman kopi dapat diserang dan dirusak oleh serangga sejak pembibitan hingga pertanaman.

Pada hakikatnya, pengendalian hama pada tanaman kopi bertujuan untuk menekan perkembangan populasi hama agar tidak merugikan secara ekonomis dan meningkatkan ketahanan tanaman. Komponen pengendalian hama tanaman kopi, diantaranya adalah penggunaan varietas tahan, kultur teknis, biologi, pestisida sintetis dan nabati (BPTP, 2015). Implementasinya, pengendalian hama dengan menggunakan pestisida masih menjadi pilihan utama, karena beberapa kelebihan yang dimiliki oleh pestisida, seperti mudah penggunaannya, cepat efeknya, mudah diperoleh. Walaupun dari segi ekonomi seringkali memerlukan biaya yang tidak sedikit. Selain itu, penggunaan pestisida yang tidak tepat juga dapat menimbulkan efek negatif bagi lingkungan dan gangguan pada kesehatan manusia. Varietas kopi arabika sesuai untuk di tanam di daerah dataran tinggi yang memiliki kecenderungan berlereng. Apabila pengendalian hama secara kimiawi diterapkan pada kondisi tersebut, maka residu pestisida dapat terbawa melalui aliran air hingga menuju pada badan perairan (Robinson et al., 2002).

Pengendalian Hama secara Terpadu (PHT) adalah konsep pengelolaan hama dengan menggunakan berbagai taktik (*multiple tactics*) meliputi monitoring dan ambang aksi (*acting threshold*) yang dilakukan untuk mempertahankan populasi hama dibawah tingkat kerusakan. PHT terfokus terhadap hama, akan tetapi prakteknya meliputi pengelolaan nutrisi agar kesehatan tanaman optimal. Pendekatan PHT digunakan dalam berbagai upaya untuk mencegah (*preventive*), menghindari (*avoid*), mengawasi (*monitoring*) dan atau menekan (*suppress*) semua tipe serangga hama, penyakit tanaman, gulma, nematoda, hama vertebrata dari tanaman pangan dan papan secara terstruktur. PHT menawarkan berbagai komponen teknologi yang dapat diterapkan dan yang utama adalah monitoring, diikuti dengan kultur teknis, fisik, inang resisten, biologis, RNAi, botanis dan insektisida. Kombinasi teknologi pengelolaan hama tersebut harus memenuhi berbagai indikator, seperti kompatibilitas,

aplikabilitas, availabilitas, keamanan, sustainabilitas, afordabilitas dan ekonomis (Edosa et al., 2018).

Dalam monitoring, petani diharapkan mampu mengidentifikasi hama yang menyerang tanaman kopi melalui keragaman dan kelimpahan serangga di agroekosistem, gejala kerusakan tanaman dan tingkat atau intensitas kerusakan tanaman. Dengan demikian, dapat ditentukan teknologi yang tepat sasaran. Dalam implementasinya, petani kesulitan untuk menerapkan PHT terutama pada tanaman perkebunan yang bersifat tahunan, karena ada beberapa kendala, seperti: (1) siklus perkembangan tanaman kopi yang relative panjang, dan multifungsi yang disediakan oleh hutan akan memengaruhi keputusan dalam menerapkan strategi proteksi; (2) ledakan hama tanaman kopi pada umumnya menyerang dapat mencapai puluhan bahkan ratusan hektar, sehingga metode proteksi yang diterapkan tidak tepat waktu, ledakan hama hanya dapat dikendalikan dengan melihat karakteristik epidemic pada jutaan hektar dari hutan, dan terjadi secara regular (Tracey *et al.*, 2014). PHT pada tanaman tahunan seperti kopi masih terus dikembangkan dan salah satunya pada hama PBKo diantaranya secara kultur teknis, biologis, kimiawi dan sanitasi pada saat pascapanen (Baker *et al.*, 2019).

Pengendalian biologis atau biokontrol adalah pengelolaan hama berbasis ekologis yang menggunakan musuh alami untuk mengendalikan hama (Hoddle and Van Driesche, 2009) setelah adanya larangan penggunaan pestisida sintetik seperti endosulfan dan klorpirifos yang telah menimbulkan efek negative terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, seperti resistensi dan resurgensi hama (Monzon et al., 2008). Tujuan dari pengendalian secara biologis ini adalah untuk meminimalkan kehilangan hasil tanaman akibat dari aktivitas hama dan mengurangi dampak dari pengelolaan hama secara kimiawi (Baker et al., 2020).

Teknologi biocontrol dianggap aman, ramah lingkungan, dan telah berhasil mengendalikan hama tanaman kopi (Escobar-Ramirez et al., 2019; Garcia L Jimenez et al., 2019) dengan pendekatan biologis (Altieri dan Nichols, 2004) sehingga upaya konservasi biodiversitas masih terus dikembangkan. Namun dalam implementasinya, teknologi biokontrol ini masih belum dijadikan portofolio di dalam program pengelolaan hama atau perlindungan tanaman (*crop protection*), sehingga perlu dilakukan adopsi inovasi yang tepat (Baker et al, 2020). Salah satu inovasi yang dapat digunakan untuk monitoring keragaman hama

dan musuh alami dalam upaya pengelolaan hama adalah dengan menggunakan pendekatan lanskap.

Namun di Indonesia, kajian mengenai pengelolaan hama pada tanaman kopi dengan pendekatan lanskap belum dilakukan. Dengan demikian, tulisan ini bertujuan untuk: 1) mempelajari keragaman hama dan musuh alami pada skala lanskap; dan 2) metode yang dapat digunakan untuk konservasi musuh alami pada skala lanskap. Dengan demikian diharapkan diperoleh cara pengelolaan hama dan musuh alami tanaman kopi yang paling efektif.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan di dalam tulisan ini adalah penelusuran literatur yang berasal dari berbagai sumber, buku maupun jurnal yang relevan dengan topik kajian. Penelusuran dilakukan dengan cara mencari literatur yang terkait dengan topik kajian berdasarkan kata kunci "Coffee pest management" dan "lanscape", "coffee insect biodiversity" atau "biodiversity" dan "landscape", serta "Coffee pest and natural enemies". Mesin pencarian yang digunakan adalah sciencedirect dan google scholar. Setelah diperoleh berbagai buku dan jurnal, maka dilakukan eksklusi berdasarkan kriteria. Setelah itu disusunlah literatur tersebut untuk digunakan sebagai literatur utama dalam kajian. Sebelum digunakan, dilakukan eksklusi berdasarkan pada tema yang sesuai. Sebelum diputuskan untuk menggunakan literatur tersebut, eksklusi dilakukan berdasarkan pada parameter yang digunakan dalam literatur, sehingga diperoleh 3 buku dan 25 jurnal untuk mengaji pengelolaan hama tanaman kopi dengan pendekatan lanskap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman Hama dan Musuh Alami Tanaman Kopi dengan Pendekatan Lanskap

Secara konsep, lanskap memiliki struktur (ukuran, bentuk, komposisi, jumlah dan posisi tambalan), fungsi dan proses ekologis (Molles, 2008). Struktur lanskap memengaruhi proses seperti daur energy, daur materi dan spesies pada lanskap. Selain itu, struktur lanskap juga dapat memengaruhi dispersal organisme, kepunahan populasi lokal, dan perubahan pada tanah, air dan sungai.

Lanskap dapat meningkatkan kebutuhan akan multifungsionalitas pertanian untuk produksi

pangan, meningkatkan kualitas mata pencaharian penduduk di perdesaan, serta ekosistem konservasi. Menurut Molles (2008), tujuan lanskap di dalam pertanian, yaitu: (1) struktur ekologis yang berfungsi melestarikan lingkungan dengan cara mengelompokkan menurut sifat-sifat dan pengaruhnya terhadap lingkungan; dan (2) mencari hubungan antara bentuk dan struktur terhadap kualitas lingkungan. Carmona *et al.* (2014), mengidentifikasi empat domain yang terkait dengan multifungsionalitas lanskap di dalam pertanian, yaitu produksi pertanian (*production area*), ekosistem konservasi (*natural area*), matapencaharian penduduk (*living area*), dan perencanaan institusi dan koordinasi.

Manusia menyebabkan terjadinya fragmentasi pada lanskap dan dapat berpengaruh terhadap pergerakan hewan. Hewan akan mudah bergerak pada lanskap yang terfragmentasi menjadi habitat kecil. Hewan akan tinggal lebih lama di tempat yang lebih terisolasi dalam lanskap yang terfragmentasi, tetapi konsekuensinya, proporsi binatang yang bergerak akan berkurang dengan adanya fragmentasi habitat. Kajian lain menunjukkan, beberapa hewan akan tinggal di lanskap yang kecil dan bergerak pada area yang medium atau lebih besar. Selain itu, pergerakan hewan akan berkurang pada habitat yang terfragmentasi.

Heterogeneitas spasial adalah konsep utama dari ekologi lanskap, yang berarti keragaman dari unsur-unsur lanskap dan kompleksitas dari susunan spasialnya, tetapi juga variabilitas struktur spasial yang terkait dengan ekologi. Pola-pola ekologi yang mengontrolnya adalah ketersediaan habitat atau proses-proses seperti pergerakan individu. Heterogeneitas sangat penting peranannya di dalam distribusi dan keberadaan populasi dan komunitasnya.

Area suatu habitat dipengaruhi oleh ukuran dan kerapatan populasi. Ukuran populasi total akan meningkat pada area yang meningkat pula, akan tetapi kerapatan populasi akan berkurang pada area *patches* yang lebih besar. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pola pada struktur lanskap akan memengaruhi distribusi dan kelimpahan. Struktur lanskap juga dapat memengaruhi persistensi dari populasi local. Suatu kajian menunjukkan bahwa terjadi tiga kepunahan pada populasi local dan lima kolonisasi pada habitat yang baru. Kepunahan dan kolonisasi terjadi pada habitat yang kecil dengan populasi yang kecil. Pergerakan organisme dan karakteristik populasi local secara signifikan

dipengaruhi oleh struktur lanskap. Struktur lanskap juga dapat memengaruhi karakteristik fisik dan kimia dari ekosistem. Lanskap terstruktur dan berubah sebagai respon dari proses geologi, iklim dan aktivitas organisme juga kebakaran.

Di dalam lanskap pertanian, tujuan utama yang harus diperhatikan adalah konservasi sumberdaya karena pertanian menjadi penyebab utama dari hilangnya keragaman hayati. Akan tetapi, terdapat pandangan dikhotomi dalam lanskap pertanian, yaitu habitat semi natural versus habitat tanaman yang masih dominan. Pada lanskap pertanian yang habitatnya didominasi oleh tanaman, maka akan terjadi penyeragaman jenis tanaman yang berarti terkikisnya keragaman hayati, akan tetapi pada habitat yang seminatural seperti *system agroforestry*, maka keragaman hayati masih dapat dipertahakan keragamannya.

Keragaman hama dan musuh alami secara spasial (local-lanskap) memiliki perbedaan. Musuh alami akan lebih berlimpah dalam skala lanskap dibandingkan dengan skala lokal dan tambalan habitat (*habitat patches*). Kelimpahan musuh alami juga dipengaruhi oleh konektivitas habitat tanaman dengan habitat lainnya. Konfigurasi spasial akan berdampak terhadap tekanan hama, akan tetapi prosesnya sangat tergantung pada sifat organisme dan konektivitas spasial sebagai tempat *arthropoda* tersebar dan dasar dari struktur lanskap. Konfigurasi lanskap dapat memengaruhi tekanan hama melalui jalur multiple efek tidak langsung. Musuh alami akan lebih berlimpah pada lanskap pertanian yang sesuai dibandingkan dengan tambalan yang lebih kecil.

Semut merupakan salah satu predator yang paling sering ditemui di perkebunan kopi. Semut ditemukan pada berbagai tempat di perkebunan kopi, seperti pada serasah daun, tanah, dan kanopi tanaman kopi. Di agroekosistem kopi, semut memegang peranan sebagai predator bagi beberapa jenis serangga herbivor, dan seringkali menjadi populasi yang dominan. Di hutan hujan Amazon, semut menjadi bagian terbesar dari biomassa binatang. Hadirnya semut juga berkaitan dengan adanya nektar (madu) pada bunga kopi. Apabila diperbandingkan dengan taxa lainnya, semut memiliki keragaman yang paling besar di agroekosistem tropis. Beberapa jenis semut yang berperan sebagai predator yang dapat mengendalikan beberapa jenis hama kopi adalah *Ectatomma ruidun* dan *E. tuberculatum*. Di Kolombia, ditemukan pula beberapa jenis semut yang menjadi predator bagi penggerek buah kopi. Akan tetapi, keberadaan berbagai jenis hewan atau

keanekaragaman hayati tersebut sangat dipengaruhi oleh pengelolaan tanaman penanang dan kopi.

Kajian mengenai musuh alami untuk hama tanaman kopi hingga saat ini masih terus dikembangkan, diantaranya semut dan burung. Bahkan di wilayah lain pun telah ditemukan pula musuh alami pada hama tanaman kopi yang ditemukan, diantaranya thrips, anoles dan Coleoptera (Jaramillo et al., 2010). Keanekaragaman serangga herbivor menunjukkan adanya kompleksitas struktur yang didukung oleh kerapatan yang tinggi dan keragaman dari predator dan parasitoid yang dapat mengendalikan sejumlah serangga hama (Jaramillo et al., 2014). Makhluk hidup lainnya yang termasuk ke dalam predator diantaranya adalah burung, semut dan laba-laba yang dapat mencegah ledakan serangga hama. Biokontrol pada hama tanaman kopi dengan pendekatan klasik memiliki beberapa kendala karena resiko dari pelepasan musuh alami eksotik, seperti predator, parasitoid dan herbivor dari spesies non target yang berkompetisi dengan spesies natif. Selain itu, pada implementasinya dibutuhkan biaya yang lebih banyak karena perlu dilakukan perbanyakan masal dan pelepasan secara massif serta harga biopestisida yang mahal, sehingga tidak sesuai untuk petani yang berpendapatan rendah.

Pengelolaan Hama Tanaman Kopi dengan Pendekatan Skala Lanskap

Keberhasilan dari proses biocontrol di agroekosistem kopi, sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitarnya. Biokontrol terhadap PBKo dipengaruhi oleh pengelolaan tanaman pada tingkatan lahan dan oleh struktur lanskap yang berada di sekeliling agroekosistem kopi (Karp et al., 2013). Selain itu, tanaman kopi yang berpenanang dapat meningkatkan keberhasilan dalam pelaksanaan biocontrol dengan menggunakan *B. bassiana* (Aristizábal et al., 2016), meningkatkan laju predasi oleh semut (Armbrecht et al., 2007) dan meningkatkan keragaman dan kelimpahan musuh alami dari PBKo lainnya, seperti semut dan burung (Philpott et al., 2008). Komposisi, konfigurasi dan konektivitas lanskap pun dapat berpengaruh terhadap proses biocontrol di agroekosistem kopi. Struktur lanskap dapat memengaruhi keefektifan biocontrol dalam pengelolaan habitat lokal. (Tschardt et al., 2007). Akan tetapi, belum banyak penelitian mengenai efek lanskap terhadap keefektifan proses biocontrol pada tanaman kopi.

Strategi pengelolaan hama pada skala lanskap dapat dilakukan dengan meningkatkan struktur dan

materi lanskap, mengelola kompleksitas habitat atau lanskap, mengoptimalkan fungsi spesies lokal (*native species*), dan mengurangi dampak spesies invasive terhadap spesies target (Altieri, 2014). Akan tetapi, efek lanskap dengan berbagai kompleksitas habitat dapat memengaruhi biodiversitas serangga arthropoda dalam peranannya sebagai pengatur populasi hama di suatu lanskap pertanian.

Secara ekologis, biodiversitas memiliki layanan sebagai pengendali populasi hama. Proses yang terjadi dapat melalui musuh alami yang disebut sebagai pengendalian biologis secara *top-down*, atau melalui sumberdaya dan ketersediannya berupa komposisi dan struktur lanskap yang disebut sebagai pengendalian secara *bottom up*. Beberapa sumberdaya juga digunakan oleh musuh alami untuk mencari inang alternatif ataupun makanan. Pendekatan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pengelolaan hama tanaman termasuk didalamnya rekonsiliasi: (1) aksi pengelolaan lingkungan melalui praktek pengelolaan ramah biodiversitas dan inovasi teknik; dan (2) aksi dalam lanskap yang dapat merangsang proses ekologis yang terkait dengan regulasi hama (seperti pengelolaan habitat) (Brevault et al., 2019). Pengelolaan hama yang berbasis pada agroekologis menjadi suatu keharusan dengan pertimbangan mampu menjembatani keahlian agronomis, ekologis dan social. Pengaturan ekologis menjadi pengetahuan utama untuk memahami populasi hama, interaksinya dengan sumberdaya tropic, dan musuh alaminya dalam agroekosistem, dan incorporasi dari habitat lanskap yang berkultivasi dan non kultivasi. Ketiganya menjadi kerangka kerja di dalam menganalisis proses ekologis. Manfaat proses regulasi diperoleh dari persepsi petani local dengan pendekatan partisipasi untuk pengelolaan kolektif dari sumberdaya dan proses inovasi (Brevault et al., 2019).

Distribusi hama dan musuh alami serta interaksi tropiknya dipengaruhi oleh system pengelolaan local dan struktur lanskap (Schmidt et al., 2019). Musuh alami memiliki respon yang sangat kuat dengan kompleksitas lanskap (Kramer et al., 2011). Akan tetapi, daya respon musuh alami terhadap kompleksitas lanskap sangat tergantung pada sifat dari musuh alami. Musuh alami yang bersifat umum memiliki respon yang positif terhadap kompleksitas lanskap pada berbagai skala, sedangkan musuh alami yang bersifat khusus memiliki respon yang lebih kuat pada kompleksitas lanskap dalam skala yang lebih kecil. Musuh alami yang bersifat

umum akan merespon habitat yang alami pada skala spasial dibandingkan dengan musuh alami yang bersifat khusus. Dengan demikian strategi pengelolaan habitat untuk meningkatkan control hama secara alami sangat tergantung pada musuh alami dominan yang memiliki sifat umum atau khusus.

Cara untuk memanipulasi kerapatan, struktur atau komposisi spesies dari hutan dapat mereduksi kerusakan akibat hama dan penyakit (Spies et al., 2010). Cara untuk mengantisipasi kerusakan tanaman hutan oleh hama serangga dan pathogen adalah: (1) mengurangi kepadatan spesies tanaman yang rentan terhadap hama dan penyakit; dan (2) menggunakan pestisida atau control biologis untuk mengelola populasi hama pada daerah hutan yang terinfestasi berat. Cara lain yang dapat dilakukan untuk mengurangi kerusakan tanaman akibat serangan hama dan penyakit adalah dengan memanfaatkan peranan vertebrata yang memakan serangga hama. Upaya ini termasuk pada control biologis yang dapat mengurangi penggunaan pestisida yang seringkali menyebabkan kerusakan lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia, secara budaya juga melakukan konservasi terhadap hewan liar, dan respon terhadap ketertarikan konsumen terhadap produksi pangan. Selain keuntungan ekologis, penggunaan vertebrata sebagai pengontrol hama juga memberikan keuntungan ekonomi bagi produser pangan. Salah satu vertebrata yang dapat digunakan untuk mengendalikan serangga hama di perkebunan kopi adalah burung. Disisi lain, respon positif musuh alami terhadap kompleksitas lanskap berbeda dengan kelimpahan hama. Hanya sedikit kajian mengenai efek musuh alami pada skala lanskap terhadap populasi hama karena keterbatasan untuk memahami efek lanskap terhadap pengendalian hama. Musuh alami akan lebih menyebar dan berlimpah pada lanskap yang kompleks yang mengandung sejumlah besar habitat yang alami, sehingga dapat meningkatkan proses pengendalian hama pada skala lanskap (Kremer and Kramer, 2007; Haan et al., 2019). Struktur lanskap dapat memengaruhi tekanan hama di suatu agroekosistem, sehingga dapat dihasilkan lanskap pertanian yang berkelanjutan (Haan, et al., 2019). Konfigurasi spasial (*spasial configuration*) termasuk di dalamnya komposisi spasial (*spasial composition*) sangat memengaruhi populasi hama dan musuh alami.

Heterogeneitas matrix pertanian sangat berpotensi terhadap pengelolaan populasi karena pengelolaan spesies berasosiasi dengan elemen semi

natural (Vasseur et al., 2013). Untuk itu, diperlukan segregasi antara lahan untuk produksi dan lahan untuk konservasi. Pendekatan fungsional diperlukan untuk menilai heterogeneitas lanskap pertanian sebagai mozaik dari tambalan habitat (*patches habitat*) yang sesuai bagi keragaman vegetasi dan tutupannya dalam matrix pertanian (*agricultural matrix*).

Struktur komunitas tanaman kopi pada system agroforestry/*shade coffee system* (yang cenderung diabaikan pemeliharannya) akan meningkatkan biodiversitas hama dan musuh alami tanaman kopi dibandingkan dengan struktur komunitas tanaman kopi pada system konvensional atau monokultur/*unshade coffee system* maupun organik, dalam kondisi suhu dan hujan yang sesuai bagi tanaman kopi dan akan berubah apabila suhu meningkat dan variabilitas curah hujan yang tinggi. Hama dan musuh alami akan berkurang atau meningkat jumlahnya karena adanya konektivitas dengan habitat yang lain. Konfigurasi spasial dapat digunakan untuk memahami sebaran dari serangga arthropoda dan secara tidak langsung dapat diketahui pula mekanisme jaringan multitropik. Meningkatnya heterogeneitas lanskap dari suatu agroekosistem dapat meningkatkan populasi musuh alami dan memajukan control biologis. Keragaman lanskap berefek positif terhadap keragaman dan kelimpahan musuh alami. Konfigurasi lanskap berupa ukuran tambalan habitat (*habitat patches*) dan konektivitasnya berefek positif terhadap keragaman dan kelimpahan spesies musuh alami. Kelimpahan musuh alami merupakan respon dari kelimpahan hama.

Lanskap pertanian dapat dirancang dan dikelola menjadi inang bagi biodiversitas liar berbagai tipe, yang dapat berefek netral ataupun positif bagi produktivitas pertanian dan kehidupan matapencaharian petani (Altieri, 1999). Dampak ekologis dari pertanian terhadap biodiversitas perlu dilakukan dari tingkat lapangan hingga global pada skala spasial yang berbeda dapat dirancang suatu daerah perlindungan biodiversitas (*biodiversity protection area*) yang mengedepankan konservasi lokal (Pelosi et al., 2010; Watson et al., 2014; Hoffmann et al., 2018). Kunci untuk merancang suatu lanskap pertanian adalah dengan memperhatikan daerah relative (*relative area*) dan konfigurasi spasial (*spatial configuration*) (Auffret et al., 2015).

SIMPULAN

Heterogenitas lanskap memengaruhi keragaman dan kelimpahan hama dan musuh alami tanaman kopi. Pengelolaan hama secara biologis pada skala lanskap dengan cara pengelolaan habitat, konservasi dan diversifikasi tanaman, serta partisipasi aktif dengan management kolektif dalam inovasi teknologi menjadi cara paling tepat untuk mengurangi kerusakan oleh hama dan mengurangi penggunaan pestisida.

DAFTAR PUSTAKA

- Altieri, MA. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystem. *Agriculture, Ecosystem and Environment*. 74: 19-31.
- Altieri, MA, and C Nicholls. 2004. *Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems*. The Haworth Press. New York.
- Armbrecht, I. and MC Gallego. 2007. Testing ant predation on the coffee berry borer in shaded and sun coffee plantation in Colombia. *Entomology Experiment Application* 124: 261-267.
- Avelino, J, A Romero-Guardan, H Cruz-Cuellar, and FAJ Declerck. 2012. Landscape context and scale differentially impact coffee leaf rust, coffee berry borer, and coffee root-knot nematodes. *Ecology Application* 22: 584-596.
- Aviron, S, S Poggi, Y-D Varennes, A Lefevre. 2016. Local landscape heterogeneity affects crop colonization by natural enemies of pests in protected horticultural cropping systems. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 227:1-10.
- Baker, BP, TA Green, and AJ Loker. 2020. Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems. *Biological Control*. 140:104095. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104095>.
- Bammarco, R, D Kleijn, and SG Potts. 2013. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trend Ecology Evolution*. 28: 230-238.
- Barrera, JF. 2008. Coffee Pest And Their Management. *In: Capinera JL Editor. Encyclopedia of Entomology*. 2nd ed. Springer. Pp 961-998.
- Brevault, T, and P Clouvel. 2019. Pest Management: Reconciling Farming Practices and Natural Regulation. *Crop Protection*. 115: 1-6.
- Campbell, BM, P Thronton, R Zougmore, PV Asten, and L Lipper. 2014. Sustainable intensification: what is its role on climate smart agriculture?. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 8: 39-43.
- Garcia, José Luis Sánchez, Juan María Díez Sanz. 2018. Climate change, ethics and sustainability: an innovative approach. *Journal of Innovation & Knowledge*. 3: 70-75
- Haan, NL, Y Zhang, and DA Landis. 2019. Predicting landscape configuration effects on agricultural pest suppression. *Trends in ecology and evolution*. <http://doi.org/10.1016/j.tree.2019.10.003>.
- Harmon, JP, EE Hladilek, JL Hinton, TJ Shodola, and DA Andow. 2003. Herbivore Response to Vegetational Diversity: Spatial Interaction of Resources and Natural Enemies. *Population Ecology*. 45:75-81.
- Vignola, Camila I Donatti, Sergio Vilchez Mendoza. 2017. The Use of Ecosystem Based Adaptation Practices by Smallholder Farmers in Central America. *Agriculture, Ecosystem and Environment*. 246: 279-290.
- Hasnah, A Rusdy, MS, and S Auliani. 2019. The diversity of arthropod at the Arabica coffee plantation in Atang Jungket Village, Aceh Tengah District, Indonesia. *Internasional Journal of Engineering Research and Advanced Technology (IJERAT)*. 5(2). doi: 10.31695/IJERAT.2019.3372.
- Heeb, L, E Jenner, and MJW Cock. 2019. Climate smart pest management: building resilience of farms and landscape to changing pest threat. *Journal of Pest Science*. doi:10.1007/s10340-019-01083-y.
- Hoffman, H, S Schomers, C Meyer, K Sander, V Hickey, and A Feuerbacher. 2019. Agriculture and Ecosystem Services. *Encyclopedia of Food Security and Sustainability* 3. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22202-6>.
- Iverson, AL, DJ Gonthier, D Pak, KK Ennis, RJ Burnham, I Perfecto, MR Rodrigues, and JH Vandermeer. 2019. A multifunctional approach for achieving simultaneous biodiversity conservation and farmer livelihood in coffee agroecosystems. *Biological Conservation* 238. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.07.024>.
- Jaramillo, J, Muchugu E, Vega FE, Davis A, Borgemeister C. 2011. Some like it hot: the influence and implications of climate change on coffee cerry borer and coffee production in East Africa. *Plos one* 6:e24528.

- Jezeer, Rosalien E, Maria J Santos, Pita A Verweij, Rene G A Boot, Yann Clough. 2019. Benefits for Multiple Ecosystem Services in Peruvian Coffee Agroforestry System Without Reducing Yield. *Ecosystem Services* 40. <http://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.101033>.
- Jezeer, Rosaline E., Pita A Verweij, Rene GA Boot, Martin Junginger, Maria J Santos. 2019. Influence of livelihood assets, experienced shocks and perceived risks on smallholder coffee farming practices in Peru. *Journal of Environment Management* 242: 496-506. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.101>.
- Jimenez-Garcia, L, YG Garcia-Martinez, V Marco Mancebon, I Perez Moreno, D Jimenez-Garcia. 2019. Biodiversity Analysis of Natural Arthropoda Enemies in Vineyard Agroecosystems in La Rioja, Spain. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 22: 308-315. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2019.01.008>.
- Karp, DS., Chaplin Kramer, R Meehan TD, Martin EA, Del Clerde F. Grab H....Martinez Salinas A. 2018. Crop Pests And Predators Exhibit Inconsistent Responses to Surrounding Landscape Composition. *Proceeding of the National Academic of Science of the United State of America* 115: E7863-E7870. [doi:10.1073/pnas.1800042115](https://doi.org/10.1073/pnas.1800042115).
- Martin, EA., Bumsuk Seo, Chan Ryul Park, Bjorn Reineking, Ingolf Steffan Dewenter. 2016. Scale-Dependent Effects of Landscape Composition and Configuration On Natural Enemy Diversity, Crop Herbivory And Yield. *Ecological Application* 26:448-462.
- Medeiros, Hugo Reis, Felipe Martello, Eduardo AB Almeida, Ximo Mengual, Karen A Harper, Yuri Campanholo Grandinete, Jean Paul Metzger, Ciro Abbud Righi, Milton Cezar Ribeiro. 2019. Landscape structure shape the diversity of beneficial insects in coffee producing landscape. *Biological Conservation* 238:108193. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.07.038>.
- Molles, Manuel C. 2008. *Ecology: Concepts and Applications*. Fourth Edition. McGraw-Hill International Edition. Boston.
- Morton, JF. 2007. The Impact Of Climate Change On Smallholder And Subsistence Agriculture. *PNAS* 104.pp: 19680-19685.
- Perfecto, I, Vandermeer J . 2006. The Effect Of An Ant-Hemipteran Mutualism On The Coffee Berry Borer (*Hypothenemus hampei*) In Southern Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 117: 218– 221.
- Rojas, Liliana, Carolina Godoy, Paul Hanson, luko Hilje. 2001. A Survey of Homoptera Species (Auchenorrhyncha) from Coffee Shrub and Poro and Laurel Trees In Shade Coffee Plantation, In Turria Alba Costa Rica. *Rev.Biol.Trop.*49: 1057-1065.
- Schmidt, Jason M., Tseth Whitehouse, Kirk Green, Henrik Krehenwin-Kel., Rebecca Schmidt-Jeffris, Ashfaq A Sial. 2019. Local And Landscape Scale Heterogeneity Shape Spotted Wing Drosophila (*Drosophilla suzukii*) Activity And Natural Enemy Abundance: Implications For Trophic Interactions. *Agriculture Ecosystem and Environment* 272:86-94. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2018.11.014>.
- Syakir, M, dan E Surmaini. 2017. Perubahan iklim dalam konteks system produksi dan pengembangan kopi di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian* 36:77-90. [doi:10.21082/jp3.v36n.Z.2017p](https://doi.org/10.21082/jp3.v36n.Z.2017p).
- Teodoro, A, Klein AM, Tscharrntke T .2008. Environmentally Mediated Coffee Pest Densities In Relation to Agroforestry Management, Using Hierarchical Partitioning Analysis. *Agr Ecosyst Environ* 125: 120–126.
- Tscharrntke, Teja, Yann Clough, Shonil A. Bhagwat, Damayanti Buchori, Heiko Faust, Dietrich Hertel, Dirk Ho" lscher, Jana Juhbandt, Michael Kessler, Ivette Perfecto, Christoph Scherber, Go" tz Schroth, Edzo Veldkamp and Thomas C. Wanger. 2011. Multifunctional Shade-Tree Management In Tropical Agroforestry Landscapes – A Review.
- Tsvetkova, Olga and Timothy O Randhir. 2019. Spatial And Temporal Uncertainty In Climatic Impacts On Watershed System. *Science of The Total Environment* 687:618-633. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.141>
- Vasseur, C, A Joannon, S Aviron, F Burel, J-M Meynard, and J Boudry. 2013. The cropping systems mosaic: how does the hidden heterogeneity of agricultural landscape drive arthropod population?. *Agriculture Ecosystem and Environment* 166:3-14. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2012.08.013>.

Diversitas Jamur Endofit pada Cabai dan Kemampuannya dalam Mengendalikan Patogen Penyakit Cabai (*Capsicum frutescens* L.)

Sopialena¹, Surya Sila, Muhamad Ugianur, dan Ike Nur Hikmah

Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Jalan Pasir Balengkong
Kampus Gunung Kelua, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia.
Alamat korespondensi: Sopialena88@gmail.com

ABSTRACT

The diversity of endophytic fungi on chilli paper and its ability to control disease on chilli pepper (*Capsicum frutescens* L.)

Endophytes are the fungi that are located in plant tissue and affecting no negative impact towards its host. Endophytic fungi produce compounds which can boost the host plant's durability, and some of them can be biological agents that are able to control the plants' diseases. This study aims to identify the endophytic fungi on chili which can reduce pathogens to be developed that caused diseases on chili. The field study is aimed to take samples of chili's healthy part as used for endophytes' isolation and chili's diseased part as used for pathogen's isolation. The laboratory study was consisted of isolation, identification and antagonicity. The data were analyzed by using Completely Randomized Design (CRD) with 12 treatments and 5 repetitions. The results of the study showed that there were 4 kinds of endophytic fungi identified on chili plants that were located in Lempake Sub-District, North Samarinda, they were: *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus niger* dan *Rhizopus* sp., whereas the pathogen fungi found were *Fusarium* sp., *Colletotrichum capsici* dan *Cercospora* sp. In accordance with the study result, the endophytic fungi which worked as antagonistic fungi were *Trichoderma* sp., *Aspergillus niger* dan *Rhizopus* sp. because those fungi's antagonicity were more than 50%. The best endophyte to control the chili plant's pathogen was *Trichoderma* sp.

Keywords: *Endophytic fungi, Chilli, Chilli disease*

ABSTRAK

Jamur endofit adalah jamur yang terdapat pada jaringan tanaman yang tidak menyebabkan dampak negatif terhadap tanaman inang. Jamur endofit menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat meningkatkan ketahanan pada tanaman inang, dan beberapa jamur endofit mampu menjadi agensia hayati untuk mengendalikan penyakit pada tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis jamur endofit cabai yang mampu menekan perkembangan jamur patogen beberapa penyakit pada tanaman cabai. Kegiatan lapangan bertujuan untuk pengambilan sample bagian tanaman cabai yang sehat sebagai bahan untuk isolasi jamur endofit, dan pengambilan bagian tanaman cabai sakit sebagai sample untuk isolasi jamur patogen. Kegiatan di Laboratorium meliputi isolasi, identifikasi dan uji daya antagonis. Data dianalisis dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 12 perlakuan dan 5 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur endofit yang teridentifikasi pada tanaman cabai rawit dari lokasi penelitian di Kelurahan Lempake, Samarinda Utara terdapat 4 jenis yaitu: *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus niger* dan *Rhizopus* sp., sedangkan jamur patogen yang ditemukan menyerang tanaman cabai rawit yaitu *Fusarium* sp., *Colletotrichum capsici* dan *Cercospora* sp. Hasil menunjukkan bahwa jamur endofit yang berperan sebagai jamur antagonis adalah *Trichoderma* sp., *Aspergillus niger* dan *Rhizopus* sp. Jamur endofit yang terbaik untuk mengendalikan patogen penyakit tanaman cabai adalah *Trichoderma* sp.

Kata kunci: *Jamur endofit, Cabai dan Penyakit Cabai*

PENDAHULUAN

Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) adalah tanaman hortikultura dari jenis sayuran yang memiliki bentuk buah kecil serta memiliki rasa yang pedas dan memiliki biji. Cabai jenis ini dibudidayakan oleh para petani karena banyak dibutuhkan masyarakat, tidak hanya dalam skala rumah tangga, tetapi juga digunakan dalam skala industri, dan diekspor ke luar negeri. Usaha budidaya cabai masih rawit menjadi salah satu sumber pendapatan utama bagi petani Indonesia meski lebih besar nilai ekonomi, namun cabai mengalami resiko tinggi kegagalan produksi.

Salah satu penyebab utamanya adalah serangan patogen yang dapat menyebabkan hilangnya produksi dan mengurangi kualitas produk tanaman cabai rawit (Alexopoulos & Mims, 1979). Penyakit tanaman cabai dapat disebabkan serangga, bakteri atau pun jamur yang sifatnya patogen terhadap tanaman cabai. Sopialena (2004) mengatakan bahwa penyebab penyakit yang menyerang tanaman cabai rawit juga disebabkan oleh virus.

Pestisida kimia sampai saat ini masih digunakan petani untuk melakukan pengendalian serangan penyakit dikarenakan cara ini yang paling mudah dan efektif, namun tidak semua petani mengelolanya dengan bijak. Menurut Soesanto, L (2013) banyak cara yang dilakukan untuk mengendalikan penyakit, namun pengendalian secara kimiawi cenderung lebih disukai oleh para petani di Indonesia karena lebih terlihat hasilnya. Dampak negatif yang terjadi selain menimbulkan resisten terhadap serangan penyakit penggunaan pestisida kimia juga menimbulkan permasalahan lain seperti residu dan pencemaran lingkungan terutama pencemaran air (Sila & Nurdiana, 2018).

Perlu dicari alternatif pengendalian yang aman dan ramah lingkungan, salah satunya dengan cara pemanfaatan jamur endofit sebagai salah satu perwujudan pengendalian secara hayati. Jamur endofit merupakan jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman pada periode tertentu tanpa membahayakan inangnya. Berdasarkan latar belakang diatas maka dilakukannya identifikasi jamur endofit pada bagian tanaman cabai rawit. Kemudian dilakukan pengujian kemampuan jamur endofit yang diperoleh dengan cendawan patogen penyebab penyakit pada tanaman cabai rawit untuk mengetahui kemampuan dari jamur endofit tersebut sebagai agens hayati.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober – Desember 2019. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Samarinda. Lokasi pengambilan sampel tanaman yaitu daerah Kelurahan Lempake, Kecamatan Samarinda Utara.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroskop, cawan petri, *erlenmeyer*, *cover glass*, *object glass*, jarum ose, gelas ukur, lampu bunsen, *autoclave*, entkas, plastik cling wrap, opti lap, kapas aluminium foil, tissue, alat tulis dan kamera. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanaman cabai sehat, sampel tanaman cabai sakit, kentang, sukrosa (gula), agar batang, alkohol 70%, aquades, *methilene blue*, *chloramphenicol*, spiritus.

Penelitian ini menggunakan terdiri dari 3 tahapan yaitu: Isolasi, Identifikasi(Menggunakan buku identifikasi) dan uji antagonis jamur endofit cabai rawit terhadap penyakit penting cabai rawit dengan menggunakan (RAL) terdiri dari 12 perlakuan dan 5 ulangan.

Aa: *Trichoderma* sp. vs *Fusarium* sp.

Ab: *Trichoderma* sp. vs *Colletotrichum capsici*

Ac: *Trichoderma* sp. vs *Cercospora* sp.

Ba: *Aspergillus niger* vs *Fusarium* sp.

Bb: *Aspergillus niger* vs *Colletotrichum capsici*

Bc: *Aspergillus niger* vs *Cercospora* sp.

Ca: *Rhizopus* sp. vs *Fusarium* sp.

Cb: *Rhizopus* sp. vs *Colletotrichum capsici*

Cc: *Rhizopus* sp. vs *Cercospora* sp.

Da: *Penicillium* sp. vs *Fusarium* sp.

Db: *Penicillium* sp. vs *Colletotrichum capsici*

Dc: *Penicillium* sp. vs *Cercospora* sp.

Isolasi Jamur Endofit dan Cendawan Patogen

Isolasi dilakukan dengan cara mengambil sample tanaman sehat dan mengambil sampel bagian dari tanaman yang menunjukkan gejala penyakit, diisolasi dan diinkubasi selama 5 hari.

Identifikasi Jamur Endofit dan Jamur Patogen

Identifikasi dilakukan dengan melihat ciri morfologi jamur dengan menggunakan *opti lab* dan mikroskop. Identifikasi dengan membandingkan hasil pengamatan dengan buku jamur Barnett & Hunter (1972) dan Watabae (2002).

Pemurnian Cendawan Patogen dan Antagonis

Pemurnian cendawan dilakukan dari hasil isolasi cendawan yang telah dilakukan sebelumnya. Setelah melakukan isolasi, pada media PDA akan tumbuh hifa-hifa dari cendawan tersebut, kemudian ambil bagian dari spora menggunakan jarum ose dan diletakkan kedalam cawan petri yang berisi media PDA yang baru. Cawan petri kemudian dibungkus dengan menggunakan plastik *cling wrap* agar tidak terjadi kontaminasi.

Uji antagonis Secara *in vitro*

Pengujian antagonis jamur endofit terhadap cendawan penyakit secara *in vitro* dilakukan dengan dua kultur (*dual cultur metode*). Percobaan di laboratorium dilakukan pengujian daya hambat dengan menumbuhkan secara berpasangan pada media PDA dalam cawan petri. Tahap pertama yang dilakukan dalam pengujian adalah meletakkan masing-masing isolat *jamur endofit*. dan cendawan patogen secara berpasangan yaitu dengan cara biakan isolat *jamur endofit* murni dan biakan isolat cendawan pathogen murni diletakkan pada media PDA dalam cawan petri berdiameter 9cm secara berhadapan dengan jarak 3cm dari tepi cawan petri.

Morfologi jamur endofit dan cendawan pathogen

Data yang diambil adalah hasil isolasi dan identifikasi dari penelitian yang telah dilakukan dengan cara mengamati ciri-ciri khusus yang dimiliki oleh jamur endofit dan cendawan patogen seperti warna dan bentuk koloni, jenis hifa dan bentuk hifa dapat dilakukan pengamatan secara makroskopis dengan menggunakan buku kunci identifikasi jamur Barnett & Hunter (1972) dan Watabae (2002). Pengamatan mikroskopis jamur endofit dan cendawan patogen meliputi pengamatan konidiofor dan fialid dibawah mikroskop menggunakan buku kunci identifikasi jamur.

Pengukuran diameter koloni cendawan antagonis dan pathogen

Pengamatan dilakukan dengan mengukur diameter koloni masing-masing jamur endofit dan cendawan patogen yang telah di murnikan, pengamatan untuk melihat laju pertumbuhan jamur dilakukan setiap hari setelah isolasi. Menghitung diameter koloni cendawan menggunakan rumus berikut:

$$D = \frac{d1 + d2}{2}$$

Keterangan:

- D* :Koloni jamur endofit dan cendawan patogen
d1 :Diameter terpanjang koloni jamur endofit dan cendawan patogen
d2 :Diameter terpendek koloni jamur endofit dan cendawan pathogen

Presentase hambatan %

Pengamatan dilakukan pada 7 hari setelah inokulasi dengan pengukuran presentase hambatan pertumbuhan cendawan tersebut, kemudian dihitung presentase penghambatnya. Perhitungan daya hambatan dilakukan dengan menggunakan rumus menurut Farida (1992).

$$l = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan:

- L* : Presentase penghambatan %
R1 :Jari-jari koloni jamur patogen (B) yang tumbuh menjauhi jamur antagonis (A) (cm)
R2 :Jari-jari koloni jamur patogen yang tumbuh mendekati kearah jamur antagonis A (cm)

Mekanisme hambatan jamur antagonis

Pengamatan mekanisme antagonis dapat dilihat secara langsung dengan mata telanjang. Adapun jenis antagonis yang dapat muncul adalah Antibiosis yaitu kemampuan cendawan antagonis menghasilkan enzim yang dapat menghancurkan sel cendawan patogen melalui kerusakan terhadap permeabilitas membran sel, hal ini dapat dilihat dengan adanya zona bening pada media yang tidak ditumbuhi cendawan (Farida, 1992). Kompetisi yaitu kemampuan tumbuh cendawan antagonis yang lebih cepat sehingga terjadi persaingan dalam ruang dan nutrisi dengan cendawan pathogen. Parasitisme yaitu cendawan antagonis memparasit miselium cendawan patogen dengan menembus dinding sel dan masuk kedalam sel untuk mengambil zat makanan sehingga cendawan patogen mati (Farida, 1992).

Penentuan isolat anatagonis terpilih

Penentuan isolate antagonis terpilih dapat diambil dari hasil presentase hambatan yang lebih dari 50%.

Analisis Data

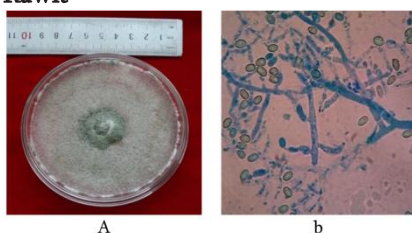
Data-data yang diperoleh disajikan dalam bentuk foto makroskopis, grafik diameter pertumbuhan jamur antagonis pada pengukuran hari kelima yang dilakukan dengan analisis sidik ragam. Hasil yang menunjukkan beda nyata dilanjutkan

dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf kepercayaan 5%.

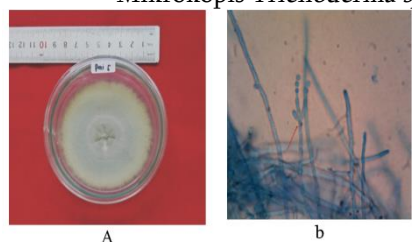
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini ditemukan 4 jenis jamur endofit yaitu *Trichoderma* sp., *Aspergillus niger*., *Rhizopus* sp. dan *Penicillium* sp., dan 3 jenis jamur patogen yaitu *Fusarium* sp., *Colletotrichum capsici* dan *Cercospora* sp.

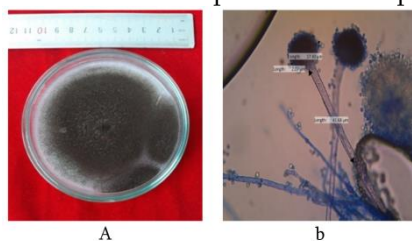
Jamur Endofit yang ditemukan pada Tanaman Cabai Rawit



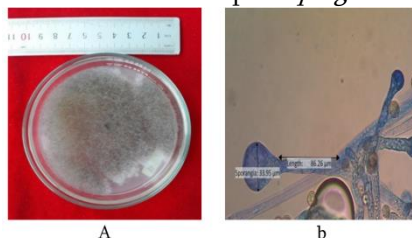
Gambar 3. (a) Makrokopis *Trichoderma* sp. (b) Mikrokopis *Trichoderma* sp. (400x)



Gambar 4. (a) Makrokopis *Penicillium* sp. (b) Mikrokopis *Penicillium* sp. (400x)



Gambar 5. (a) Makrokopis *Aspergillus niger*. (b) Mikrokopis *Aspergillus niger*. (400x)



Gambar 6. (a) Makrokopis *Rhizopus* sp. (b) Mikrokopis *Rhizopus* sp. (400x)

Trichoderma sp.

Pengamatan dilakukan di laboratorium dengan melakukan isolasi dan identifikasi jamur, maka didapat jamur endofit yang diperoleh dari bagian akar tanaman cabai rawit ini memiliki warna

koloni putih kehijau-hijauan dengan pertumbuhan koloni membulat dan perumbuhannya sangat cepat pada media yang digunakan yaitu PDA. Ini sesuai dengan pendapat Bacon & White (2000) dalam penelitiannya bahwa koloni dari *Trichoderma* bewarna putih, kuning, hijau muda dan hijau tua. Terlihat gambar menunjukkan bahwa pertumbuhan isolat jamur ini telah memenuhi cawan petri berukuran 9cm. Identifikasi menggunakan mikroskop *compound* dengan perbesaran 400x terlihat isolat *Trichoderma* sp. yang ditemukan yaitu memiliki konidia yang berbentuk bulat hingga lonjong, memiliki konidiofor yang bercabang dan miselium berseptat. Ini sesuai dengan Muksin *et al* (2013) yang menyatakan bahwa jamur *Trichoderma* sp. mempunyai konidiofor yang bercabang banyak, ujung percabangannya merupakan sterigma, membentuk konidia bulat atau oval.

Penicillium sp.

Pengamatan dilakukan di laboratorium dengan melakukan isolasi dan identifikasi jamur, maka didapat jamur endofit yang ditemukan pada bagian daun tanaman cabai rawit adalah *Penicillium* sp. Pada awal pengamatan terlihat jamur ini memiliki warna koloni kuning dengan bentuk pertumbuhan mebulat dan miseliumnya memiliki tekstur halus seperti kapas. Setelah beberapa hari warna isolat berubah warna menjadi kuning keabuan dan pada bagian tengah isolat nampak ada bagian yang timbul keatas dan bercabang-cabang terlihat juga bahwa koloni jamur ini memiliki spora yang padat dan tebal. Berdasarkan pengamatan menggunakan mikroskop *compound* dengan perbesaran 400x terlihat *Penicillium* sp. yang di temukan memiliki bentuk seperti sapu. Phialid bercabang-cabang sejajar dan konidia berbentuk bulat yang lepas dan menyebar. Bacon & White (2000) Mengatakan bahwa pengamatan dibawah mikroskop dan menggunakan buku identifikasi ciri-ciri spesifik jamur *Penicillium* sp. memiliki hifa berseptat, konidia, sterigma, konidiospora. Jamur *Penicillium* sp. mempunyai bentuk hifa yang berseptat, bentuk miselium jamur ini bercabang, konidiospora septat muncul di atas permukaan, kepala yang membawa spora berbentuk seperti sapu dan konidia berbentuk bulat dan membentuk rantai.

Aspergillus niger

Pengamatan dilakukan di laboratorium dengan melakukan isolasi dan identifikasi jamur, maka didapat jamur *Aspergillus niger* yang berhasil di

temukan pada bagian akar tanaman cabai rawit. Pertumbuhan awal jamur ini memiliki koloni yang berwarna coklat tua kehitaman, membentuk lingkaran tetapi tidak beraturan dan miseliumnya seperti butiran pasir. Pertumbuhan jamur sangat cepat menyebar dan memenuhi cawan petri pertumbuhannya berbentuk agak bulat.

Koloni *Aspergillus niger* berwarna putih sampai kuning pada permukaan bawah koloni yang kemudian berubah menjadi coklat gelap hingga hitam setelah terbentuk konidiofor (Bacon & White, 2000). Kepala konidia radial tangkai konidia (konidiofor) berdinding halus, hialin tetapi sering berwarna coklat. Pengamatan menggunakan mikroskop *compound* dengan perbesaran 400x, ditemukan ciri-ciri *A. niger* yaitu memiliki sporangiofor, sporangium dan mempunyai spora berbentuk bulat.

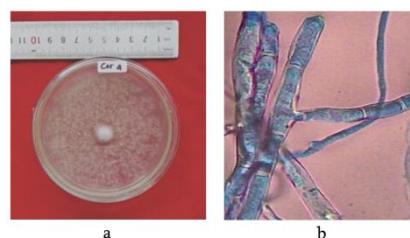
***Rhizopus* sp.**

Pengamatan dilakukan di laboratorium dengan melakukan isolasi dan identifikasi jamur, maka didapat jamur endofit bagian batang tanaman cabai rawit yang dilakukan diperoleh isolat jamur *Rhizopus* sp. Pengamatan pada cawan petri terlihat bahwa jamur ini memiliki warna koloni yaitu berwarna putih keabu-abuan. Miseliumnya seperti rambut halus menyebar dan menebal memenuhi cawan petri. Bagian atas permukaan koloni isolat terdapat butiran seperti pasir dan kasar. Pengamatan pada hari keempat terlihat warna koloni berubah menjadi keabu-abuan gelap. Hal ini sesuai dengan perkataan Watabae (2002) yang mengatakan bahwa koloni jamur ini berwarna keputihan dan akan menjadi abu-abu kecoklatan dengan bertambahnya usia biakan, serta dapat memenuhi cawan petri dengan pertumbuhan spora panjang dan menyebar. Pengamatan menggunakan mikroskop *compound* dengan perbesaran 400x terlihat ciri-ciri jamur *Rhizopus* sp. yaitu memiliki sporangium (tempat pembentukan spora) dan sporangiofor (tangkai). Identifikasi jamur *Rhizopus* sp. menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400x *Rhizopus* sp. memiliki hifa yang tidak berseptat dan tidak berwarna (jernih), Memiliki sporangiofor dan sporangium (Alexopoulos & Mims, 1979).

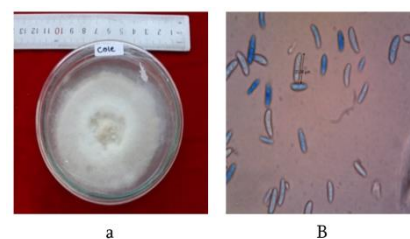
Keanekaragaman spesies jamur endofit yang berhasil diisolasi juga dipengaruhi oleh spesies inang, bagian tanaman, musim ketika sampel diambil dan juga keadaan tanah dilokasi pengambilan sample (Sopialena *et al.*, 2018). Perawatan yang dilakukan juga mempengaruhi keberadaan jamur endofit yang

ada didalamnya. Sudah umum diketahui bahwa penggunaan pestisida membawa efek negatif dengan menghambat pertumbuhan tanaman dan jamur endofit. Disebutkan bahwa penghindaran pestisida memiliki efek positif pada jumlah jamur endofit dan mikroba baik yang ada dalam tanah (Sopialena *et al.*, 2018). Selanjutnya, pupuk kimia dan pestisida memiliki kandungan kimia yang dapat mempengaruhi metabolisme tanaman. Tanaman inang yang metabolismenya terganggu cenderung memengaruhi jumlah atau keanekaragaman jamur endofit di dalamnya (Sila & Nurdiana, 2018).

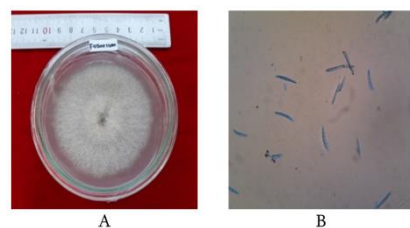
Jamur Patogen yang ditemukan pada Tanaman Cabai Rawit



Gambar 7. (a) Makrokopis *Cercospora* sp. (b) Mikrokopis *Cercospora* sp (400x)



Gambar 8. (a) Makrokopis *Colletotrichum capsici* (b) Mikrokopis *Colletotrichum capsici* (400x)



Gambar 9. (a) Makrokopis *Fusarium* sp. (b) Mikrokopis *Fusarium* sp. (400x)

***Cercospora* sp.**

Isolat jamur *Cercospora* sp. yang diperoleh dari bagian daun tanaman cabai rawit. Pengamatan awal yang dilakukan setelah isolat tumbuh dalam cawan petri yaitu koloni berwarna putih tulang dan menyebar keseluruh cawan petri miselium seperti kapas yang tipis. Cendawan ini memiliki miselium yang berwarna putih pada hari pertama dan kedua kemudian berubah berwarna menjadi putih kusam

pada hari selanjutnya dengan arah pertumbuhan miselium tidak rata arah pertumbuhan ke samping bentuk miselium kasar. Berdasarkan hasil Pengamatan menggunakan mikroskop *compound* dengan perbesaran 400x Cendawan *Cercospora* sp. ini memiliki ciri-ciri berbentuk hifa yang bercabang dengan percabangan menyempit di bagian pangkal, tidak lurus, dan bersekat. Hal ini sesuai dengan pendapat Watabae (2002) yang menyebutkan bahwa jamur *Cercospora* sp. memiliki konidia yang dihasilkan berurutan pada sel ujung yang sedang mengalami pertumbuhan baru.

Colletotrichum capsici

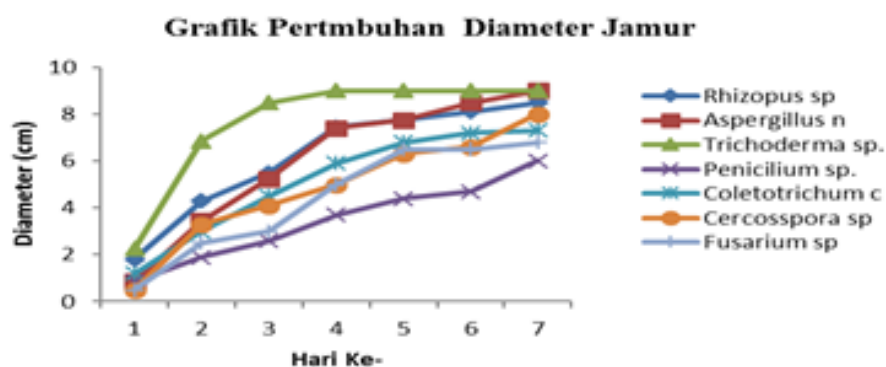
Isolat *Colletotrichum capsici* yang berhasil ditemukan pada isolasi bagian buah tanaman cabai rawit yang sakit. Pengamatan yang dilakukan terlihat bahwa isolat yang tumbuh pada cawan petri yaitu berwarna putih kecoklatan, bulat dan menebal. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wilia (2010) bahwa jamur anggota genus *Colletotrichum* memiliki karakteristik makromorfologis koloni berwarna putih dan tekstur koloni halus seperti kapas. Secara mikromorfologis jamur anggota spesies *Colletotrichum capsici*. memiliki makrokonidia berbentuk silindris dengan ujung tumpul, mikrokonidia berbentuk ovoid dan bersifat hialin. Pengamatan menggunakan mikroskop *compound* dengan perbesaran 400x terlihat ciri-ciri jamur *Colletotrichum capsici*. yaitu memiliki spora yang membentuk kapsul dengan bagian ujung tumpul dan spora menyebar.

Fusarium solani

Pada isolasi bagian batang tanaman cabai rawit yang sakit ditemukan isolat jamur *Fusarium* sp. isolat *fusarium* sp yang berhasil tumbuh pada cawan petri yaitu berwarna putih agak kecoklatan dan berbentuk bulat . miselium yang tumbuh timbul ke atas dan tipis, bagian tengah berwarna coklat kehitam-hitaman dan warna koloni lama kelamaan akan berubah menjadi kecoklatan. Pengamatan menggunakan mikroskop *compound* dengan perbesaran 400x terlihat ciri-ciri jamur *Fusarium solani*. yaitu spora berbentuk seperti bulan sabit dengan ujung spora meancip dan bersekat. Hal ini sesuai dengan perkataan Nurzannah, dkk (2014) bahwa makrokonidia yang dimiliki jamur ini yaitu berbentuk seperti bulan sabit dan makrokonidia yang berbentuk bulat, hifa tidak bersekat dan hifa berwarna hialin.

Perhitungan Diameter Koloni

Pada Gambar 10. terlihat bahwa pertumbuhan diameter koloni jamur selama tujuh hari memiliki kecepatan tumbuh yang berbeda-beda. Pertumbuhan jamur yang paling cepat berutan adalah *Trichoderma* sp., *Aspergillus niger*, *Rhizopus* sp., *Cercospora* sp., *Colletotrichum capsici*, *Fusarium* sp. dan *Penicillium* sp. berdasarkan diameter dan pertumbuhan tercepat dari beberapa jamur antagonis diharapkan mampu menekan pertumbuhan cendawan patogen.



Gambar 10. Diagram pertumbuhan jamur antagonis dan jamur patogen

Menurut Ganjar (2006) salah satu parameter pertumbuhan adalah pertambahan volume sel yang bersifat *irreversible* artinya tidak dapat kembali ke volume semula. Umumnya suatu koloni berasal dari satu sel yang semula tidak terlihat menjadi terlihat dengan proses spora atau konidia cendawan yang menjadi miselium atau koloni. Pertumbuhan empat

jamur endofit dan tiga cendawan patogen dipengaruhi oleh kemampuan cendawan tersebut dalam menghasilkan spora, semakin tinggi kerapatan spora yang dihasilkan maka semakin tinggi pula tingkat pertumbuhan koloni cendawan tersebut.

Pertumbuhan jamur dapat dipengaruhi oleh faktor substrat, cahaya, kelembaban, suhu dan

senyawa-senyawa kimia yang berada di lingkungannya. Substrat merupakan sumber nutrisi yang dibutuhkan bagi jamur yang dapat dimanfaatkan untuk mengekskresi enzim, sehingga menjadi senyawa yang lebih sederhana. Suhu akan mengubah senyawa kimia pada mikrobia sehingga pertumbuhan mikrobia, selain itu suhu juga berpengaruh terhadap pertumbuhan mikrobia. Cahaya dapat mempengaruhi pertumbuhan spora pada cendawan. Umumnya, cendawan dapat tumbuh cepat pada kondisi kelembaban yang tinggi sekitar 90%, bila di bawah dari itu, cendawan akan tetap tumbuh tetapi dengan sangat lambat (Ganjar, 2006).

Presentase Hambatan

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pengamatan presentase hambatan jamur endofit yang ditemukan terhadap jamur patogen/penyakit tanaman yang menyerang cabai rawit, rata-rata presentase hambatan jamur endofit terhadap cendawan *Fusarium* sp pada hari ke-7 dapat dilihat pada table 1. rata-rata presentase hambatan jamur endofit terhadap cendawan *Colletotrichum capsici* pada hari ke-7 dapat dilihat pada table 2. rata-rata presentase hambatan jamur endofit terhadap cendawan *Cercospora* sp. pada hari ke-7 dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 1. Persentase uji daya hambat jamur endofit terhadap cendawan *Fusarium* sp. pada tanaman cabai rawit (%)

| Perlakuan | Ulangan | | | | | Rata-rata |
|-----------|---------|-------|---------|--------|-------|---------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Aa | 53,33 | 62,5 | 62,5 | 57,14 | 53,33 | 57,76 _a |
| Ba | 33,33 | 43,33 | 46,66 | 44 | 50 | 43,46 _{bc} |
| Ca | 53,12 | 50 | 50 | 44,44 | 60,66 | 51,64 _{ab} |
| Da | 42,85 | 33,33 | 42,85 | 53,48 | 33,33 | 41,17 _c |
| Rata-rata | 45,6575 | 47,29 | 50,5025 | 49,765 | 49,33 | 48,51 |

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti dengan huruf kecil yang sama maka, tidak berbeda nyata pada taraf alfa 5% uji (BNT=(8,62)

Tabel 2. Persentase uji daya hambat jamur endofit terhadap cendawan *Colletotrichum capsici* pada tanaman cabai rawit (%)

| Perlakuan | Ulangan | | | | | rata-rata |
|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|---------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Ab | 53,33 | 63,84 | 57,05 | 53,66 | 61,53 | 57,882 _a |
| Bb | 59,45 | 57,14 | 65,11 | 46,66 | 50 | 55,672 _a |
| Cb | 45 | 33,33 | 53,48 | 42,85 | 46,66 | 44,264 _b |
| Db | 33,33 | 53,48 | 42,85 | 42,85 | 33,33 | 41,168 _b |
| rata-rata | 47,777 | 51,947 | 54,622 | 46,505 | 47,880 | 49,746 |

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti dengan huruf kecil yang sama maka, tidak berbeda nyata pada taraf alfa 5% uji (BNT= 9,48)

Tabel 3. Persentase uji daya hambat jamur endofit terhadap cendawan *Cercospora* sp. pada tanaman cabai rawit (%)

| Perlakuan | Ulangan | | | | | rata-rata |
|-----------|---------|-------|--------|--------|--------|---------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Ac | 71,42 | 67,85 | 63,63 | 71,42 | 81,48 | 71,16 _a |
| Bc | 33,33 | 60,97 | 42,85 | 53,48 | 65,11 | 51,148 _b |
| Cc | 42,85 | 33,33 | 33,33 | 65,11 | 67,85 | 48,494 _b |
| Dc | 42,85 | 33,33 | 55,81 | 33,33 | 52,5 | 43,564 _b |
| rata-rata | 47,6125 | 48,87 | 48,905 | 55,835 | 66,735 | 53,5915 |

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti dengan huruf kecil yang sama maka, tidak berbeda nyata pada taraf alfa 5% uji (BNT= 16,56)

Berdasarkan hasil pengujian persentase hambatan yang memiliki rata-rata dibawah 50% dinyatakan kurang berpotensi sebagai jamur

antagonis dikarena pertumbuhan jamur patogen lebih cepat daripada pertumbuhan jamur endofit. Beberapa jenis jamur endofit dapat menyebabkan

pertumbuhan patogen menjadi terhambat karena terjadinya kompetisi nutrisi dan ruang yang terjadi pada proses pengujianya namun adapula yang tidak mampu menghambat pertumbuhan dari jamur patogen. Carrol (1988) dalam penelitiannya menyatakan bahwa mikroba alami adalah jenis agens hayati yang banyak dikembangkan, baik yang hidup di jaringan tanaman maupun yang hidup sebagai saprofit di tanah, air dan bahan organik. Jamur endofit mempunyai sifat berkompetisi dalam ruang dan nutrisi dengan patogen sasaran, dan bersifat menginduksi ketahanan pada tanaman. Jamur endofit juga memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen (Istikorini, 2008).

Cendawan *Trichoderma* sp. merupakan isolat yang memiliki presentase paling tinggi pada pengujian kali ini dikarenakan jamur ini mampu untuk mengantagonis cendawan lain dengan pertumbuhan yang lebih cepat dan memiliki kerapatan spora yang tinggi dibanding dengan cendawan patogen. Jamur *Trichoderma* sp. mampu menekan serangan jamur *F. oxysporum* penyebab penyakit layu Fusarium hingga 24.50% dilapangan (Sopialena, 2015). Menurut Sundari dkk (2014) *Trichoderma* juga mempunyai kemampuan menghasilkan enzim selulase yang dapat merusak dinding sel patogen, sehingga perkembangan patogen dapat ditekan.

Menurut Ratnasari dkk (2014) jamur *Trichoderma* sering dimanfaatkan dalam pengendalian patogen pada tanaman budidaya dikarenakan jamur ini memiliki potensi sebagai agen pengendali hayati terhadap patogen tanaman, seperti *Fusarium* sp. *Trichoderma* sp. menghasilkan berbagai metabolit sekunder dan senyawa antibiotik, seperti peptaibol, isonitriles dan alkyl pyrones yang dapat membuat jamur ini mampu menekan pertumbuhan cendawan pathogen (Hasan *et al.*, 2007) Sebagian besar sistem antifungi yang dimiliki oleh jamur *Trichoderma* sp. terdiri atas gengen yang menyediakan sejumlah enzim pelisis, seperti, amylase, fosfolipase, protease, glukosidase, asetil, glukosaminidase, endokitinase, kitin, kitobiosidase, lipase, xilanase mannanase, pektinase, pectin liase, RNase dan DNase. Namun demikian yang lebih berperan dalam aplikasi biokontrolnya ialah enzim kitinase dan glukukanase yang secara efisien mendegradasi dinding sel cendawan patogen dan tidak terdapat pada jaringan tanaman (Monte, 2001).

Trichoderma sp. juga memiliki kandungan lain yaitu asam harzianic, alamethicins, tricholin, peptaibols, penthyl, pyrone, massoilactone, gliovirin,

glisoprenins, asam heptelidic, trichodermin dan dermadin yang membuat jamur ini memiliki kemampuan tinggi dalam berkompetisi (Sundari dkk., 2014). Jamur *Trichoderma* juga memiliki 2 jenis antibiotik, yaitu viridin dan gliotoksin yang membuat jamur patogen tidak mampu berkembang dan dapat mempengaruhi dan menghambat banyak sistem fungsional serta membuat patogen rentan ketika berhadapan dengan jamur *Trichoderma* sp. (Sundari dkk., 2014). Enzim kitinase yang dihasilkan oleh *Trichoderma* sp. menyebabkan dinding hifa patogen terlarut sehingga menyebabkan pertumbuhan patogen menjadi terhambat lalu kemudian mati (Vaish & Sinha, 2006).

Trichoderma sp. dikenal sebagai jamur yang dapat menghasilkan glukukanase enzim ini dapat mendegradasi dan menghidrolisis dinding sel miselium jamur patogen tanaman selama proses mikoparasit, sehingga berperan dalam mekanisme pertahanan melawan cendawan patogen (Donzelli *et al.*, 2001). Kelebihan jamur *Trichoderma* sebagai agens hayati adalah jamur ini memiliki kemampuan yang tinggi dalam mengembangkan mekanisme antagonisme yang sangat efektif untuk bertahan dan mengkolonisasi lingkungan yang kompetitif (Nurzannah dkk., 2014). *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan dalam mengeluarkan senyawa antibiotik yang berfungsi sebagai antifungal dalam menghambat pertumbuhan dan bahkan menjadi mikroparasit jamur patogen (Simanjuntak, 2017).

Jamur *Aspergillus niger*, Mampu menghambat pertumbuhan patogen. Hal ini karena jamur ini memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen dan mampu memproduksi enzim hidrolitik seperti lipase, protease, selulase, pectinase (Petrini *et al.*, 1992). Jamur *Aspergillus niger*. juga menghasilkan enzim hidrolitik seperti enzim kitinase, amilase, glukooamilase, katalase, laktase dan invertase yang membuatnya memenangkan kompetisi perebutan nutrisi dengan cendawan pathogen (Schuster *et al.*, 2002), sehingga dalam pegujian ini terdapat zona bening pada isolat uji *Aspergillus niger* Vs *Fusarium* sp.. *Aspergillus niger* mempunyai beberapa metabolit sekunder dan senyawa antibiotik seperti tensyucic acid, cyclopentenedione, diketopiperazines, lactone, benzophenone, terpene, anthraquinone, diphenyl ethers, dan alkaloid yang mampu menghambat pertumbuhan patogen serta membuat zona inokulasi (Xue *et al.*, 2012). Umrah dkk (2009) menyebutkan bahwa *A. niger* sebagai jamur antagonis, dapat beradaptasi dengan baik terhadap media buatan

sehingga pertumbuhan jamur ini cepat dalam menyebar dan dalam menekan pertumbuhan cendawan patogen. Alwathnani & Perveen (2012) juga melaporkan bahwa *A. niger* mensekresikan substansi "*aspergilliac acid*" yang bersifat toksik dan menghambat pertumbuhan cendawan. Cendawan *Aspergillus niger* juga memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen karena dapat memproduksi enzim hidrolitik seperti protease, lipase, pectinase dan selulase (Nurzannah dkk, 2009).

Rhizopus sp. juga mampu menekan pertumbuhan jamur patogen hal ini disebabkan karena jamur ini mampu menghasilkan asam laktat dan menghasilkan enzim protease yang mampu membuatnya tumbuh dengan cepat dan membuat cendawan patogen terhambat pertumbuhannya (Schuster *et al.*, 2002). Jamur ini juga dapat tumbuh dengan cepat miseliumnya dengan cepat dapat memenuhi cawan petri.

Presentase uji daya hambat *Penicillium* sp kurang dari 50% hal ini karena pertumbuhan jamur *Penicillium* lebih lambat dibandingkan dengan pertumbuhan jamur patogen sehingga jamur ini kurang mampu menekan pertumbuhan jamur patogen. Soesanto (2013) menjelaskan bahwa pada hampir semua spesies *Penicillium* sp. tumbuh dengan cepat pada media buatan, namun terdapat beberapa spesies yang juga tumbuh lambat. Jamur *Penicillium* sp. mampu mengeluarkan zat antibiotik.

Jamur ini juga dapat menghasilkan mikotoksin sitrinin dan enzim selulosa (Purwantisari & Hastuti, 2009). Gandjar dkk (1999) mengatakan bahwa jamur *Penicillium* sp. mampu mengeluarkan beberapa senyawa alkaloid seperti agroklavine dan ergometrine. Jamur ini juga memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan cendawan patogen penyebab penyakit karena adanya kompetisi. Jamur *Penicillium* sp juga bersifat heterolitik kuat dan dapat mendegradasi kitin sehingga cendawan patogen kehilangan kemampuannya dalam bertahan (Kusumawardani dkk, 2015).

Terhambatnya pertumbuhan cendawan patogen disebabkan oleh kemampuan jamur endofit yaitu mampu merebut nutrisi dari cendawan patogen sehingga terjadi perubahan pada hifa patogen. Jamur endofit mempunyai senyawa dapat berfungsi untuk membunuh patogen berupa senyawa metabolit sekunder yang merupakan senyawa bioaktif.

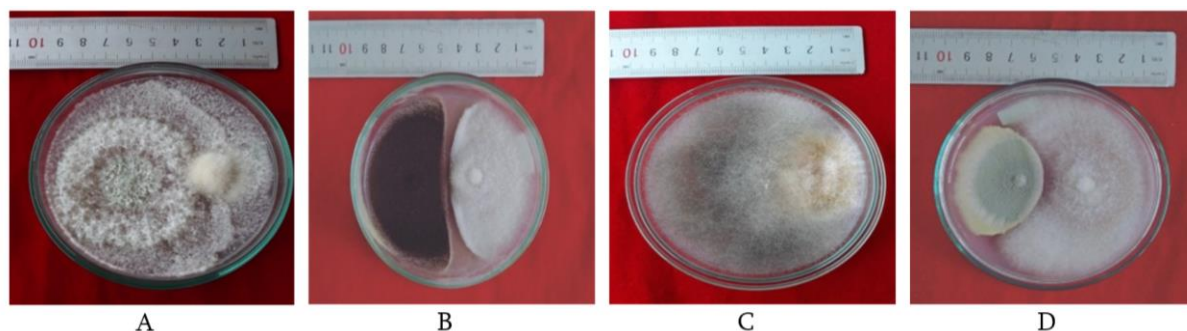
Penggunaan jamur endofit dalam upaya pengendalian penyakit yang menyerang tanaman inang dapat dimaksimalkan secara efektif dan ramah lingkungan (Kusumawardani dkk, 2015). Sopialena (2015) mengatakan pemberian jamur antagonis berpengaruh dalam menekan intensitas serangan penyakit pada tanaman cabai rawit.

Beberapa isolat jamur endofit yang digunakan dalam penelitian ini diketahui menghambat pertumbuhan jamur penyebab patogen pada tanaman cabai rawit. Hal ini dikarenakan jamur endofit dan inangnya dapat membentuk hubungan yang saling menguntungkan (Nurzannah dkk, 2014). Hal ini sesuai dengan Tan & Zou. (2001) yang menyatakan bahwa pada umumnya jamur endofit memiliki pertumbuhan yang cepat sehingga dapat digunakan sebagai agens hayati. Jamur antagonis yang memiliki daya hambat yang besar terhadap pertumbuhan jamur patogen memiliki luas pertumbuhan yang lebih besar dibanding dengan jamur yang mempunyai daya hambat yang lebih kecil. Hal ini sesuai dengan Soesanto (2008) yang menyatakan bahwa agens hayati yang berbeda memiliki kemampuan dan mekanisme penghambatan yang berbeda.

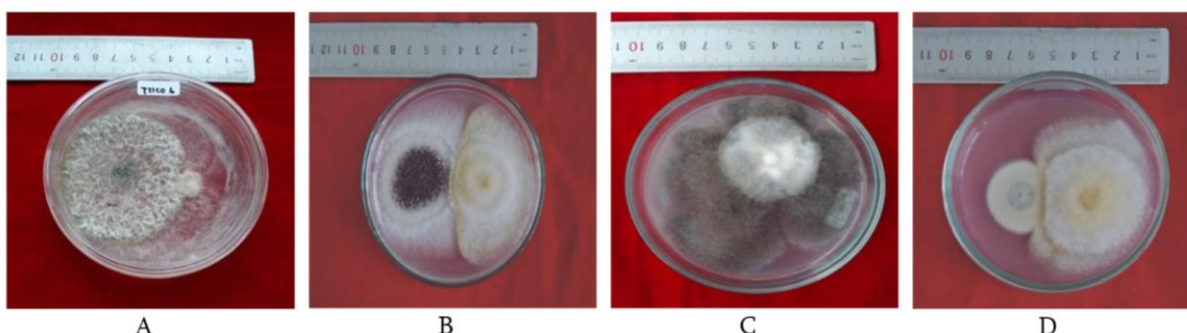
Mekanisme Antagonis Jamur Endofit

Pengamatan mekanisme antagonis jamur endofit terhadap cendawan penyebab patogen pada Cabai Rawit dilakukan selama 7 hari setelah inkubasi. Hasil pengamatan disajikan pada gambar dibawah ini. Mekanisme antagonis terjadi apabila jamur yang diujikan saling menekan pertumbuhan. Pengamatan yang dilakukan pada uji kali ini adalah kompetisi dan antibiosis.

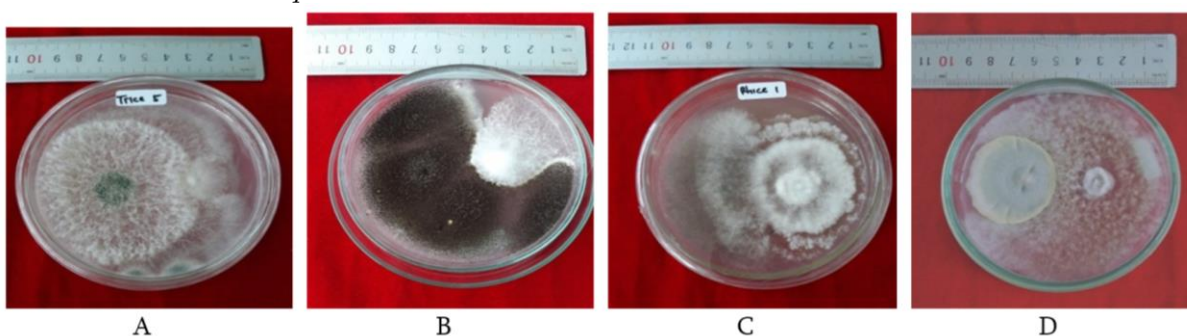
Pengamatan jenis mekanisme antagonis cendawan endofit tanaman cabai rawit terhadap beberapa cendawan patogen pada tanaman cabai rawit dilakukan setiap hari dimulai dari hari pertama setelah inkubasi sampai dengan hari ketujuh setelah inkubasi. Hasil yang diperoleh dari jamur endofit antagonis mampu menekan pertumbuhan jamur patogen dengan 2 jenis mekanisme antagonis yaitu kompetisi dan antibiosis. Kusumawardani dkk (2015) menjelaskan dalam penelitiannya bahwa semakin cepat pertumbuhan cendawan antagonis, maka pertumbuhan cendawan patogen akan semakin terdesak karena kehabisan ruang tumbuh. Cendawan endofit umumnya bersifat menguntungkan bagi tanaman inang (Purwantisari & Hastuti, 2009).



Gambar 11. Mekanisme hambatan (A) *Trichoderma* sp. vs *Fusarium* sp., (B) *Aspergillus niger* vs *Fusarium* sp., (C) *Rhizopus* sp. vs *Fusarium* sp. (D) *Penicillium* sp vs *Fusarium* sp.



Gambar 12. Mekanisme Hambatan (A). *Trichoderma* sp vs *Colletotrichum capsici* (B). *Aspergillus niger* vs *Colletotrichum capsici* (C). *Rhizopus* sp vs *Colletotrichum capsici* (D). *Penicillium* sp vs *Colletotrichum capsici*



Gambar 13. Mekanisme hambatan (A). *Trichoderma* sp. vs *Cercospora* sp. (B). *Aspergillus niger* vs *Cercospora* sp (C). *Rhizopus* sp vs *Cercospora* sp. (D). *Penicillium* sp. vs *Cercospora* sp.

Penelitian mengenai cendawan endofit sebagai agen pengendali hayati telah banyak dilakukan. Mekanisme cendawan endofit dalam menekan penyakit pada tanaman ada beberapa cara, yaitu secara langsung (hubungan cendawan endofit dan patogen) dan tidak langsung (induksi ketahanan tanaman). Mekanisme penghambatan langsung biasanya terjadi karena cendawan endofit mampu menghasilkan senyawa aktif yang dapat menekan perkembangan dan pertumbuhan cendawan patogen, baik bersifat antifungi maupun antibakteri.

Jenis mekanisme antagonis antibiosis terjadi pada isolat jamur *A. niger* Vs *Fusarium* sp yang dilakukan pengujian. Hal ini dikarekan terdapat pemisah antara jamur endoit dan jamur patogen atau

disebut dengan zona bening. Jamur *A. Niger* mampu memproduksi senyawa aktif anti cendawan nonvolatile yang membuat terbentuknya zona, dimana hifa *A. niger* tidak bersentuhan dengan hifa cendawan patogen (Vaish & Sinha, 2006). Maria *et al* (2005) mengatakan bahwa cendawan endofit dari genus *Aspergillus* sp. mampu menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat bersifat antagonis terhadap cendawan patogen.

Sesuai dengan perkataan Nurzannah dkk (2014) yang menyebutkan dalam penelitiannya bahwa jamur *Aspergillus niger* ini mempunyai aktivitas tinggi dalam menghasilkan enzim ekstraseluler seperti enzim kitinase, amilase, glukamilase, katalase, laktase dan invertase (Istikorini, 2008).

Mekanisme penekanan penyakit pada tanaman melalui dua cara yaitu secara langsung (antibiosis), menghasilkan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan patogen (Ganjar, 2006). Schuster *et al* (2002) menyatakan bahwa jenis antagonis kompetisi terjadi pada semua isolat jamur endofit yang ada dikarenakan pertumbuhan jamur antagonis mampu mendahului dan memenuhi cawan petri dibandingkan dengan pertumbuhan jamur patogen. Sieber & Grünig (2006) mengemukakan pertumbuhan jamur antagonis dapat tumbuh menutupi sebagian permukaan jamur patogen hal ini terjadi pada jamur *Trichoderma* sp. Vs *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp. Vs *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp. Vs *Coletotrichum capsici*, *Aspergillus niger* Vs *Coletotrichum capsici*, *Trichoderma* sp Vs *Coletotrichum capsici* dan *Trichoderma* sp Vs *Cercospora* sp. Menurut Kusumawardani dkk (2015) pada umumnya mekanisme antagonis *Trichoderma* sp. dalam menekan patogen yaitu sebagai mikoparasitik dan kompetitor yang agresif. Miselium jamur *Trichoderma* sp. dapat tumbuh dengan cepat dan dapat memproduksi berjuta-juta spora, karena sifatnya inilah *Trichoderma* sp. memiliki daya kompetitif yang tinggi (Ahmad *et al.*, 2002). Jamur *Trichoderma* sp. merupakan salah satu jamur antagonis yang mampu menghambat perkembangan patogen dengan proses antibiosis, kompetisi dan mikoparasitisme (Maria *et al.*, 2005).

Menurut Soesanto (2008) bahwa agen antagonis mampu hidup sebagai hiperparasit karena menghasilkan mempunyai kemampuan tumbuh yang lebih cepat dan menghasilkan zat antibiotik sehingga dapat terjadi persaingan dalam ruang dan nutrisi. Tingginya kerapatan spora tidak mempengaruhi tingginya laju pertumbuhan yang terjadi, akan tetapi pertumbuhan yang cepat berpengaruh terhadap persentase hambatan, semakin lambat pertumbuhan cendawan patogen maka semakin tinggi daya hambat yang dihasilkan oleh cendawan antagonis, sebaliknya semakin cepat pertumbuhan cendawan patogen maka semakin rendah daya hambat yang dihasilkan oleh cendawan antagonis. Kemampuan daya hambat yang terjadi disebabkan karena beberapa jamur endofit memiliki daya kompetitif yang tinggi, dan mampu memproduksi antibiotik, glitoksin dan viridin (Simanjuntak, 2017). Jamur antagonis dapat tumbuh dengan cepat dan mampu menguasai ruang media uji dan akhirnya dapat menekan pertumbuhan jamur lawannya. Hal ini dikarenakan adanya mekanisme

kompetisi yaitu kompetisi ruang dan nutrisi antara kedua jamur tersebut (Vaish & Sinha. 2006).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian uji efektifitas jamur terhadap penyakit utama tanaman cabai rawit yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat 4 jenis jamur endofit dan 3 jenis jamur patogen yang ditemukan pada jaringan tanaman cabai rawit diantaranya adalah *Trichoderma* sp, pada batang, *Aspergillus niger* pada akar, *Rhizopus* sp batang, dan *Penicillium* sp. pada daun sedangkan jamur patogen yang diadalah *Fusarium solani* pada batang yang sakit, *Colletotrichum capsici* pada buah cabai rawit yang sakit dan *Cercospora* sp. pada daun yang sakit; kemampuan jamur endofit sebagai agen hayati memiliki daya antagonis yang berbeda pada masing-masing cendawan patogen. Jamur endofit yang bersifat antagonis berdasarkan pengujian secara *in vitro* adalah *Trichoderma* sp, *Rhizopus* sp dan *Aspergillus niger*; dan mekanisme antagonis yang terjadi antara jamur endofit terhadap cendawan patogen penyebab penyakit pada cabai rawit yaitu kompetisi yang terjadi antara jamur *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp, dan *Rhizopus* sp. sedangkan mekanisme antagonis antibiosis yang terjadi antara jamur endofit *Aspergillus niger*. yang membentuk zona batas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A, P Mukherjee, D Mandal, S Senapati, MI Khan, R Kumar, and M Sastry. 2002. Enzyme mediated extracellular synthesis of CdS nanoparticles by the fungus, *Fusarium oxysporum*. J.A. Chem. Soc. 124(41):12108-12109.
- Alexopoulos, CJ and CW Mims. 1979. Introductory Mycology. Third Edition. John Wiley and Sons. New York.
- Alwathnani, HA and K Perveen. 2012. Biological control of fusarium wilt of tomato by antagonist Cendawan and cyanobacteria. African Journal of Biotechnology. 11(5): 1100-1105.
- Bacon, CW and JF White. 2000. *Microbial Endophytes*. MarcelDeker Inc. New York (US).
- Barnet, AL and BB Hunter. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Burgers Publishing Company. Minneapolis, Minnesota.

- Carrol, GC. 1988. Fungal Endophytes in Stems and Leaves. From Latent Pathogens to Mutualistic Symbiont. *Ecology*. 69(1): 2-9.
- Donzelli, BG, M Lorito, F Scala, and GE Harman. 2001. Cloning, sequence and structure of a gene encoding an antifungal glucan 1,3- β -glucosidase from *Trichoderma atroviride* (*T. harzianum*). *Gene*. 27(7): 199-208.
- Farida, S. 1992. Penggunaan jamur saprob tanah untuk mengendalikan *Fusarium oxysporum* pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculenta*). *J. IPM*. 2(1):24-29.
- Gandjar, I, RA Samson, KDT Vermulen, A Oetari, dan I Santoso. 1999. Pengenalan kapang tropik umum. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Ganjar, I. 2006. Pengenalan Kapang Tropik Umum. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Hasan, AE, F Walker, J Schöne, and H Buchenauer. 2007. Antagonistic effect of 6-pentylaliphapyrone produced by *Trichoderma harzianum* toward *Fusarium moniliforme*. *J. Plant Dis. Protect*. 114(2): 62-68.
- Istikorini, Y. 2008. Potensi cendawan endofit untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai (*Capsicum annum* L.). Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kusumawardani, Y, L Sulistyowati, and A Cholil. 2015. Potensi antagonis jamur endofit pada tanaman lada (*Piper nigrum* L.) terhadap jamur *Phytophthora capsici* Leonian penyebab busuk pangkal batang. *J.HPT*. 3(1):21-29.
- Maria, GL, KR Sridhar, NS Raviraja. 2005. Antimicrobial and enzyme activity of mangrove endophytic fungi of southwest coast of India. *Journal of Agricultural Technology*. 1(1):67-80.
- Monte, E. 2001. Understanding *Trichoderma*: between biotechnology and microbial ecology. *Int. Microbial* 4(1): 1-4.
- Muksin, R, Rosmini, dan P Johanis. 2013. Uji antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap jamur patogen *Alternaria porri* penyebab penyakit bercak ungu pada bawang merah secara in vitro. *Jurnal Agrotekbis*. 1(2):140-144.
- Petrini, O, TN Sieber, L Toti, dan O Viret. 1992. Ecology Metabolite Production and Substrate utilization in Endophytic Fungi. *Natural Toxins*. 1(3): 185-196.
- Purwantisari, S, RB Hastuti. 2009. Uji antagonisme jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. *Jurnal Bioma*. 11(1) : 24-32.
- Ratnasari, JD, Isnawati, dan E Ratnasari. 2014. Uji antagonis cendawan agens hayati terhadap cendawan *Cercospora musae* penyebab penyakit sigatoka secara in vitro. *Lentera Bio*. (3)2:129-135.
- Schuster E, ND Coleman, JC Frisvad, and PWM van Dijck. 2002. On the safety of *Aspergillus niger*. *Appl Microbiol Biotechnol*. 59:426-435.
- Sieber, TN and CR Grünig. 2006. Biodiversity of fungal root-endophyte communities and populations, in particular of the dark septate endophyte *Phialocephala fortinii*. *Soil Biology. Microbial Root Endophytes*. vol. 9. pp. 107-132.
- Simanjuntak, DO. 2017. Uji Antagonis Beberapa Isolat *Trichoderma* spp. terhadap *F. oxysporum* Penyebab Penyakit Layu Tanaman Tomat (*L. esculentum*). Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Sopialena. 2014. Efektivitas Beberapa Cara Penularan Virus Mosaik Pada Tanaman Cabai. Fakultas Pertanian, Univ. Mulawarman Samarinda. vol. 13. pp. 207-212.
- Sopialena 2015. Ketahanan beberapa varietas tomat terhadap layu *Fusarium oxysporum* dengan pemberian *Trichoderma* sp. *Junal Agrifor*. 14(1):131-140.
- Sila, S and J Nurdiana. 2018. The role of neem leaves as organic pesticides in chili pepper (*Capsicum frutescens*). *Nusantara Bioscience*. 10(4):246-250.
- Sopialena, Suyadi, M Sahil, and J Nurdiana. 2018. The diversity of endophytic fungi associated with *Piper nigrum* in the tropical areas: A recent study from Kutai Kartanegara, Indonesia. *Biodiversitas*. 19(6):2028-2034.
- Soesanto, L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman. Rajawali press. Jakarta.
- Soesanto, L. 2013. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman edisi kedua. Rajawali Pers. Jakarta.
- Nurzannah, SE, Lisnawita, dan D Bakti. 2014. Potensi Jamur Endofit Asal Cabai Agen Hayati Untuk Mengendalikan Layu *Fusarium (Fusarium oxysporum)* Pada Cabai dan Interaksinya. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(3):1230-1238.
- Sundari, A, S Khotimah, dan R Linda. 2014. Daya Antagonis Jamur *Trichoderma* sp. terhadap

- Jamur *Diplodia* sp. Penyebab Busuk Batang Jeruk Siam (*Citrus nobilis*). Jurnal Protobiont. 3(2):106-110.
- Tan, RX and WX Zou. 2001. Endophytes: A Rich of Functional Metabolites. Nat. Prod. Rep. 18(4):448-459.
- Umrah, T Anggraeni, RR Esyanty, dan INP Aryantha. 2009. Antagonisitas dan efektivitas *Aspergillus niger* dalam menekan perkembangan *Phytophthora palmivora* Pada Buah Kakao. J.Agroland.16(1):9-16.
- Vaish, DK and AP Sinha. 2006. Evaluation of fungal antagonists against *Rhizoctonia solani* causing sheath blight of rice. Indian Journal Agricultural Research.40(2):79-85.
- Watanabe, T. 2002. Pictorial atlas of soil and seed fungi morfologi of cultured and key to spesies. CRC Press LLC. U.S.A.
- Wilia, W. 2010. Potensi cendawan endofit dan khamir untuk mengendalikan penyakit antraknosa (*Colletotrichum acutatum* L.) Pada Tanaman Cabai. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Xue, H, C Lu, L Liang, and Y Shen. 2012. Secondary Metabolites of *Aspergillus* sp. CM9a, an Endophytic Fungus of *Cephalotaxus mannii*. Rec. Nat. Prod. 6(1): 28-34.

Pemanfaatan Tanaman Refugia untuk Mengendalikan Hama pada Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* var. *aggregatum*)

Sumanto Pasally¹, Satriani², Ayu Arfira Arifin³

¹Fakultas Pertanian, Prodi Agroteknologi, UKI Toraja, Tana Toraja, Sulawesi Selatan

²Dinas Pertanian dan Pangan, Polewali Mandar, Sulawesi Barat

³Fakultas Pertanian, Prodi Agroteknologi, Unasman, Polewali Mandar, Sulawesi Barat

*Alamat korespondensi: grstias@gmail.com

ABSTRACT

Utilization of refugia plants to control pest in shallot crops (*Allium cepa* var. *aggregatum*)

Shallots are one of the agricultural commodities of the Indonesian community which are the mainstay of the family economy for some farmers. The benefits of red onions in addition to cooking spices, are also used as raw material for medicine. The classic problem faced by the main actors is production and pests, while the prevention and control of pests that is carried out only uses insecticides that exceed the recommended dose. Utilization of refugia plants such as paper flowers (*Zinnia*), kenikir (*Tagetes erecta*), tapak dara (*Catharanthus roseus*) and spinach (*Amaranthus* spp.) Is an alternative for plant protection and microhabitat for natural enemies. The research objective was to determine the effectiveness of the use of various refugia plants in controlling pests in shallot plants. The research was conducted in Sidorejo Village, Wonomulyo, Polewali Mandar, West Sulawesi from July to October 2019. The study used a randomized block design, 5 (five) combinations and each treatment was repeated 3 (three) times. Parameters observed were plant height, number of leaves, number of pests, natural enemies, tillers, tubers and tuber weight. The results showed that spinach treatment (R1) had a good effect on the parameters of plant height, number of natural enemies and number of tillers. Paper flower treatment (R3) had a good effect on the parameters of the number of pests and tuber weight, while the treatment of kenikir flowers (R4) had a good effect on the parameters of the number of leaves attacked by pests and the number of tubers attacked by pests.

Keywords: *Shallots, Refugia, Spinach, Paper Flowers, Kenikir*

ABSTRAK

Bawang merah merupakan salah satu komoditas pertanian masrakat Indonesia yang menjadi andalan ekonomi keluarga bagi sebagian petani. Manfaat bawang merah selain untuk bumbu masakan, juga digunakan sebagai bahan baku obat. Masalah klasik yang dihadapi pelaku utama yaitu produksi dan hama, sedangkan pencegahan dan pengendalian hama yang dilakukan hanya menggunakan insektisida yang melebihi dosis anjuran. Pemanfaatan tanaman refugia seperti bunga kertas (*Zinnia*), kenikir (*Tagetes erecta*), tapak dara (*Catharanthus roseus*) dan bayam (*Amaranthus* spp.) menjadi alternatif perlindungan tanaman dan mikrohabitat bagi musuh alami. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui efektifitas pemanfaatan berbagai tanaman refugia dalam mengendalikan hama pada tanaman bawang merah. Penelitian dilakukan di Desa Sidorejo, Wonomulyo, Polewali Mandar, Sulbar bulan Juli – Oktober 2019. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok, 5 (lima) kombinasi dan setiap perlakuan diulang sebanyak 3 (tiga) kali. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah hama, musuh alami, anakan, umbi dan berat umbi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan bayam (R1) memberikan pengaruh yang baik pada parameter tinggi tanaman, jumlah musuh alami dan jumlah anakan. Perlakuan bunga kertas (R3), memberikan pengaruh baik pada parameter jumlah hama dan berat umbi, sedangkan perlakuan bunga kenikir (R4), memberikan pengaruh baik pada parameter jumlah daun yang terserang hama dan jumlah umbi yang terserang hama.

Kata kunci: Bawang Merah, Refugia, Bayam, Bunga Kertas, Kenikir

PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan salah satu komoditas pertanian masrakat Indonesia yang

menjadi andalan ekonomi keluarga bagi sebagian petani. Manfaat bawang merah selain untuk bumbu masakan, juga digunakan sebagai bahan baku obat. Data Kementerian Pertanian Republik Indonesia, (2018), menunjukkan Produktivitas Bawang Merah Provinsi Sulawesi barat Tahun 2014-2018 berfluktuasi, pada tahun 2014 sebesar 5,27 ton/hektar, pada tahun 2015 produktifitas 4,91 ton/hektar, pada tahun 2016 produktifitas 2,38 ton/hektar, pada tahun 2017 produktifitas 2,17 ton/hektar. Ditahun 2016-2017 produktifitas sangat menurun dibanding dengan tahun 2014 namun pada tahun 2018 produktifitas tanaman bawang merah naik 3,22 tetapi lebih rendah dibanding pada tahun 2014.

Menurut Suwandi (2014), masalah klasik yang dihadapi petani bawang merah adalah fluktuasi harga. Komoditas ini sering mendapat sorotan publik, baik pada saat produksi melimpah maupun kurang. Pada saat produksi melimpah, harga bawang merah umumnya rendah sehingga merugikan petani. Sebaliknya, pada saat produksi rendah, misalnya akibat iklim yang tidak menentu atau tanaman diserang hama dan penyakit, harga bawang merah melonjak tinggi hingga di luar jangkauan daya beli sebagian konsumen, terutama masyarakat lapisan bawah.

Pencegahan dan pengendalian hama yang umum dilakukan oleh pelaku utama saat tanaman bawang merah terserang hama yaitu penggunaan insektisida yang melebihi dosis anjuran. Pestisida yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, ketidakseimbangan habitat makhluk hidup serta salah satu penyebab karsinogenik pada tubuh manusia. Refugia adalah pertanaman beberapa jenis tumbuhan yang dapat menyediakan tempat perlindungan, sumber pakan atau sumberdaya yang lain bagi musuh alami seperti predator dan parasitoid (Nentwig, 1998; Wratten *et al.*, 1998 *dalam* Allifah dkk. 2013). Refugia berfungsi sebagai mikrohabitat yang diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam usaha konservasi musuh alami. Jenis tanaman yang berpotensi sebagai refugia antara lain Bunga Kertas (*Zinnia*), Kenikir (*Tagetes erecta*), Tapak Dara (*Catharanthus roseus*), Bayam (*Amaranthus spp.*).

Pemanfaatan tanaman refugia seperti Bunga Kertas (*Zinnia*), Bunga Kenikir (*Tagetes erecta*), Tapak Dara (*Catharanthus roseus*), Bayam Merah

(*Amaranthus spp.*) masih jarang digunakan secara optimal oleh para petani. Berdasarkan hal tersebut diatas maka dilakukan penelitian tentang "Pemanfaatan Tanaman Refugia Untuk Mengendalikan Hama Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa var. aggregatum*)". Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi bagi pelaku utama dalam upaya pengendalian hama pada bawang merah yang ramah lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Sidorejo, Kecamatan Wonomulyo, Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat dari bulan Juli 2019 sampai Oktober 2019. Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi Umbi bawang merah, tanaman refugia bunga kertas (*Zinnia*), Kenikir (*Tagetes erecta*), Tapak Dara (*Catharanthus roseus*), Bayam (*Amaranthus spp*) dan pupuk Organik (kotoran kambing). Alat yang digunakan meliputi , meteran, cangkul, parang, timbangan, dan alat tulis-menulis serta kamera.

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas lima taraf yaitu :

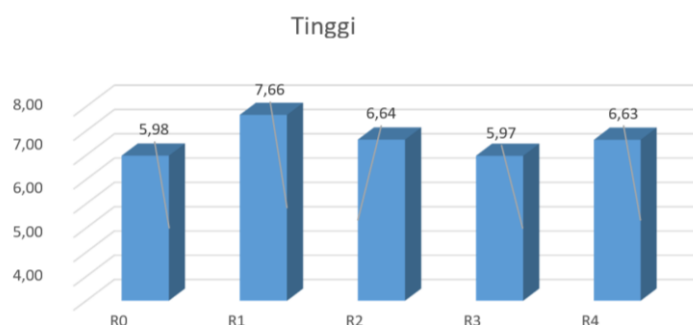
- R0 = Kontrol (tanpa perlakuan)
- R1 = Bayam (*Amaranthus spp*)
- R2 = Tapak Dara (*Catharanthus roseus*)
- R3 = Bunga Kertas (*Zinnia*)
- R4 = Kenikir (*Tagetes erecta*)

Sehingga terdapat 5 kombinasi perlakuan dan setiap perlakuan diatas diulang sebanyak 3 (tiga) kali, sehingga terdapat 15 (lima belas) unit penelitian, dan setiap unit penelitian terdapat 4 (empat) tanaman sehingga jumlah tanaman sehingga jumlah tanaman seluruhnya 60 tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Data pengamatan tinggi tanaman dan sidik ragam (Gambar 1) menunjukkan bahwa efektifitas pemanfaatan berbagai tanaman perangkap (refugia) untuk mengendalikan hama pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*. L) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman.



Gambar 1. Diagram Batang Tinggi Tanaman pada efektifitas pemanfaatan berbagai tanaman perangkap (refugia) untuk mengendalikan hama pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*. L).

Hasil menunjukkan bahwa pemberian Bayam (*Amaranthus spp*) (R1) memberikan pengaruh lebih baik dengan memiliki tinggi tanaman dengan nilai 7.66 cm dibandingkan dengan perlakuan lain (Gambar 1). Menurut Mahmud (2006), pengendalian hama dengan cara bercocok tanam seperti pemanfaatan tanaman pinggir atau tanaman perangkap, dapat mendorong stabilitas ekosistem sehingga populasi hama dapat ditekan dan berada

dalam kesetimbangannya.

Jumlah Daun yang Terserang Hama (Helai)

Hasil data sidik ragam menunjukkan bahwa efektifitas pemanfaatan berbagai tanaman refugia untuk mengendalikan hama pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*. L) memberikan pengaruh nyata pada parameter jumlah daun yang terserang hama terhadap tanaman bawang merah (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata jumlah daun yang terserang hama (helai) pada efektifitas pemanfaatan berbagai tanaman perangkap (refugia) untuk mengendalikan hama pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*. L)

| Pemberian mol (ml/liter air) | Rata-Rata | BNT Taraf α 0,05 |
|--|-------------------|-------------------------|
| (R0) Control | 2,33 ^a | 0,39 |
| (R1) Bayam (<i>Amaranthus spp</i>) | 2,87 ^a | |
| (R2) Tapak Dara (<i>Catharanthus roseus</i>) | 2,00 ^a | |
| (R3) Bunga Kertas (<i>Zinnia</i>) | 2,33 ^a | |
| (R4) Kenikir (<i>Tagetes erecta</i>) | 1,80 ^b | |

Keterangan : Angka-angka yang di ikuti oleh huruf yang tidak sama berarti berbeda nyata pada UJBD Taraf α 0,05

Hasil Uji Berbeda Nyata Terkecil (BNT) pada Taraf α 0,05 pada Tabel 1. Memerlihatkan bahwa perlakuan Kenikir (*Tagetes erecta*) (R4) memberikan pengaruh lebih baik dengan nilai 1,80 jumlah daun (helai) yang terserang. Pertumbuhan daun merupakan bagian dari vegetatif tanaman, daun merupakan tempat berlangsungnya proses fotosintesis tanaman. Daun yang terserang hama, maka proses fotosintesisnya akan terhambat atau tanaman bisa mati. Refugia sebagai mikrohabitat diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam

usaha konservasi musuh alami.

Jumlah Hama Pada Tanaman (Ekor)

Data pengamatan jumlah hama pada tanaman yang terserang hama dan sidik ragam (Tabel 2) menunjukkan bahwa efektifitas pemanfaatan berbagai tanaman perangkap (refugia) untuk mengendalikan hama pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*. L) memberikan pengaruh sangat nyata pada parameter jumlah hama pada tanaman.

Tabel 2. Rata-rata jumlah hama pada tanaman (ekor) pada efektifitas pemanfaatan berbagai tanaman refugia untuk mengendalikan hama pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*. L)

| Pemberian mol (ml/liter air) | Rata-Rata | BNT Taraf α 0,05 |
|--|-------------------|-------------------------|
| (R0) Control | 3,22 ^c | 0,28 |
| (R1) Bayam (<i>Amaranthus spp</i>) | 2,50 ^b | |
| (R2) Tapak Dara (<i>Catharanthus roseus</i>) | 2,50 ^a | |
| (R3) Bunga Kertas (<i>Zinnia</i>) | 1,50 ^c | |
| (R4) Kenikir (<i>Tagetes erecta</i>) | 1,72 ^c | |

Keterangan : Angka-angka yang di ikuti oleh huruf yang tidak sama berarti berbeda nyata pada UJBD Taraf α 0,05

Jumlah Musuh Alami (Ekor)

Data pengamatan jumlah musuh alami dan sidik ragam disajikan pada tabel lampiran 4a dan 4b. Sidik ragam menunjukkan bahwa efektifitas pemanfaatan berbagai tanaman perangkap (refugia)

untuk mengendalikan hama pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum. L*) memberikan pengaruh sangat nyata pada parameter jumlah hama pada tanaman.

Tabel 3. Rata-rata jumlah musuh alami (ekor) pada efektifitas pemanfaatan berbagai tanaman perangkap (refugia) untuk mengendalikan hama pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum. L*)

| Pemberian mol (ml/liter air) | Rata-Rata | BNT Taraf α 0,05 |
|--|-------------------|-------------------------|
| (R0) Control | 5,66 ^a | 0,87 |
| (R1) Bayam (<i>Amaranthus spp</i>) | 6,99 ^b | |
| (R2) Tapak Dara (<i>Catharanthus roseus</i>) | 5,33 ^c | |
| (R3) Bunga Kertas (<i>Zinnia</i>) | 4,66 ^c | |
| (R4) Kenikir (<i>Tagetes erecta</i>) | 2,88 ^a | |

Keterangan : Angka-angka yang di ikuti oleh huruf yang tidak sama berarti berbeda nyata pada UJBD Taraf α 0,05.

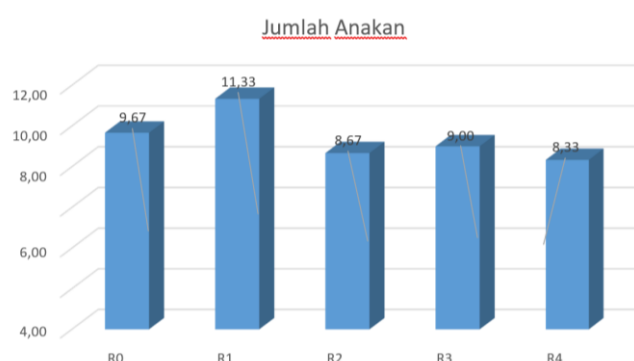
Hasil Uji Berbeda Nyata Terkecil (BNT) pada Taraf α 0,05 pada Tabel 3. Memperlihatkan bahwa perlakuan Bayam (*Amaranthus spp*) (R1) memberikan pengaruh lebih baik dan berbeda nyata dengan Tapak Dara (*Catharanthus roseus*) (R2) dan kontrol perpengaruh nyata dengan perlakuan (R3) dan (R4). Penanaman refugia pada lahan pertanian merupakan suatu usaha konservasi serangga musuh alami, membuat agroekosistem di lahan pertanian bias terjaga sehingga populasi hama akan seimbang dengan populasi musuh alami. Dari hasil pengamatan yang paling banyak dijumpai adalah kumbang, lalat, semut, thrips dan kupu – kupu. Kunjungan serangga ini untuk mendapatkan makanan berupa polen yang mengandung 10 – 70 % gula, lipid, asam amino dan

mineral. Protein 15 – 30 %, lemak, vitamin, dan unsur lain.

Jumlah Anakan (Anakan)

Data pengamatan jumlah anakan dan sidik ragam (Gambar 2) menunjukkan bahwa efektifitas pemanfaatan berbagai tanaman perangkap (refugia) untuk mengendalikan hama pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum. L*) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter jumlah anakan.

Hasil menunjukkan bahwa pemberian Bayam (*Amaranthus spp*) (R1) memberikan pengaruh baik dengan memiliki jumlah anakan sebanyak 11,33 anakan dibandingkan dengan perlakuan lain (Gambar 2).



Gambar 2. Diagram jumlah anakan (anakan) pada efektifitas pemanfaatan berbagai tanaman perangkap (refugia) untuk mengendalikan hama pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*. L).

Jumlah Umbi yang Terserang Hama (Umbi)

Data pengamatan jumlah umbi yang terserang hama dan sidik ragam menunjukkan bahwa efektifitas pemanfaatan berbagai tanaman perangkap (refugia) untuk mengendalikan hama pada tanaman

bawang merah (*Allium ascalonicum*. L) memberikan pengaruh nyata pada parameter jumlah umbi yang terserang hama terhadap tanaman bawang merah (Tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata jumlah umbi yang terserang hama (umbi) pada efektifitas pemanfaatan berbagai tanaman refugia untuk mengendalikan hama pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*. L)

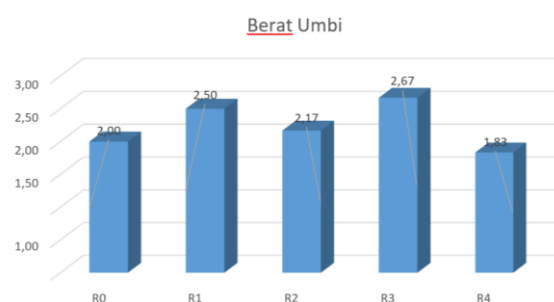
| Pemberian mol (ml/liter air) | Rata-Rata | BNT Taraf α 0,05 |
|--|-------------------|-------------------------|
| (R0) Control | 2,67 ^c | 0,40 |
| (R1) Bayam (<i>Amaranthus spp</i>) | 3,33 ^b | |
| (R2) Tapak Dara (<i>Catharanthus roseus</i>) | 3,67 ^a | |
| (R3) Bunga Kertas (<i>Zinnia</i>) | 4,00 ^c | |
| (R4) Kenikir (<i>Tagetes erecta</i>) | 2,33 ^c | |

Keterangan : Angka-angka yang di ikuti oleh huruf yang tidak sama berarti berbeda nyata pada UJBD Taraf α 0,05

Hasil Uji Berbeda Nyata Terkecil (BNT) pada Taraf α 0,05 pada Tabel 4. Memperlihatkan bahwa Kenikir (*Tagetes erecta*) (R4) memberikan pengaruh lebih baik dan berbeda nyata dengan kontrol (R0) Tapak Dara (*Catharanthus roseus*) (R2) serta Bunga Kertas (*Zinnia*) (R3) perpengaruh nyata dengan perlakuan (R1) dan (R2).

Berat Umbi Per Rumpun (g)

Data pengamatan berat umbi per rumpun (g) dan sidik ragam disajikan pada tabel lampiran 7a. dan 7b. sidik ragam menunjukkan bahwa efektifitas pemanfaatan berbagai tanaman perangkap (refugia) untuk mengendalikan hama pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*. L) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter berat umbi per rumpun (Gambar 3).



Gambar 3. Diagram berat umbi per rumpun (g) pada efektifitas pemanfaatan berbagai tanaman perangkap (refugia) untuk mengendalikan hama pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*. L).

Hasil menunjukkan bahwa pemberian Bunga Kertas (*Zinnia*) (R3) memberikan pengaruh baik, dengan memiliki berat umbi per rumpun nilai 2,67 g dibandingkan dengan perlakuan lain (Gambar 3).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Perlakuan Bayam (*Amaranthus spp*) (R1) memberikan pengaruh baik pada parameter tinggi tanaman, jumlah musuh alami, dan jumlah anakan.
2. Perlakuan Bunga Kertas (*Zinnia*) (R3) memberikan pengaruh baik pada parameter jumlah hama pada tanaman dan berat umbi.
3. Perlakuan Bunga Kenikir (*Tagetes erecta*) (R4) memberikan pengaruh baik pada parameter jumlah daun yang terserang hama dan jumlah umbi yang terserang hama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada Dekan, Ketua Program Studi Agroteknologi beserta Dosen Fakultas Pertanian Universitas Kristen Indonesia Toraja, Fakultas Pertanian Universitas Al- Syariah Mandar, Serta Kepada Dinas Pertanian dan Pangan sehingga penelitian ini dapat berlangsung dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Allifah, AFAN, B Yanuwadi, ZP Gama, AS Laksono.

2013. Refugia sebagai microhabitat untuk meningkatkan peran musuh alami di lahan pertanian. Prosiding FMIPA Universitas Pattimura 2013. ISBN : 978-602-97522-0-5. Jurusan Biologi. Fakultas MIPA. Universitas Brawijaya Malang.
- Ditjen Hortikultura. 2012. Budidaya Bawang Merah Di luar Musim, Teknologi Unggulan Mengantisipasi Dampak Perubahan Iklim. Agro Inovasi. Jakarta Pres.
- Eufrocinio. 2002. Efektivitas Ekstrak Daun Tapak Dara (*Catharanthus roseus*) Sebagai larvasida nyamuk culex. Institut Pertanian Bogor. Rofindra Rohananto 2013.
- Hariana. 2008. Efektivitas Ekstrak Daun Tapak Dara (*Catharanthus roseus*) S larvasida nyamuk culex, institut pertanian bogor bogor, Rofindra Rohananto 2013.
- Mahmud, T. 2006. Identifikasi Serangga di sekitar Tumbuhan Kangkungan (*Ipomoeas crassicaulis* RooB). [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Malang.
- Pujiastuti *et. Al.* 2015. Peran Tanaman Refugia terhadap Kelimpahan Serangga Herbivora pada Tanaman Padi Pasang Surut". Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal (8-9 Oktober 2015).
- Retno Widowati, 2018. Si Cantik Pengusir Hama di Lahan Sawah, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Timur. Samarinda-Kalimantan Timur.
- Suwandi. 2014. Budidaya Bawang Merah Di luar Musim, Teknologi Unggulan Mengantisipasi Dampak Perubahan Iklim. Agro Inovasi. Jakarta Pres.

Pengendalian Hama Pengganggu pada *Lodoicea maldivica* (J.F.Gmelin) Pers. Koleksi Kebun Raya Bogor

Sumanto

Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya (P2KTKR)-LIPI
Jalan Ir.H.Djuanda No.13 Bogor

*Alamat korespondensi: sumanto0567@yahoo.com

ABSTRACT

Control of nuisance pest in *Lodoicea maldivica* (J.F.Gmelin) Pers. collection of Bogor Botanical Gardens

Lodoicea maldivica (J.F. Gmelin) Pers. or coco de mer has tall, slender stems measuring more than 30 meters above the ground. Based on the IUCN Red List, *L. maldivica* is included in the category of Vulnerable species, because this plant takes 25-50 years to mature and begins to bear fruit, can bear fruit up to 100-150 years old. The fruit will ripen after 7 years and germinate after 2 years. *L. maldivica* was first imported to the Bogor Botanical Gardens (KRB) in 1925 in the form of seeds, then on March 28, 1931 it was officially recorded as a KRB collection plant and planted in Vaccine XIX.P.14a. The first flowering was in 1961. The *L. maldivica* collection is currently the only adult plant collection, however, this plant is often subject to pest infestation which requires special attention to avoid disruption of growth and death. Pests that often attack are coconut leaf-eating caterpillars, shoot borer and leaf miner beetles. Pest control is carried out chemically.

Keywords: *Lodoicea maldivica* (J.F. Gmelin) Pers.), collection plant, vulnerable, pest attack

ABSTRAK

Lodoicea maldivica (J.F. Gmelin) Pers. atau coco de mer memiliki batang tinggi ramping yang ukurannya lebih dari 30 meter di atas tanah. Berdasarkan Daftar Merah (Red List) IUCN, *L. maldivica* termasuk dalam kategori spesies rawan terancam (Vulnerable), karena tumbuhan ini membutuhkan waktu 25-50 tahun untuk dewasa dan mulai berbuah, dapat berbuah hingga berumur 100-150 tahun. Buah akan matang setelah 7 tahun dan berkecambah setelah 2 tahun. *L. maldivica* pertama kali didatangkan ke Kebun Raya Bogor (KRB) pada tahun 1925 dalam bentuk biji, kemudian tanggal 28 Maret 1931 resmi tercatat sebagai tanaman koleksi KRB dan ditanam di Vak XIX.P.14a. Berbunga pertama pada tahun 1961. Koleksi *L. maldivica* saat ini merupakan koleksi tanaman dewasa satu-satunya, namun tanaman ini sering mengalami gangguan serangan hama yang memerlukan perhatian khusus untuk menghindari terganggunya pertumbuhan hingga kematian. Hama yang sering menyerang adalah ulat pemakan daun kelapa, kumbang penggerek pucuk dan kumbang penggorok daun. Pengendalian hama pengganggu dilakukan secara kimiawi.

Kata kunci: *Lodoicea maldivica* (J.F. Gmelin) Pers.), tanaman koleksi, vulnerable, serangan hama

PENDAHULUAN

Lodoicea maldivica (J.F. Gmelin) Pers. atau kelapa maladewa karena berasal dari Maladewa tercermin dalam nama ilmiahnya *L. maldivica*, juga disebut coco de mer palm atau kelapa laut dari Kepulauan Seychelles di Samudra Hindia. Tanaman ini dapat tumbuh antara 25 hingga 35 meter dengan panjang tangkai daunnya dapat mencapai 4 meter. Dari bentuk pohonnya seperti melihat pohon kelapa. Namun yang menarik dan unik adalah biji

dari pohon ini berbentuk seperti 2 buah kelapa berdempet. Buah dewasa berdiameter 40–50 cm dan berat 15–30 kg, bijinya berbobot hingga 17,6 kg mungkin yang paling berat di dunia dan menghasilkan kotiledon sampai 4 meter. Bunga jantannya tersusun dalam karangan yang berbentuk batang dan panjangnya bisa 1 meter. Biji-bijinya juga menarik perhatian lantaran dianggap memiliki kemiripan dengan bokong wanita. Itulah kenapa

salah satu nama botani milik coco de mer adalah *Lodoicea callipyge* yang berarti 'bokong yang indah.

Berdasarkan (Red List) IUCN, *L. maldivica* termasuk dalam kategori spesies rawan terancam (vulnerable), karena tumbuhan ini membutuhkan waktu 25-50 tahun untuk dewasa dan mulai berbuah. Tanaman ini masih dapat berbuah hingga berumur 100-150 tahun. Buah akan matang setelah 7 tahun dan berkecambah setelah 2 tahun. *L. maldivica* pertama kali didatangkan ke Kebun Raya Bogor (KRB) pada tahun 1925 dalam bentuk biji, dan pada tanggal 28 Maret 1931 tanaman ini resmi tercatat sebagai tanaman koleksi KRB dan ditanam di Vak XIX.P.14a. Berbunga pertama kali pada tahun 1961 berarti umur tanaman ini sudah 30 tahun, dan diketahui sebagai bunga betina. Maka untuk mendapatkan keturunannya diperlukan bunga jantan (serbuk sari) dari individu lain yang tidak dimiliki oleh Kebun Raya Bogor. Pada tanggal 1 April 2004 dilakukan penyerbukan dengan menggunakan serbuk sari *L. maldivica* yang didatangkan dari Kebun Raya Singapura dengan cara menempelkan serbuk sari secara langsung. Dari delapan bunga yang diserbuki hanya dua buah yang berhasil dibuahi dan menghasilkan buah. Pada tanggal 29 Juni 2010 dilaporkan salah satu dari buah tersebut lepas dari tandan buahnya kemudian dilakukan pemanenan pada tanggal 2 Juli 2010, buah yang dipanen tersebut genap berumur 6 tahun 2 bulan.

Semua bagian tanaman dapat terserang hama baik daun, batang, akar, bunga dan buah. Akibat serangan hama tersebut akan berpengaruh terhadap morfologi dan fisiologi tanaman serta membuat pertumbuhan terganggu. Perlu pengetahuan tentang jenis-jenis hama yang menyerang berhubungan dengan ekobiologi, kerusakan yang diakibatkan dan cara pengendaliannya. Dengan mengetahui ekobiologi dan ciri-ciri serangan hama diharapkan metode pengendalian yang digunakan efektif dan aman terhadap lingkungan.

Beberapa jenis hama yang dapat merusak tanaman kelapa dan tanaman palma lainnya diantaranya kumbang *Promecotheca cumingii* Baly., *Oryctes rhinoceros*, *Brontispa* sp, dan *Rhynchophorus ferrugineus*. serta jenis-jenis hama lainnya (Hosang, 2010). Kumbang kelapa *Promecotheca cumingii* Baly. Selain tanaman kelapa diserang juga tanaman kelapa sawit, pinang, sagu *Metroxylon*, dan tanaman palma lain. Hama ini telah dilaporkan sebagai hama utama pada tanaman kelapa di Indonesia, tetapi eksplosif hama ini jarang terjadi secara terus menerus dalam periode yang lama. Ohler

(2015) menyatakan bahwa hama ini merupakan hama penting pada tanaman kelapa di Filipina, Singapura, Malaysia dan Indonesia. Hama ini merusak daun kelapa, sehingga jaringan akan mati kemudian berubah warna menjadi coklat, dan pada serangan berat tanaman kelihatan seperti terbakar dan buahnya akan gugur. Pengendalian hama ini pada umumnya hanya bersifat parsial dan beberapa metode belum dipelajari sampai tuntas, sehingga masih perlu dilakukan penelitian dan pengembangan supaya diperoleh inovasi teknologi pengendalian yang terbaik. Beberapa komponen teknologi pengendalian mempunyai prospek yang baik untuk diterapkan dan dikembangkan untuk waktu mendatang diantaranya pengendalian secara budidaya, hayati, mekanis, penggunaan insektisida dan penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) untuk membatasi kerugian akibat serangan hama tersebut di lapangan.

Di Indonesia dikenal dua jenis *Promecotheca*, yaitu *Promecotheca cumingii* Baly dan *Promecotheca soror* Maul. Hama *P. cumingii* berwarna coklat atau coklat kemerahan, panjangnya 8-9 mm (Kalshoven, 1981; Ohler, 2015). Hama *P. soror* berwarna hitam pada bagian ujung elytra, panjangnya 7,5-8 mm. Aplikasi insektisida yang sesuai diterapkan untuk menekan populasi *P. cumingii* adalah metode infus akar untuk tanaman muda dan injeksi batang untuk tanaman tua dengan menggunakan insektisida sistemik. Hal ini dimaksudkan untuk membunuh larva yang makan dan berkembang diantara epidermis anak daun. Anjuran penggunaan insektisida sistemik digunakan jika rata-rata populasi larva lebih dari satu individu per daun (Balitka, 1990).

Kerusakan tanaman akibat serangan hama *P. cumingii* sangat merugikan sehingga perlu penanganan yang terpadu. Penggunaan insektisida secara terus menerus tidak baik karena dapat mencemari lingkungan hidup. Untuk itu selain digunakan insektisida sistemik, maka perlu dilakukan perbaikan teknik budidaya melalui pemupukan supaya dapat mempercepat *recovery* tanaman di lapangan. Dapat juga diterapkan pengendalian secara mekanis karena tidak berpengaruh buruk terhadap lingkungan hidup. Pada tanaman muda, dapat dikumpulkan larva, pupa, dan imago kemudian dimusnahkan. Kedepan dapat dimaksimalkan pemanfaatan musuh alami (parasitoid, predator dan entomo-patogen) supaya dapat menekan populasi hama dalam jangka panjang dan ramah lingkungan. Konsepsi pengendalian hama terpadu dengan memanfaatkan semua teknik pengendalian yang

sesuai, perlu diterapkan untuk menekan populasi hama *P. cumingii* agar tidak terjadi kerugian yang lebih besar.

Hama *Oryctes rhinoceros* menyebar hampir di seluruh Indonesia karena ketersediaan inang dan tumpukan bahan organik dilapangan sebagai tempat perkembangbiakan dan makanan larva. Hama ini menyerang pucuk pohon dan pangkal daun muda yaitu jaringan yang mengandung cairan yang kaya akan gizi (Santi dan Sumaryo, 2008). Gejala serangan hama *O. rhinoceros* nampak pada daun yang sudah terbuka, ditandai dengan adanya guntingan yang berbentuk huruf V terbalik. Menurut Singh dan Rethinam (2005) Hama *O. rhinoceros* dewasa terbang ketajuk kelapa pada malam hari dan mulai bergerak kebagian salah satu ketiak pelepah daun paling atas dan memakan pelepah daun muda yang belum terbuka, bekas gigitan akan menyebabkan daun seperti tergunting dan jelas terlihat setelah daun terbuka. Tampak guntingan-guntingan pada daun yang baru terbuka berbentuk seperti segitiga (Endro dkk, 2013). Stadia yang mengganggu tanaman dari kumbang ini adalah stadia dewasanya (imago). Kumbang ini panjangnya 4 cm dan berwarna coklat tua dan pada kepalanya terdapat tanduk atau cula. Larvanya berwarna putih, silindris, gemik, berkerut-kerut, agak melengkung. Pupanya berwarna coklat kekuningan. Siklus hidupnya berlangsung 8-11 bulan yaitu stadia telur 9-14 hari, larva (instar) 106-141 hari, pupa 18-23 hari, praimago 15-20 hari dan imago 90-138 hari (Lubis, 2008).

Kumbang penggorok daun (*Brontispa longissima*) dengan tanda-tanda: mengakibatkan kerusakan pohon palem muda, kumbang bersembunyi diantara lipatan anak daun muda yang belum terbuka. Daun akan berkerut sampai mati. Pengendalian: dengan memotong daun yang diserang, menyemprot tanaman tiap-tiap 4-6 minggu dengan insektisida memiliki bahan aktif karbaril s

Kedepan dapat dimaksimalkan pemanfaatan musuh alami (parasitoid, predator dan entomopatogen) supaya dapat menekan populasi hama dalam jangka panjang dan ramah lingkungan. Konsepsi pengendalian hama terpadu dengan memanfaatkan semua teknik pengendalian yang sesuai, perlu diterapkan untuk menekan populasi hama *P. cumingii* di lapangan agar tidak terjadi kerugian yang lebih besar.

BAHAN DAN METODE

Alat yang digunakan adalah binocular, alat tulis, tangga, gunting stek, galah, tali rafia, tali tambang, golok. Penelitian di lakukan dengan metode survei atau dengan pengamatan langsung di lokasi *L. maldivica* ditanam yaitu di Vak XIX.P.14a. Setiap terlihat adanya serangan hama kemudian dilakukan identifikasi jenis hama dan kemudian dilakukan pengendalian hama tersebut. Pengendalian awal dilakukan secara mekanik dan apabila serangan semakin serius baru dilakukan pengendalian secara kimiaawi.



Gambar 1. Buah *Lodoicea maldivica* (J.F. Gmelin) Pers. atau kelapa maladewa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi hama dilakukan berdasarkan ciri-ciri morfologi imago (Kalshoven, 1981) dan komunikasi pribadi dengan rekan peneliti di Bidang Zoologi Puslit Biologi-LIPI. Berdasarkan pengamatan di lapangan memperlihatkan bahwa tahap perkembangan larva *P. cumingii* sangat erat kaitan dengan kemampuan makannya, makin dewasa larva

makin banyak daun yang dikonsumsi. Kumbang biasanya makan daun muda dan meninggalkan bekas gigitan memanjang pada bagian bawah anak daun. Kumbang ini Bergeraknya lambat dan terbang tidak jauh. Aplikasi insektisida yang diterapkan untuk menekan populasi *P. cumingii* adalah metode injeksi batang dengan menggunakan insektisida sistemik.

O. rhinoceros merusak pelepah daun kelapa dengan gejala serangan nampak pada daun yang

sudah terbuka, ditandai dengan adanya guntingan yang berbentuk huruf V terbalik. Apabila serangan berat tanaman kelapa dapat mati. Sistem perawatan dan kebersihan kebun yang baik sangat menentukan perkembangbiakan hama ini. Adanya tumpukan pelepah daun basah dan kering, pangkal pohon yang masih tinggal tertanam didalam tanah sisa tebangan yang dibiarkan begitu saja dapat dijadikan tempat berkembangbiak bagi hama *O. rhinoceros*.

Kumbang penggorok daun (*Brontispa longissima*) dengan tanda-tanda: mengakibatkan kerusakan pohon palem muda, kumbang bersembunyi diantara lipatan anak daun muda yang belum buka. Daun akan berkerut sampai mati. Pengendalian: dengan memotong daun yang diserang, menyemprot tanaman tiap-tiap 4-6.

SIMPULAN

Perlu dimaksimalkan pemanfaatan musuh alami (parasitoid, predator dan entomo-patogen) supaya dapat menekan populasi hama dalam jangka panjang dan ramah lingkungan. Konsep pengendalian hama terpadu dengan memanfaatkan semua teknik pengendalian yang sesuai, perlu diterapkan untuk menekan populasi hama di lapangan agar tidak terjadi kerugian yang lebih besar. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa hama yang

merusak *L. maldivica* tanaman koleksi KRB adalah *Promecotheca cumingii* Baly., *Oryctes rhinoceros* dan kumbang penggorok daun.

DAFTAR PUSTAKA

- Balitka. 1990. Pedoman pengendalian hama dan penyakit kelapa. Badan Litbang Pertanian, Balitka, FAO/UNDP, Ditjenbun, Direktorat Perlindungan Perkebunan.
- Hosang, MLA, dan JC Alouw. 2014. Parasitoid, predator dan entomopatogen pada hama kelapa *Brontispa longissima* (Gestro). Prosiding Kongres VIII dan Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi. Bogor, 24-26 Januari 2012. Perhimpunan Entomologi Indonesia. 348-359.
- Salim, dan MLA Hosang. 2013. Serangan *Oryctes rhinoceros* pada kelapa kopyor di beberapa sentra produksi dan potensi *Metarhizium anisopliae* sebagai musuh alami. Buletin Palma. 14(1): 54-60.
- Singh, SP, and P Rethinam. 2005. *Rhinoceros Beetles*. APCC. Jakarta.
- Susanto, A, Sudharto, dan AE Prasetyo. 2011. Informasi Organisme Pengganggu Tanaman Kumbang Tanduk *Oryctes rhinoceros* Linn. Artikel. Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Tanggap Ketahanan Aksesi Jagung terhadap Penyakit Bulai (*Peronosclerospora maydis*)

M. Ace Suhendar

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
Jl. Tentara Pelajar 3A Bogor 16111

*Alamat korespondensi: ace_suhendar62@yahoo.com

ABSTRACT

Response of Corn Accession Resistance to Downy Mildew (*Peronosclerospora maydis*)

Downy mildew disease is the major factor contribute to low productivity in maize cultivation. The research was carried out at the Cikeumeuh Experimental Garden, BB Biogen Bogor in the 2018 rainy season. One hundred accessions of corn germ plasm were tested for downy mildew resistant. The resistant control variety is Bisma and the susceptible is Srikandi Kuning. Control varieties as a check are planted at the beginning of the plot, mid-plot, and end of the plot. Spacing of 50 cm x 20 cm. Each variety is planted as long as 5 m (in 2 rows) with 2 seeds/hill, without thinning. The experiment design used was a randomized block design with 3 replications. Urea fertilizer applied of 100 kg + 200 kg TSP + 50 kg KCl / ha at planting. The second application of fertilizer is 200 kg of urea is given at 28 days after planting. To obtain sources of transmissible disease, at 3 weeks before testing, the susceptible corn variety were planted as much as 2 lines around the experimental plot. That those corn variety which is as original source of transmissible disease was not inoculated with spores, but to increase the incidence of downy mildew, the source variety were also inoculated with virulent spores. If the infectious source has been attacked by 70-80%, then the tested varieties are planted. Four days after the plants tested grew, the corn plant was artificially inoculated with the suspension of spores at 4 days after planting. The second inoculation was carried out at 7 days after the first inoculation. Observation of this disease was carried out at 14 days after inoculation. The results showed that there were variations in the resistance of corn tested against downy mildew disease in the field. The result indication that 4 accessions were resistant, 46 accessions were rather resistant, 32 accessions were susceptible, and 18 accessions were very susceptible to downy mildew disease. Accession to downy mildew-resistant maize can be used as a source of resistance genes in downy mildew-resistant maize breeding programs.

Keywords: Resistance, corn, *Peronosclerospora maydis*

ABSTRAK

Budidaya jagung sering menghadapi serangan penyakit bulai yang muncul di pertanaman dan dapat menurunkan hasil panen. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Cikeumeuh, BB Biogen Bogor pada musim penghujan 2018. Sumber daya genetik jagung yang diuji sebanyak 100 aksesi yang merupakan koleksi benih jagung di Bank Gen BB Biogen Bogor. Varietas pembanding tahan yaitu Bisma dan pembanding rentan yaitu Srikandi Kuning. Varietas pembanding ditanam pada awal plot, pertengahan plot, dan akhir plot. Jarak tanam 50 cm x 20 cm. Tiap varietas ditanam sepanjang 5 m (dalam 2 baris) dengan 2 biji/lubang tanam, tanpa penjarangan. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dengan 3 ulangan. Pupuk urea diberikan pada saat tanam dengan dosis 100 kg + 200 kg TSP + 50 kg KCl/ha secara tugal. Pemupukan ke-2, sebanyak 200 kg urea diberikan pada umur 28 HST. Untuk mendapatkan sumber penular penyakit bulai, pada saat 3 minggu sebelum pengujian, ditanam varietas jagung rentan sebanyak 2 baris di sekeliling petak percobaan. Varietas sumber penular awalnya tidak diinokulasi spora bulai, tetapi untuk meningkatkan serangan bulai, varietas sumber juga diinokulasi dengan spora bulai yang virulen. Apabila sumber penular telah terserang 70-80%, maka varietas yang diuji ditanam. Empat hari setelah tanaman yang diuji tumbuh, pertanaman jagung uji diinokulasi buatan dengan suspensi spora bulai. Inokulasi kedua dilakukan pada 7 hari setelah inokulasi pertama. Pengamatan serangan bulai dilakukan 14 hari setelah inokulasi. Hasil

penelitian menunjukkan terdapat variasi ketahanan jagung yang diuji terhadap penyakit bulai di lapang. Diperoleh 4 akses jagung tahan, 46 akses agak tahan, 32 akses rentan, dan 18 akses sangat rentan terhadap penyakit bulai. Akses jagung yang tahan bulai dapat digunakan sebagai sumber gen ketahanan dalam program pemuliaan tanaman jagung tahan bulai.

Kata kunci: Ketahanan, jagung, *Peronosclerospora maydis*

PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) adalah tanaman sereal terkemuka dunia dalam hal produksi, dengan 1093 juta metrik ton yang diproduksi di 186 juta hektar di seluruh dunia. Jagung ditanam di daerah beriklim sedang dan tropis di dunia dan sebagian besar (sekitar 80%) diproduksi dalam kondisi hujan di sub-Sahara Afrika, Asia Selatan dan Tenggara, dan Amerika Latin (Kim, *et al.*, 2020). Kebutuhan jagung nasional sebesar 21.108 ton pada tahun 2014 dan 21.154 ton pada tahun 2015 sedangkan nilai produksi dalam negeri baru mencapai 19.008 ton pada tahun 2014 dan 19.612 ton pada tahun 2015. Kondisi ini kurang menguntungkan terhadap laju permintaan jagung yang lebih tinggi (Badan Pusat Statistik, 2018).

Kendala biotik yang paling banyak mengganggu tanaman jagung adalah penyakit bulai yang disebabkan oleh cendawan strain *Peronosclerospora maydis*. Penyakit ini menyebabkan kehilangan hasil yang signifikan di daerah subtropis dan tropis di seluruh dunia. Berbagai strain penyakit bulai telah dilaporkan, dan resistensi terhadapnya dikendalikan secara poligenik (Kim, *et al.*, 2020). Munculnya gejala penyakit pada tanaman merupakan interaksi antara tiga faktor utama, yaitu patogen yang virulen, tanaman inang yang rentan, dan lingkungan yang mendukung.

Penyakit bulai sekarang sudah menjadi ancaman yang serius pada sebagian wilayah sentra produksi jagung di Indonesia (Widiantini *et al.*, 2015). Spesies penyebab penyakit bulai yang ditemukan di wilayah Pulau Jawa adalah *P. maydis*, sedangkan di wilayah Sulawesi yaitu *P. philippinensis*. Hasil identifikasi dan tingkat serangan penyakit bulai di Lampung Timur terdapat dua spesies penyebab penyakit bulai yaitu *P. maydis* dan *P. sorghi* (Kurniawan *et al.* 2017). Selanjutnya dilaporkan bahwa spesies *P. sorghi* juga menyerang tanaman jagung di Kabupaten Pesawaran dan *P. maydis* menyerang tanaman jagung di Kabupaten Lampung Selatan.

Faktor iklim seperti kelembaban dan suhu udara sangat mempengaruhi perkembangan cendawan ini, terutama pada kelembaban di atas 80%

dan suhu 28-30°C serta adanya embun (Agrios, 2016). Gejala khas bulai adalah adanya warna klorotik memanjang sejajar tulang daun dengan batas yang jelas antara daun sehat. Pada daun permukaan atas dan bawah terdapat warna putih seperti tepung dan ini sangat jelas pada pagi hari. Selanjutnya pertumbuhan tanaman jagung akan terhambat, termasuk pembentukan tongkol, bahkan tongkol tidak terbentuk, daun-daun menggulung dan terpuntir serta bunga jantan berubah menjadi massa daun yang berlebihan. Sifat ketahanan jagung terhadap penyakit bulai sangat relatif dan sampai saat ini belum ditemukan varietas yang imun. Teknologi yang direkomendasikan untuk pengendalian bulai: a). Menekan sumber inokulum dengan periode bebas tanaman jagung; b). Penanaman serempak pada area luas; c). Menanama varietas jagung tahan bulai, dan d). Eradikasi tanaman jagung terkena bulai (Azri, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk menguji ketahanan 100 akses jagung terhadap penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*) di lapang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Cikeumeuh, BB Biogen Bogor pada musim penghujan 2018. Sebanyak 100 akses jagung diuji ketahanannya terhadap penyakit bulai. Varietas pembanding tahan yaitu varietas Bisma dan varietas pembanding rentan yaitu Srikandi Kuning. Varietas pembanding ditanam 2 baris pada awal plot, pertengahan plot, dan pada akhir plot. Jarak tanam 50 cm x 20 cm. Tiap akses jagung ditanam sepanjang 5 m (dalam 2 baris) dengan 2 biji/lubang tanam, tanpa penjarangan. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dengan 3 ulangan. Pupuk urea diberikan pada saat tanam dengan dosis 100 kg + 200 kg TSP + 50 kg KCl/ha secara tugal. Pemupukan ke-2 sebanyak 200 kg Urea diberikan pada umur 28 HST. Untuk mendapatkan sumber penular, 3 minggu sebelum pengujian, ditanam varietas yang rentan sebanyak 2 baris di sekeliling petak percobaan. Varietas sumber penular awalnya tidak diinokuksi spora bulai, tetapi untuk meningkatkan serangan

bulai, varietas sumber juga diinokulasi dengan spora bulai yang virulen. Apabila sumber telah terserang 70-80%, maka varietas yang diuji ditanam. Empat hari setelah tanaman yang diuji tumbuh, pertanaman jagung diinokulasi buatan dengan spora. Inokulasi kedua dilakukan pada 7 hari setelah inokulasi pertama. Pengamatan serangan bulai dilakukan pada 14 hari setelah inokulasi. Penilaian ketahanan berdasarkan persentase tanaman yang terserang penyakit bulai diklasifikasikan pada Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya keragaman ketahanan aksesi jagung yang diuji terhadap penyakit bulai. Diperoleh sebanyak 4 aksesi jagung bereaksi tahan yaitu Jagung Maria A (No.

Register 3540), Lokal Raya Baru (No. Register 3579), Gandu Badai (J. Ketan) (No. Register 3606), dan Lokal 5005 (No. Register 3625) (Tabel 1). Data lengkap reaksi ketahanan 100 aksesi jagung terhadap penyakit bulai disajikan pada Lampiran Tabel 1.

Tabel 1. Skala penilaian ketahanan tanaman nutfah jagung terhadap penyakit bulai

| Intensitas Penyakit (%) | Reaksi ketahanan |
|-------------------------|------------------|
| 0-5 | Sangat tahan |
| >5-10 | Tahan |
| >10-25 | Agak tahan |
| 25-50 | Rentan |
| >50 | Sangat rentan |

Tabel 2. Aksesi jagung yang tahan terhadap penyakit bulai (*Perenosclerospora maydis*)
KP. Cikeumeuh, BB Biogen Bogor, MP 2018

| No. Register | Nama Aksesi | Intensitas penyakit (%) | Reaksi Ketahanan |
|--------------|------------------------|-------------------------|------------------|
| 3540 | Jagung Maria A | 9,5 | T |
| 3579 | Lokal Raya Baru | 5,6 | T |
| 3606 | Gandu Badai (J. Ketan) | 8,2 | T |
| 3625 | Lokal 5005 | 10,3 | T |

Secara keseluruhan, berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa dari 100 aksesi jagung yang diuji, hanya diperoleh 4 aksesi jagung tahan bulai (4%), 46 aksesi agak tahan (46%), 32 rentan (32%), dan 18 aksesi sangat rentan (18%). Aksesi jagung yang bereaksi rentan - sangat rentan cukup tinggi (50%), hal ini kemungkinan disebabkan terjadinya serangan penyakit bulai cukup tinggi yang disebabkan faktor lingkungan yang mendukung seperti curah hujan yang cukup tinggi pada saat pengujian berlangsung. Inokulasi spora bulai yang dilakukan 2 kali juga menyebabkan tingginya intensitas penyakit bulai di lapang.

Suhendar dan Matsohan (2017) melaporkan bahwa hasil pengujian ketahanan galur jagung terhadap bulai pada tahun 2106 menunjukkan tidak satupun dari 50 aksesi jagung yang diuji resisten terhadap penyakit bulai. Sebanyak 48 aksesi jagung yang diuji sangat rentan dengan intensitas penyakit 52,5-100% dan 2 aksesi jagung rentan dengan intensitas penyakit 50%. Banyaknya tanaman jagung yang terserang penyakit bulai kemungkinan besar

disebabkan oleh faktor lingkungan seperti curah hujan dan kelembaban yang tinggi di lokasi pengujian yang dapat menyebabkan berkembangnya inokulum atau spora dan menginfeksi sebagian besar tanaman jagung yang diuji. Suhendar (2012) melaporkan pada pengujian 10 varietas jagung hibrida terhadap penyakit bulai diperoleh 2 varietas tahan yaitu No. 415 M dan No. 494 Kedua varietas yang berpotensi dilepas sebagai varietas jagung hibrida tahan terhadap penyakit bulai. Hasil penelitian Pakki dan Mappagangang (2018) diperoleh 5 aksesi jagung yang tahan terhadap *P. Philippinensis* (patogen tersebar di wilayah Sulawesi) yaitu aksesi CML 440xMR4-9-30-3, 664, 60, 572, dan 552 dengan intensitas infeksi bulai 5-10%. Hasil penelitian Daryono *et al.* (2018) di Yogyakarta menunjukkan bahwa kultivar Bisi-816, Lagaligo, dan Talenta sangat tahan terhadap bulai. Sementara itu Pioneer-21 agak tahan terhadap bulai.

Selain diperoleh data aksesi yang tahan dan agak tahan terhadap bulai, juga diperoleh aksesi jagung yang bereaksi rentan (32 aksesi) dan sangat rentan (18 aksesi) (Lampiran Tabel 1).

Tabel 3. Aksesi jagung yang agak tahan terhadap penyakit bulai (*Perenosclerospora maydis*)

KP. Cikeumeuh, BB Biogen Bogor, 2018.

| No. | Regst. | Nama Akses | IP pada Ulangan | | | Jumlah | Rata-rata | Reaksi |
|-----|--------|-------------------------------------|-----------------|------|------|--------|-----------|--------|
| | | | I | II | III | | | |
| 1 | 586 | Bastar Kuning | 37.5 | 15.4 | 10 | 62.9 | 21.0 | AT |
| 2 | 843 | Penduduk Ngale | 37.5 | 5 | 16.7 | 59.2 | 19.7 | AT |
| 3 | 1904 | Genjah Kretek | 42.5 | 10 | 0 | 52.5 | 17.5 | AT |
| 4 | 2026 | Leha leha | 57.5 | 4.8 | 7.5 | 69.8 | 23.3 | AT |
| 5 | 2067 | Lokal Putih | 47.6 | 26.1 | 0 | 73.7 | 24.6 | AT |
| 6 | 2113 | Ketip (Putih) | 35.7 | 7.5 | 0 | 43.2 | 14.4 | AT |
| 7 | 2178 | Cettek | 8 | 26.3 | 5 | 39.3 | 13.1 | AT |
| 8 | 2462 | Ketan Putih | 54.5 | 9.8 | 0 | 64.3 | 21.4 | AT |
| 9 | 3041 | Lokal NTB | 12.5 | 29.4 | 0 | 41.9 | 14.0 | AT |
| 10 | 3090 | Lokal Rempek | 27.5 | 17.5 | 13.2 | 58.2 | 19.4 | AT |
| 11 | 3094 | Lokal Tanjung | 25 | 12.5 | 30 | 67.5 | 22.5 | AT |
| 12 | 3109 | Ketan Putih | 52.5 | 9.5 | 11.4 | 73.4 | 24.5 | AT |
| 13 | 3125 | Lokal Mendane | 62.5 | 0 | mati | 62.5 | 20.8 | AT |
| 14 | 3184 | Lokal Dasan Lekong | 48.6 | 9.5 | mati | 58.1 | 19.4 | AT |
| 15 | 3210 | Lokal Sukadana | 25.6 | 5 | 17.5 | 48.1 | 16.0 | AT |
| 16 | 3242 | Ingsa | 37.5 | 15 | 15.4 | 67.9 | 22.6 | AT |
| 17 | 3243 | Lokal Tulamben | 47.6 | 5.3 | 0 | 52.9 | 17.6 | AT |
| 18 | 3275 | Lokal Ndudu | 10 | 15 | 12.5 | 37.5 | 12.5 | AT |
| 19 | 3288 | Lokal Paneraga | 28.2 | 15.8 | 32 | 76 | 25.3 | AT |
| 20 | 3296 | Lokal Majalengka | 37.5 | 12.2 | mati | 49.7 | 16.6 | AT |
| 21 | 3311 | Pirta | 34.5 | 19 | 12.5 | 66 | 22.0 | AT |
| 22 | 3312 | Cikur | 42.9 | 12.5 | 0 | 55.4 | 18.5 | AT |
| 23 | 3319 | Lokal | 45.7 | 5.1 | 17.5 | 68.3 | 22.8 | AT |
| 24 | 3504 | Jagung Batu Kebayan Jagung Lokal | 30.8 | 12.5 | 5.1 | 48.4 | 16.1 | AT |
| 25 | 3507 | Dadapan | 42.9 | 23.1 | 7.5 | 73.5 | 24.5 | AT |
| 26 | 3508 | Reket | 38.9 | 15 | 20 | 73.9 | 24.6 | AT |
| 27 | 3510 | Latung Roje | 23.8 | 16.7 | 20 | 60.5 | 20.2 | AT |
| 28 | 3523 | Jagung Lokal | 39.5 | 12.8 | 15.4 | 67.7 | 22.6 | AT |
| 29 | 3530 | Jagung Kuning | 28.9 | 15 | 12.5 | 56.4 | 18.8 | AT |
| 30 | 3534 | Baso Lagi | 33.3 | 14.3 | 0 | 47.6 | 15.9 | AT |
| 31 | 3535 | Baso Piako | 31.4 | 0 | 20 | 51.4 | 17.1 | AT |
| 32 | 3536 | Baso Lege 111 | 27.5 | 8.6 | 25.6 | 61.7 | 20.6 | AT |
| 33 | 3547 | Jagung Contoh | 28.2 | 30 | 0 | 58.2 | 19.4 | AT |
| 34 | 3550 | Bulareget/J.Pulut | 37.5 | 12.5 | 17.5 | 67.5 | 22.5 | AT |
| 35 | 3565 | Jagung Bunga | 31 | 5 | 0 | 36 | 12.0 | AT |
| 36 | 3566 | Jagung Putih | 19.5 | 19.5 | 25 | 64 | 21.3 | AT |
| 37 | 3574 | Lokal Labu Tua | 41.7 | 23.3 | 23.1 | 88.1 | 29.4 | AT |
| 38 | 3575 | Lokal Sumut | 32.3 | 16.7 | 8 | 57 | 19.0 | AT |

Tabel 3. Akses jagung yang agak tahan terhadap penyakit bulai (*Perenosclerospora maydis*).
KP. Cikeumeuh, BB Biogen Bogor, 2018. (Lanjutan)

| No. | Regst. | Nama Akses | IP pada Ulangan | | | Jumlah | Rata-rata | Reaksi |
|-----|--------|------------|-----------------|--|--|--------|-----------|--------|
|-----|--------|------------|-----------------|--|--|--------|-----------|--------|

| | | | I | II | III | | | |
|----|------|--------------|------|------|------|------|------|----|
| 39 | 3596 | Jagung Gowa | 17.5 | 0 | 15 | 32.5 | 10.8 | AT |
| 40 | 3612 | Jagung Ketan | 19.4 | 0 | 25 | 44.4 | 14.8 | AT |
| 41 | 3620 | Jagung Pulut | 14.3 | 12.8 | 23.1 | 50.2 | 16.7 | AT |
| 42 | 3624 | Lokal 5004 | 20 | 15 | 32 | 67 | 22.3 | AT |
| 43 | 3626 | Lokal 5006 | 42.5 | 0 | 25 | 67.5 | 22.5 | AT |
| 44 | 3635 | Lokal 5016 | 23.3 | 14 | 5.7 | 43 | 14.3 | AT |
| 45 | 3639 | Lokal 5020 | 23.8 | 15 | 11.1 | 49.9 | 16.6 | AT |
| 46 | 3664 | Lokal 5046 | 12.8 | 10 | 35 | 57.8 | 19.3 | AT |

Hasil penelitian menunjukkan ada 46 aksesi jagung yang bersifat agak tahan (46%). Untuk lebih menjamin aksesi atau galur jagung bersifat tahan terhadap penyakit bulai diperlakukan penelitian ulang atau lanjutan sehingga diperoleh aksesi/galur jagung yang benar-benar tahan terhadap penyakit bulai. Aksesi atau galur jagung yang tahan terhadap penyakit bulai berpotensi digunakan sebagai bahan persilangan untuk mendapatkan varietas jagung tahan bulai.

SIMPULAN

Diperoleh 4 aksesi jagung tahan, 46 aksesi agak tahan, 32 aksesi rentan, dan 18 aksesi sangat rentan terhadap penyakit bulai. Diperlukan penelitian ulang untuk menguji lebih lanjut aksesi jagung yang masih bereaksi agak tahan terhadap bulai. Aksesi yang tahan dapat dipertimbangkan untuk digunakan sebagai bahan induk persilangan dalam program pemuliaan jagung tahan bulai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Dr. Nurul Hidayatun dan Dr. Dodin Koswanudin atas penyediaan benih jagung di Bank Gen BB. Biogen dan sarana penelitian yang digunakan, dan Saudara Matsohan sebagai tenaga teknis likayasa yang membantu kami selama kegiatan berlangsung. Kepada Bagian Proyek (DIPA TA. 2018) diucapkan terima kasih atas pendaan yang diberikan sehingga penelitian berlangsung lancar.

DAFTAR PUSTAKA

Agrios, GN. 2016. Plant Pathology, 4th ed. Academic Press, New York.
Azri, 2009. Teknologi Pengendalian Penyakit Bulai Tanaman Jagung. BPTP Kalimantan Barat-BBP2TP, Badan Litbang Pertanian.

Badan Pusat Statistik. 2018. Produksi Jagung 2014-2018. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
Daryono, BS, Purnomo, dan A Parazulfa. 2018. Uji ketahanan tujuh kultivar jagung (*Zea mays* L.) terhadap penyakit bulai (*Peronosclerospora* spp.). Biogenesis. 6 (1): 11-17.
Kim, HC, KH Kim, K Song, JY Kim, and BM Lee. 2020. Identification and Validation of Candidate Genes Conferring Resistance to Downy Mildew in Maize (*Zea mays* L.) *Genes*. MDPI. (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).
Kurniawan, AF, J Prasetyo, dan R Suharjo. 2017. Identifikasi dan tingkat serangan penyebab penyakit bulai di Lampung Timur, Pesawaran, dan Lampung Selatan. J. Agrotek Tropika. 5 (3): 163-168.
Pakki, S, dan Mappaganggang. 2018. Respons ketahanan plasma nutfah jagung terhadap penyakit bulai (*Peronosclerospora philippinensis*). Balitsereal. Bul. Plasma Nutfah. 24 (1):43-52.
Suhendar, MA. 2012. Pencarian sumber ketahanan plasma nutfah jagung terhadap penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*). Prosiding Seminar Nasional Mikologi dan Pembentukan Perhimpunan Mikologi Indonesia, 15-16 Mei 2012. Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto.
Suhendar, MA, dan Matsohan. 2017. Reaksi ketahanan varietas/galur jagung terhadap penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*). Seminar Nasional Biologi 2017. Pemanfaatan Biodiversitas Berbasis Kearifan Lokal. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Jati Bandung, 13 April 2017.
Widiantini, F, E Yulia, dan T Purnama. 2015. Morphological variation of *Peronosclerospora maydis* the causal agent of maize Downy Mildew from different location in Jawa

Indonesia. Journal of Agricultural
Engineering and Biotechnology. 3 (2): 23-27.

Potensi Bakteri Probiotik Ubi Jalar Menghambat Penetasan Telur *Meloidogyne* spp. dan Menginduksi Ketahanan Tanaman

Tuminem^{*1}, Supramana², Meity S. Sinaga² dan Giyanto²

¹Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Papua Barat

²Institut Pertanian Bogor

Jl. Raya Arfai, Manokwari, Papua Barat

*Alamat korespondensi: umibptphabar@gmail.com

ABSTRACT

Potency of probiotic bacteria isolates in inhibiting *Meloidogyne* spp. egg hatching in sweet potato plants

Biological control of nematodes using plant probiotic bacteria can be performed by bacteria that colonize the surface or the tissue of plant roots. Probiotic bacteria stimulate growth and increase plant resistance either indirectly by increasing plant growth or directly through antagonistic action of the bacteria against pathogens, pests or weeds. This study was conducted to obtain probiotic bacteria isolates that were potential in inhibiting egg hatching of root-knot nematode *Meloidogyne* spp. in sweet potato plants. The experiment was carried out using bacterial culture filtrate that were grown on TSB media and filtered with Whatmann paper and millipore with a diameter of 0.22 μm . *Meloidogyne* spp. eggs were derived from nematode reproduction in tomato plants. The test of systemic resistance was carried out using a modified Split-root system method. The result showed that the bacterial culture filtrate was effective in inhibiting the hatching of *Meloidogyne* spp. compared to control treatment. Four isolates of *Curtobacterium* sp. EBS(12), *Enterobacter* sp. EBS (10), *Burkholderia cepacia* EAS (6) and *Enterobacter* sp. EAS(1a) inhibited *Meloidogyne* spp. egg hatching with the highest inhibition ranged from 77.02% to 85.17%. Nine endophytic and rhizosphere bacterial isolates had the potential to induce resistance of sweet potato plant against root-knot nematode. The nine isolates were *Curtobacterium* sp. EBS(12), *Enterobacter* sp. EBS(10), *Agrobacterium larrymoorei* EBS(9), *Enterobacter* sp. EAS(3a), *Enterobacter cloacae* EBM(24), *Pseudomonas monteilii* RM2(2), *P. plecoglossicida* RS4(4), *Bacillus subtilis* RS1(4), and *Enterobacter ludwigii* RM3(7).

Keywords: systemic resistance, endophytic bacteria, rhizosphere bacteria, *Meloidogyne* spp.

ABSTRAK

Pengendalian biologi nematoda menggunakan bakteri probiotik tanaman dapat berasal dari bakteri yang mengkoloni permukaan akar maupun jaringan akar. Bakteri probiotik memacu pertumbuhan dan meningkatkan ketahanan tanaman, dapat melalui mekanisme tidak langsung yaitu dengan meningkatkan pertumbuhan tanaman, melalui aksi antagonis bakteri terhadap patogen, hama dan gulma. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri probiotik ubi jalar yang memiliki potensi menghambat penetasan telur nematoda puru akar *Meloidogyne* spp. pada tanaman ubi jalar. Pengujian dilakukan dengan menggunakan kultur filtrat bakteri yang ditumbuhkan pada media TSB dan disaring dengan kertas Whatmann dan milipor berdiameter 0.22 μm . Telur *Meloidogyne* spp. yang digunakan berasal dari hasil perbanyakan pada tanaman tomat. Pengujian potensi induksi ketahanan sistemik dilakukan dengan metode *Split-root system* yang dimodifikasi. Kultur filtrat bakteri yang diuji efektif menghambat penetasan telur *Meloidogyne* spp. dibandingkan dengan kontrol. Empat isolat bakteri *Curtobacterium* sp. EBS(12), *Enterobacter* sp. EBS(10), *Burkholderia cepacia* EAS(6) dan *Enterobacter* sp. EAS(1a) menghambat penetasan telur tertinggi berkisar antara 77,02 sampai 85,17%. Sembilan isolat bakteri endofit dan rizosfer memiliki potensi menginduksi ketahanan ubi jalar terhadap nematoda puru akar. Sembilan isolat tersebut adalah *Curtobacterium* sp. EBS(12), *Enterobacter* sp. EBS(10), *Agrobacterium larrymoorei* EBS(9), *Enterobacter* sp. EAS(3a), *Enterobacter cloacae*

EBM(24), *Pseudomonas monteilii* RM2(2), *P. plecoglossicida* RS4(4), *Bacillus subtilis* RS1(4) dan *Enterobacter ludwigii* RM3(7).

Kata kunci: Ketahanan sistemik, bakteri endofit, bakteri rizosfer, *Meloidogyne* spp.

PENDAHULUAN

Bakteri probiotik tanaman adalah bakteri yang berasosiasi dengan tanaman yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman inang bila diaplikasikan dalam jumlah yang cukup. Bakteri probiotik mempunyai pengaruh yang menguntungkan bagi tanaman inangnya, antara lain menekan perkembangan patogen secara langsung dengan memproduksi senyawa antagonis, kompetisi zat besi, detoksifikasi atau degradasi faktor virulensi atau secara tidak langsung menginduksi ketahanan sistemik (ISR), gangguan sinyal, kompetisi nutrisi dan *niche*, gangguan aktivitas kelangsungan hidup, perkecambahan dan sporulasi patogen. Pengendalian nematoda parasit dengan menggunakan bakteri probiotik merupakan salah satu komponen pengendalian yang diharapkan dapat menjadi solusi mengatasi kerusakan ubi jalar yang disebabkan oleh nematoda. Mekanisme bakteri endofit dan rizosfer dalam mengendalikan nematoda parasit tanaman meliputi produksi metabolit sekunder yang bersifat nematisidal (Hallmann *et al* 1995; Li *et al.* 2002), dan induksi respon ketahanan tanaman (Siddiqui dan Shaikat, 2003). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bakteri endofit yang diisolasi dari tomat seperti *Pantoea agglomerans*, *Cedecea davisae*, *Enterobacter* dan *Pseudomonas putida* dapat mengurangi populasi dan jumlah puru *Meloidogyne incognita* sebesar 18 sampai 45%. Bakteri endofit *Achromobacter xylosohdans* TT2, *A. faecalis* NJ 16, *Bacillus cereus* MSK, *B. subtilis* dan *Pseudomonas putida* EH11 yang diisolasi dari tanaman nilam terbukti efektif pengaruhnya terhadap pengendalian nematoda *Pratylenchus brachyurus* pada tanaman nilam (Harni *et al.* 2011).

Bakteri rizosfer yang banyak digunakan dalam pengendalian nematoda parasit tanaman di antaranya adalah kelompok *Pseudomonas* spp (Kloepper 1993), *Bacillus* spp dan *Streptomyces* spp (Cook dan Baker 1983). Djatmiko dkk. (2007) melaporkan bahwa tiga bakteri rizosfer yaitu *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus* spp., dan *Streptomyces* spp. yang di isolasi dari rizosfer tanaman cabai, kacang tanah dan terung memiliki kemampuan menekan *Ralstonia solanacearum* dan

nematoda *Meloidogyne incognita*. Kemampuan menekan *M. incognita* ditunjukkan dengan degradasi telur dan penghambatan penetasan telur. *Streptomyces* S4 memiliki kemampuan mendegradasi telur *M. incognita* hingga 93.07%, S7 86.77% sedangkan *Bacillus* spp dan *Pseudomonas* spp berkisar antara 46.57% hingga 75.57%. Bakteri endofit dan rizosfer sebagai biokontrol nematoda akan mempengaruhi penetrasi, reproduksi dan populasi nematoda di dalam akar.

Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan pengujian mekanisme bakteri endofit dan rizosfer dalam mengendalikan nematoda puru akar pada ubi jalar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh bakteri probiotik terhadap penetasan telur, dan potensinya menginduksi ketahanan tanaman.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Laboratorium Nematologi dan rumah kaca IPB Cikabayan dari bulan Februari sampai Juli 2015.

Filtrat Bakteri

Sebanyak 22 isolat bakteri endofit dan rizosfer hasil seleksi ditumbuhkan pada media TSA, diinkubasi selama 48 jam pada suhu ruang. Koloni tunggal bakteri dipindahkan ke dalam 100 ml media TSB dan diinkubasi pada suhu 25 °C sambil dishaker selama 48 jam dengan kecepatan 150 rpm. Kultur bakteri selanjutnya disentrifugasi dengan kecepatan 7000 rpm selama 15 menit, disaring dengan kertas Whatmann dan milipor berdiameter 0.22 µm. Filtrat bakteri yang diperoleh dapat digunakan untuk pengujian atau di simpan pada suhu 4 °C bila belum digunakan.

Keefektifan Kultur Filtrat Bakteri Terhadap Penetasan Telur *Meloidogyne* spp.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan telur *Meloidogyne* spp yang diperbanyak pada tanaman tomat rentan. Telur nematoda yang diperoleh dari hasil ekstraksi akar disterilisasi dengan cara direndam dalam larutan 600 ppm Streptomisin sulfat (Hooper *et al.* 2005) selama 1 jam dan dibilas air steril selama 30 detik. Sebanyak 0,5 ml (mengandung 55 sampai 60 telur) suspensi telur

Meloidogyne spp. dimasukkan ke dalam 5 ml filtrat bakteri endofit dan diinkubasi pada suhu ruang selama 48 jam. Setelah diinkubasi, telur nematoda dicuci dengan air steril dan diinkubasi pada suhu kamar selama 15 hari. Pengamatan dilakukan terhadap persentase telur yang menetas.

Potensi Induksi Ketahanan Sistemik

Pengujian induksi ketahanan sistemik oleh bakteri endofit dan rizosfer terhadap nematoda parasit dilakukan dengan metode *Split-root system* yang dimodifikasi (Hasky-Gunther *et al.* 1998). Sulur ubi jalar ditanam pada dua pot yang saling berdekatan. Bagian pangkal ditanam dalam pot dan bagian tengah sulur ditanam dalam pot lainnya. Inokulasi bakteri dilakukan pada salah satu pot 2 minggu setelah tanam. Satu minggu setelah inokulasi bakteri, tanaman iinfestasi dengan 10 ml suspensi nematoda yang mengandung 500 juvenil *Meloidogyne* spp. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 22 perlakuan dan 3 ulangan. Pengamatan dilakukan terhadap populasi juvenil 2 di dalam tanah, jumlah puru akar, dan jumlah kelompok telur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keefektifan Kultur Filtrat Bakteri Terhadap Penetasan Telur *Meloidogyne* spp.

Pengujian terhadap kemampuan bakteri menghambat penetasan telur menunjukkan 6 isolat yaitu *Curtobacterium* sp. EBS(12), *Enterobacter* sp. EBS(10), *Burkholderia cepacia* EAS(6), *Enterobacter* sp. (EAS(1a)), *E. cloaceae* EBS(5) dan *Agrobacterium larrymorei* EBS(11) menghambat penetasan telur 64.39 sampai 85.17%. Bakteri *Enterobacter* sp. EBS(10), dan *Burkholderia cepacia* EAS(6) diketahui memiliki kemampuan menghasilkan enzim lipase, protease dan kitinase yang merupakan faktor virulensi bakteri terhadap nematoda. Aplikasi kultur filtrate bakteri endofit ubi jalar menyebabkan degradasi pada kulit dan bagian dalam telur sehingga telur tidak menetas (Gambar 1). Menurut Woo-Jin *et al.* (2002), kerusakan kulit telur nematoda puru akar disebabkan oleh berbagai enzim lipolitik, proteolitik dan kitinolitik yang dihasilkan oleh bakteri.

Enzim lipase yang dihasilkan oleh bakteri endofit berperan dalam hidrolisis glikolipid yang merupakan komponen penyusun dinding telur nematoda. Dinding telur nematoda umumnya terdiri

atas 3 lapisan utama yaitu vitelin yang merupakan lapisan paling luar, kitin pada lapisan tengah dan glikolipid pada lapisan bagian dalam (Eisenback dan Hunt 2009). Lapisan glikolipid berperan untuk impermeabilitas kulit telur nematoda dan melindungi telur dari bahan kimia berbahaya. Hidrolisis lipid oleh lipase yang dihasilkan oleh bakteri endofit menyebabkan terganggunya permeabilitas telur sehingga embriogenesis telur terganggu (Khan *et al.* 2004).

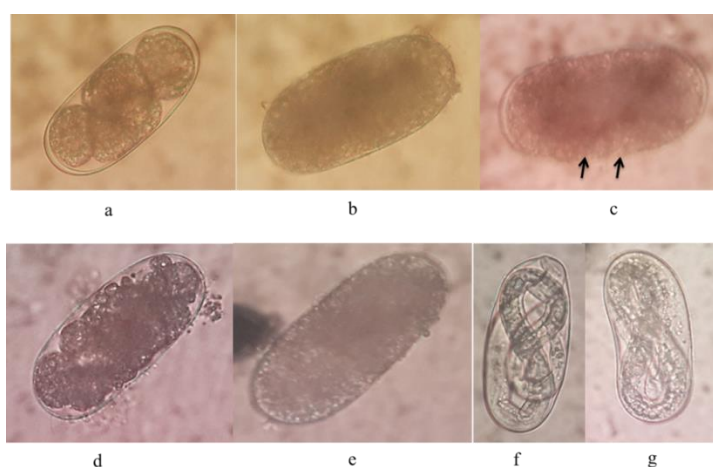
Peranan enzim protease dalam pengendalian nematoda parasit adalah mendegradasi kulit telur dan kutikula nematoda. Enzim protease merupakan biokatalisator untuk reaksi pemecahan protein menjadi oligopeptida atau asam-asam amino. Protease yang dihasilkan oleh mikroorganisme merupakan faktor virulensi dalam patogenesis terhadap nematoda. Hal ini didukung dengan hasil penelitian yang membuktikan bahwa bakteri endofit mutan yang tidak mengandung protease kehilangan virulensinya terhadap nematoda (Tian *et al.* 2007). Siddiqui *et al.* (2003) melaporkan bahwa *Pseudomonas fluorescens* CHAO yang menghasilkan enzim protease ekstraseluler bersifat antagonis terhadap nematoda, menghambat penetasan telur dan menyebabkan kematian juvenil 2 *M. incognita* lebih tinggi dibandingkan *Pseudomonas fluorescens* CHA805 dan CHA89 mutan yang tidak menghasilkan enzim protease. *Bacillus firmus* MPB04 yang menghasilkan enzim protease dan selulase menyebabkan mortalitas juvenil *M. incognita* lebih tinggi dibandingkan *Bacillus* sp MPB115 yang tidak menghasilkan enzim protease.

Aktivitas enzim litik lainnya antara lain enzim kitinase akan mempercepat kerusakan kulit telur dan menyebabkan telur premature atau tidak menetas. Enzim kitinase yang dihasilkan oleh bakteri menyebabkan lisis pada kulit telur *M. incognita* terutama pada juvenil 1 sehingga menghambat penetasan telur atau membunuh juvenil 1. Lisis pada kulit telur nematoda yang disebabkan oleh aktivitas kitinase berperan penting dalam pengendalian nematoda puru akar. Enzim kitinase yang dihasilkan oleh bakteri *Paenibacillus illinosensis* KJA-424 terbukti secara signifikan menurunkan persentase penetasan telur *M. incognita* (Woo-Jin *et al.* 2002). Kultur filtrat bakteri mengandung metabolit yang diproduksi oleh bakteri selama inkubasi yang berpengaruh terhadap penetasan telur dan kematian juvenil nematoda.

Tabel 1. Persentase penghambatan penetasan telur, populasi juvenil dan jumlah puru *Meloidogyne* spp. pada aplikasi bakteri probiotik ubi jalar

| No | Isolat Bakteri | Kesamaan spesies | Hambatan penetasan telur |
|----|----------------|--|--------------------------|
| 1 | EBS(12) | <i>Curtobacterium</i> sp. CR27 | 85.17 a |
| 2 | EBS(10) | <i>Enterobacter</i> sp. AN2 | 83.98 a |
| 3 | EAS(6) | <i>Burkholderia cepacia</i> strain B1700 | 81.93 a |
| 4 | EAS(1a) | <i>Enterobacter</i> sp. AN2 | 77.02 ab |
| 5 | EBS(5) | <i>E. cloaceae</i> strain PB-S1 | 69.25 bc |
| 6 | EBS(9) | <i>Agrobacterium larrymoorei</i> strain AF28 | 68.93 bc |
| 7 | EBS(11) | <i>A. larrymoorei</i> strain Y18 | 64.39 bcd |
| 8 | EBS(8) | <i>Microbacterium testaceum</i> strain CE648 | 59.39 cde |
| 9 | AES(4) | <i>Enterobacter</i> sp. EPR4 | 57.95 cde |
| 10 | EAS(3a) | <i>Enterobacter</i> sp. LB-Z-F-JI | 53.03 def |
| 11 | EUM(8) | <i>B. barbaricus</i> strain XB87 | 47.62 efg |
| 12 | RS3(9) | <i>Pseudomonas putida</i> strain AF73 | 47.25 efg |
| 13 | EBS(1a) | <i>B. subtilis</i> strain CM14 | 43.23 fgh |
| 14 | RM2(2) | <i>P. monteilii</i> strain BFPB1 | 41.23 fgh |
| 15 | EBM(24) | <i>E. cloaceae</i> strain PB-S1 | 36.69 ghi |
| 16 | EUM(3) | <i>B. aryabathai</i> strain JPR41 | 36.63 ghi |
| 17 | RS4(4) | <i>P. plecoglossicida</i> | 32.12 hij |
| 18 | RS1(4) | <i>Bacillus subtilis</i> strain 89 | 31.43 hij |
| 19 | RS1(12) | <i>Enterobacter</i> sp. NA-Z-P | 27.75 ijk |
| 20 | RM3(7) | <i>E. ludwigii</i> strain JDM-11 | 26.98 ijk |
| 21 | RS3(14) | <i>P. putida</i> strain JPR22 | 23.27 jk |
| 22 | RM2(8) | <i>Pseudomonas</i> sp. EB67 | 19.77 jk |
| 23 | K air steril | | 6.35 lm |
| 24 | K TSB | | 5.03 m |

Keterangan: Angka yang diikuti dengan notasi yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95%.



Gambar 1. Pengaruh kultur filtrate bakteri terhadap penetasan telur, (a) telur sebelum aplikasi bakteri, (b) perlakuan isolat EBS(12), (c) perlakuan isolat EAS(6), kulit telur terdegradasi (ditunjukkan dengan anak panah), (d) perlakuan EBS(10), (e) perlakuan EAS(1a), (f) kontrol air steril, (g) kontrol TSB. (perbesaran 40x).

Potensi Bakteri Endofit dan Rizosfer Menginduksi Ketahanan Sistemik

Sembilan isolat bakteri endofit dan rizosfer memiliki potensi menginduksi ketahanan ubi jalar

terhadap nematoda puru akar. Sembilan isolat tersebut adalah *Curtobacterium* sp. EBS(12), *Enterobacter* sp. EBS(10), *Agrobacterium larrymoorei* EBS(9), *Enterobacter* sp. EAS(3a), *Enterobacter cloacae* EBM(24), *Pseudomonas monteilii* RM2(2), *P. plecoglossicida* RS4(4), *Bacillus subtilis* RS1(4) dan *Enterobacter ludwigii* RM3(7). Hasil uji T menunjukkan 9 isolat tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pot yang diinokulasi dengan bakteri dan pot tanpa inokulasi bakteri (Tabel 2). Populasi juvenil 2 relatif tinggi pada pot aplikasi bakteri maupun tanpa aplikasi bakteri tetapi puru yang terbentuk relatif rendah yaitu 7.6 pada pot tanpa bakteri dan 1.67 pada pot dengan aplikasi bakteri, serta tidak ditemukan kelompok telur pada pot yang diaplikasi bakteri. Hal ini menunjukkan bahwa isolat bakteri probiotik ubi jalar mampu menekan populasi nematoda melalui mekanisme menginduksi ketahanan ubi jalar. Kemampuan ini diduga karena bakteri probiotik ubi jalar dapat menstimulasi gen-gen ketahanan pada seluruh bagian tanaman sehingga infeksi nematoda dapat ditekan. Demikian pula isolat bakteri lainnya memiliki kemampuan menekan populasi j2, mengurangi jumlah puru dan kelompok telur baik pada pot dengan aplikasi bakteri maupun tanpa aplikasi bakteri. Berdasarkan hasil uji T menunjukkan 13 isolat lainnya berbeda antara pot tanaman diaplikasi bakteri dan tanpa aplikasi bakteri. Tiga belas isolat tersebut menekan populasi j2, mengurangi jumlah puru yang terbentuk dan jumlah kelompok telur terutama pada pot yang diaplikasi bakteri.

Bakteri probiotik ubi jalar memiliki potensi menginduksi ketahanan tanaman terhadap penetrasi nematoda. Induksi ketahanan tanaman adalah fenomena dimana terjadi peningkatan ketahanan

tanaman terhadap infeksi patogen setelah terjadi rangsangan (Tian *et al.* 2007). Mekanisme induksi ketahanan tanaman oleh bakteri endofit dan rizosfer adalah secara sistemik (Hallman 2001). Induksi ketahanan tanaman secara sistemik akan mempengaruhi proses fisiologi di dalam akar seperti menginduksi reaksi hipersensitif pada jaringan akar (Liharska dan Williamson 1997). Reaksi hipersensitif yaitu reaksi kematian sel, kemudian terbentuk nekrosis pada jaringan di daerah infeksi dan akhirnya jaringan tersebut mati. Matinya jaringan akan menyebabkan nematoda tidak mendapat makanan dari jaringan tersebut. Pada jaringan yang diinfeksi oleh *Meloidogyne* spp., reaksi hipersensitif berkembang di dekat kepala juvenil 2 yang masuk ke dalam akar atau di dekat sel tempat nematoda mengambil makanan. Juvenil 2 tersebut akan gagal membentuk tempat makan (*feeding site*), sehingga juvenil tidak dapat berkembang atau mati (Liharska dan Williamson 1997). Kegagalan juvenil membentuk *feeding site* di dalam akar terlihat pada berkurangnya puru akar.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi bakteri endofit dapat menginduksi ketahanan tanaman, mengurangi populasi dan jumlah puru. Inokulasi bakteri endofit *Shinorhizobium fredii* Strain Sneb183 pada bibit kedelai menyebabkan jumlah juvenil dan sista *Heterodera glycines* berkurang secara signifikan. Bakteri ini menginduksi ketahanan sistemik terhadap infeksi nematoda dengan tingkat penekanan penetrasi nematoda sebesar 38.75% (Tian *et al.* 2014). Bakteri endofit mempengaruhi proses fisiologis di dalam akar seperti mencegah proses makan nematoda, mencegah terbentuknya *feeding site*, menghambat perkembangan dan reproduksi nematoda (Sikora *et al.* 2007).



Gambar 2. Pengujian potensi bakteri menginduksi ketahanan tanaman menggunakan metode *Split-root system* yang dimodifikasi.

Tabel 2. Hasil analisis uji T potensi bakteri probiotik menginduksi ketahanan ubi jalar terhadap *Meloidogyne* spp.

| No. | Perlakuan | Populasi J2/100 ml tanah | | Jumlah puru | | Jumlah kelompok telur | |
|-----|-----------|--------------------------|---------|-------------|---------|-----------------------|---------|
| | | (+) | (-) | (+) | (-) | (+) | (-) |
| | | bakteri | bakteri | bakteri | bakteri | bakteri | bakteri |
| 1 | EBS(12) | 0.374 | 0.387 | 0.742 | 0.751 | 0.158 | 0.225 |
| 2 | EBS(10) | 0.708 | 0.709 | 0.211 | 0.264 | 0.132 | 0.199 |
| 3 | EAS(6) | 0.108 | 0.140 | 0.021* | 0.034* | 0.013* | 0.013* |
| 4 | EAS(1a) | 0.001* | 0.002* | 0.607 | 0.621 | 0.795 | 0.797 |
| 5 | EBS(5) | 0.034* | 0.059 | 0.064 | 0.121 | 0.064 | 0.121 |
| 6 | EBS(9) | 0.052 | 0.106 | 0.609 | 0.609 | 0.374 | 0.387 |
| 7 | EBS(11) | 0.008* | 0.038* | 0.007* | 0.038* | 0.070 | 0.133 |
| 8 | EBS(8) | 0.102 | 0.161 | 0.019* | 0.060 | 0.025* | 0.070 |
| 9 | AES(4) | 0.033* | 0.056 | 0.013* | 0.013* | 0.205 | 0.207 |
| 10 | EAS(3a) | 0.193 | 0.199 | 0.094 | 0.140 | 0.124 | 0.146 |
| 11 | EUM(8) | 0.021* | 0.041* | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | RS3(9) | 0.054 | 0.054 | 0.048* | 0.105 | 0.105 | 0.169 |
| 13 | EBS(1a) | 0.001* | 0.001* | 0.010* | 0.041* | 0.055 | 0.110 |
| 14 | RM2(2) | 0.161 | 0.208 | 0.607 | 0.607 | 0.607 | 0.607 |
| 15 | EBM(24) | 0.431 | 0.436 | 0.349 | 0.379 | 0.374 | 0.423 |
| 16 | EUM(3) | 0.009* | 0.009* | 0.128 | 0.128 | 0.033 | 0.062 |
| 17 | RS4(4) | 0.412 | 0.441 | 0.166 | 0.191 | 0.090 | 0.147 |
| 18 | RS1(4) | 0.499 | 0.499 | 0.051 | 0.088 | 0.112 | 0.146 |
| 19 | RS1(12) | 0.003* | 0.004* | 0.349 | 0.351 | 0.349 | 0.351 |
| 20 | RM3(7) | 0.374 | 0.423 | 0.064 | 0.087 | 0.149 | 0.177 |
| 21 | RS3(14) | 0.005* | 0.006* | 0.519 | 0.520 | 0.305 | 0.317 |
| 22 | RM2(8) | 0.182 | 0.183 | 0.038* | 0.074 | 0.060 | 0.088 |

Keterangan: * Menunjukkan ada perbedaan antara pot tanaman yang diberi suspensi bakteri dan pot tanaman tanpa aplikasi bakteri pada uji t, dengan nilai sig.(2-tailed) < 0.05.

SIMPULAN

Bakteri endofit dan rizosfer ubi jalar asal Papua Barat memiliki potensi sebagai agens biokontrol *Meloidogyne* spp. melalui mekanisme menghambat penetasan telur, dan menginduksi ketahanan sistemik. Empat isolat bakteri yaitu *Curtobacterium* sp EBS(12), *Enterobacter* sp. EBS(10), *Burkholderia cepacia* EAS(6) dan *Enterobacter* sp. EAS(1a) memiliki kemampuan menghambat penetasan telur nematoda 77.02 sampai 88.17%. Sembilan isolat memiliki potensi menginduksi ketahanan tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Pemerintah Provinsi Papua Barat sebagai penyandang dana tugas belajar dan penelitian; Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan serta

Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Papua barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Cook, RJ, and Baker KF. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. The APS St. Paul. Minnesota.
- Djarmiko, HA, Arwiyanto T, Hadisutrisno B, Sunarminto BH. 2007. Potensi tiga genus bakteri dari rizosfer tanaman sebagai agensia pengendali hayati penyakit lincat. JIPI. 9(1): 40-47.
- Eisenback, JD, and DJ Hunt. 2009. General morphology. *In*: Pp. 18-50 Root Knot Nematodes (Perry RN, Moens M, Starr JL, Eds). CABI. Cambridge.
- Hallmann, J, Kloepper JW, Rodriguez-Kabana R, Sikora RA. 1995. Endophytic rhizobacteria as

- antagonists of *M. incognita* on cucumber. *Phytopathology*. 85: 1136.
- Hooper, DU FS Chapin III, JJ Ewel, A Hector, P Inchausti, S Lavorel, JH Lawton, DM Lodge, M Loreau, S Naeem, B Schmid, H Setälä, AJ Symstad, J Vandermeer, and DA Wardle. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge *Ecol. Monogr.* 75: 3-35.
- Harni, R, Supramana, Meity SS, Giyanto, dan Supriyadi. 2011. Keefektifan bakteri endofit untuk mengendalikan nematoda *Pratylenchus brachyurus* pada tanaman nilam. *Jurnal Littri*. 17(1): 6-10.
- Hasky-Günther, K, S Hoffmann-Hergarten, and RA Sikora. 1998. Resistance against the potato cyst nematode *Globodera pallida* systemically induced by the rhizobacteria *Agrobacterium radiobacter* (G12) and *Bacillus sphaericus* (B43). *Fundam. Appl. Nematol.* 21: 511-517.
- Khan, A, KL Williams, and HKM Nevalainen. 2004. Effects of *Paecilomyces lilacinus* protease and chitinase on the eggshell structures and hatching of *Meloidogyne javanica* juvenils. *Biological Control*. 31: 346-352.
- Kloepper, JW. 1993. Plant growth promoting rhizobacteria as biological control agents. *In*: Pp. 255-274. *Soil Microbial Ecology, Applications in Agricultural and Environmental Management* (FB Meeting Jr., Ed.). Marcel Dekker, Inc. New York.
- Li, W, DP Robert, PD Dery, LSF Meyer, S Lohrke, RD Lumsden, and KP Hebbar. 2002. Broad spectrum antibiotic activity and disease suppression by the potential biocontrol agent *Burkholderia ambifaria* BC-F. *Crop Protection*. 21: 129-135.
- Liharska, T, and VM Williamson. 1997. Resistance to root knot nematodes in tomato. *In*: Pp. 191-200 *Cellular and Molecular Aspects of Plant Nematode Interaction* (Fenoll C, FMW Grundler, Ohl SA, Eds.). Kluwer Academic Publishers. Netherland.
- Munif, A. 2001. Studies on the Importance of Endophytic Bacteria for the Biological Control of the Root-Knot Nematode *M. incognita* on Tomato. [Dissertation]. Intitut fur Pflanzenkrankheiten der Rheinischen Friedrich Wilhelms. Universitat Bonn, Germany.
- Siddiqui, IA, and SS Shaukat. 2003. Endophytic bacteria: prospects and opportunities for the biological control of plant parasitic nematodes. *Nematological Mediterranca*. 31: 111-120.
- Sikora, RA, K Schafer, and AA Dababat. 2007. Modes of action associated with microbially induced in planta suppression of plant parasitic nematodes. *Australasian Plant Pathology*. 36: 124-134.
- Tian, B, J Yang, and K Zhang. 2007. Bacteria used in the biological control of plantparasitic nematodes: populations, mechanisms ofaction, and future prospects. *FEMS Microbiol Ecol*. 61: 197-213.
- Woo-Jin, J, J Soon-Ju, A Kyu-Nam, J Yu-Lan, P Ro-Dong, K Kil-Yong, S Bo-Kyoon, and K Tae-Hwan. 2002. Effect of chitinase producing *Paenibacillus ollinoisensis* KJ-424 on egg hatching of root knot nematoda (*M. incognita*). *J. Microbiol. Biotechnol.* 12(6): 865-871.

Kompatibilitas Andrografolida dengan Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dalam Pengendalian *Crocidolomia pavonana*

Wawan Hermawan*, Melanie, Hikmat Kasmara, Mia Miranti Rustama, Ghina Ghaniya

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran

*Alamat korespondensi: wawan.hermawan@unpad.ac.id

ABSTRACT

Compatibility of andrographolide with entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* in controlling *Crocidolomia pavonana*

Compatibility between control agents is an effort to complement the weakness and to provide an effective synergy application against insect pests. Therefore, the study of compatibility andrographolide and *Metarhizium anisopliae* was conducted to control *Crocidolomia pavonana* effectiveness and avoid the resistance opportunities. The study conducted by experimental of bioassay method (invitro scale) using a completely randomize design consisting of 2 factors, there are the concentration of andrographolide with 2 levels (0 ppm and 1000 ppm), and the concentration of *M. anisopliae* spores with 6 levels (0, 10^5 , 10^6 , 10^7 , 10^8 , dan 10^9 spores/ml) with 3 replicates respectively for 7 days treatment. The parameters were mortality and larval development, the analyzed using two ways ANOVA test ($P < 0.05$). The results show that the andrographolide application and the concentration of *M. anisopliae* affected on larval mortality significantly ($P < 0.05$), and their interaction had a significant effect on larval mortality ($P < 0.05$). The compatible infection of *M. anisopliae* spores with andrographolide application at lower concentrations (10^7 spores/mL) was as effective as at higher concentrations mortality. However, without andrographolide application the highest larval mortality was only obtained with the highest concentration of *M. anisopliae* infection (10^9 spores/mL). The compatibility of both applications has inhibited development time of 3rd instar larvae to 4th instar and pupa stage. Through the compatibility of both applications, its expected that *C. pavonana* population can be controlled effectively and avoid the occurrence of resistance.

Keywords: Compatibility, Andrographolide, *Metarhizium anisopliae*, *Crocidolomia pavonana*, Mortality, Development

ABSTRAK

Kompatibilitas diantara agen pengendalian merupakan upaya melengkapi kekurangan dan memunculkan sinergisitas aplikasi yang lebih efektif terhadap serangga hama, maka dilakukan studi kompatibilitas andrographolide dan jamur *Metarhizium anisopliae* untuk pengendalian *Crocidolomia pavonana* yang lebih efektif, rendah toksikan dan berpotensi mencegah resistensi. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen uji hayati skala *invitro* menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 2 faktor yaitu konsentrasi andrografolid dengan 2 taraf (0 ppm dan 1000 ppm) dan konsentrasi spora *M. anisopliae* dengan 6 taraf (0, 10^5 , 10^6 , 10^7 , 10^8 , dan 10^9 spora/mL), dengan masing-masing tiga kali ulangan selama 7 hari perlakuan. Parameter yang diamati adalah mortalitas dan perkembangan larva, dianalisis menggunakan uji ANAVA dua arah. Aplikasi andrographolide dan tingkat konsentrasi *M. anisopliae* berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva ($P < 0,05$), serta ada pengaruh nyata dari interaksi keduanya ($P < 0,05$). Infeksi spora *M. anisopliae* bersama dengan andrographolide pada konsentrasi lebih rendah (10^7 spora/mL) sama efektifnya dengan mortalitas pada konsentrasi yang lebih tinggi. Namun, apabila tanpa andrographolide kematian larva tertinggi hanya diperoleh dengan infeksi *M. anisopliae* pada konsentrasi tertinggi (10^9 spora/mL). Kompatibilitas keduanya juga dapat menghambat waktu perkembangan larva instar 3 menuju instar 4 dan pupa. Melalui kompatibilitas aplikasi keduanya, diharapkan populasi *C. pavonana* dapat dikendalikan secara efektif dan terhindar dari resistensi.

Kata kunci: Kompatibilitas, Andrographolida, *Metarhizium anisopliae*, *Crocidolomia pavonana*, Mortalitas, Perkembangan.

PENDAHULUAN

Crocidolomia pavonana merupakan satu diantara serangga hama yang menyebabkan kerugian hasil panen kubis dalam jumlah tinggi (Ramasamy et al., 2020), pengendaliannya masih bergantung pada aplikasi insektisida sintesis. Saat ini dilaporkan bahwa *C. pavonana* telah resisten akibat dari paparan insektisida sintesis yang berlebih (Dono et al., 2019).

Insektisida sintetik umumnya bersifat *direct toxicity* bagi serangga, aplikasinya dengan intensitas yang tinggi akan memicu terjadinya resistensi serangga hama. Disamping itu, akumulasi residu dari senyawa racun insektisida berpotensi untuk membunuh organisme non target, diantaranya musuh alami dan polinator, serta berbahaya bagi kesehatan manusia (Tangtrakulwanich & Reddy, 2014).

Pengendalian serangga hama menggunakan pestisida nabati dan entomopatogen saat ini merupakan solusi alternatif untuk melindungi produk tanaman, agar aman dikonsumsi manusia dan ramah bagi lingkungan (Lengai et al., 2020; Sharma et al., 2020). Senyawa aktif dari metabolit tumbuhan tersusun dari bahan organik yang memungkinkannya lebih mudah terdegradasi, disamping itu toksisitasnya yang lebih rendah, aman bagi manusia maupun organisme non target (Sharma et al., 2020). Andrographolide merupakan senyawa aktif yang dikandung oleh tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata*) diketahui memiliki bioaktivitas terhadap sejumlah serangga (Edwin et al., 2016; Okhuarobo et al., 2014).

Beberapa diantaranya diketahui bersifat antifidan terhadap hama kubis larva *Plutela xylostella* (Hermawan et al., 2010; Madihah et al., 2018). Antifidan bersifat *indirect toxicity*, karena efek senyawa aktifnya menghambat perilaku makan sehingga tidak menyebabkan terbunuhnya serangga hama target secara langsung, namun dapat berpengaruh lebih lanjut pada terhambatnya perkembangan larva dan pupa. Mekanisme tersebut, dapat mencegah peluang terjadinya resistensi (Lengai et al., 2019; Paul & Choudhury, 2016).

Entomopatogen merupakan agensia hayati yang mengendalikan serangga hama melalui mekanisme patogenisasi secara alami. Salah satu diantara entomopatogen yang diketahui dapat efektif mengendalikan serangga hama termasuk larva *C.*

pavonana adalah jamur *Metarhizium anisopliae* (Melanie et al., 2018). Kelemahan penggunaan jamur entomopatogen membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai kematian serangga hama (Schrank and Vainstein, 2010), disamping itu ada kecenderungan peningkatan pola makan dari serangga yang terinfeksi entomopatogen sebagai respon pertahanan alami (Miranti & Melanie, 2008).

Penggunaan agensia hayati umum dilakukan melalui kombinasi baik antar kelompok entomopatogen maupun entomopatogen dengan bahan alam, sehingga dijumpai kesesuaian dan efektifitas yang lebih tinggi dalam pengendalian populasi hama (Skinner, et al 2014). *M. anisopliae* diketahui dapat dikombinasi penggunaannya dengan *Bacillus thuringiensis* dalam mengendalikan *C. Pavonana* (Tampubolon dkk., 2013). *M. anisopliae* yang diaplikasi bersama ekstrak *Mirabilis jalapa* diketahui pula berpotensi meningkatkan mortalitas *Spodoptera exigua* (Pranita & Anggraeni, 2015).

Sejumlah tanaman berpotensi antifidan, diantaranya tanaman jarak *Ricinus communis* telah diuji kompatibilitasnya dengan jamur *Nomuraea rileyi*, dan menunjukkan hasil yang kompatibel dan efektif dalam mengendalikan *Spodoptera litura* (Vimala & Prasad, 1996). Sinergisitas aplikasi andrographolide dengan *M. anisopliae* dilaporkan pernah diujikan terhadap serangga non target pada budidaya tanaman padi (Yuliani, 2016). Menjadi hal yang penting dan perlu ditambahkan informasi baru terkait kesesuaian aplikasi keduanya pada serangga hama target.

Melalui penelitian kompatibilitas senyawa andrographolide dengan *M. anisopliae* terhadap larva *C. pavonana*, ingin diketahui sinergisitas aplikasi keduanya dalam mengendalikan larva *C. pavonana* dengan menekan populasi serangga hama dan meminimalisir konsentrasi paparan bahan aktif yang memperkecil peluang resistensi. Diharapkan efek antifidan andrographolide dapat membatasi perilaku aktif makan larva saat terinfeksi jamur *M. anisopliae*. Ekspektasi dari kompatibilitas aplikasi biopestisida dan entomopatogen ini kedepannya dapat menjadi model pengendalian efektif, mencegah resistensi serangga hama, dan aman bagi manusia maupun lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Crocidolomia pavonana diperoleh dari perkebunan sayur organik Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) di Lembang, Jawa Barat. Selanjutnya dipelihara di Laboratorium Taksonomi Hewan Departemen Biologi FMIPA Unpad untuk stok kultur hewan uji, hingga diperoleh larva instar 3 untuk uji hayati. Larva dipelihara dengan pakan daun kubis organik (*Brassica oleraceae* var. Capitata), sedangkan imago diberi pakan larutan madu 10%. Andrographolide diperoleh dari Wako Research Chemical Ltd. (Japan; CAS No. 5508-58-7) yang disuspensikan dalam pelarut aquades, konsentrasi yang diujikan dalam 2 taraf yaitu: 0 ppm (kontrol) dan 1000 ppm.

Kultur jamur *Metarhizium anisopliae* diperoleh dari Balai Proteksi Tanaman Perkebunan Jawa Barat, selanjutnya dikultur menggunakan media PDA (Potato Dextrose Agar) di Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi FMIPA Unpad. Kultur jamur yang digunakan untuk uji hayati adalah hasil optimasi kultur setelah 7 hari penanaman. Suspensi jamur diperoleh dengan melarutkan jamur kedalam aquades ditambahkan Tween 80 (diperoleh dari Batrachem Chemical), diaduk menggunakan vortex. Konsentrasi kerapatan spora yang diujikan, antara lain: 0 (kontrol), 10^5 , 10^6 , 10^7 , 10^8 , dan 10^9 spora/mL, perhitungan jumlah kerapatan spora jamur ditentukan menggunakan bilik hitung *Neubauer Improved* yang diamati dibawah mikroskop stereo (Olympus). Infeksi spora jamur *M. anisopliae* dilakukan dengan metode *topical*, yaitu meneteskan 5 μ m suspensi spora menggunakan mikro pipet (Huawei tipe H10) diatas kutikula larva *C. pavonana* instar 3.

Uji kompatibilitas dilakukan dengan pemaparan antifidan andrographolide menggunakan metode uji tanpa pilihan (*no-choice antifeedant test*) terhadap larva yang diaplikasikan bersama dengan infeksi jamur *M. anisopliae* terhadap larva instar 3 *C. pavonana*. Metode pengujian secara eksperimental uji hayati (*in vitro*) menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL) pola faktorial dengan 3 kali ulangan. Setiap perlakuan terdiri dari 5 ekor larva. Faktor pertama perlakuan 6 taraf konsentrasi spora *M. anisopliae* (k) yaitu, k₀: 0 (kontrol); k₁: 10^5 spora/mL; k₂: 10^6 spora/mL; k₃: 10^7 spora/mL; k₄: 10^8 spora/mL; k₅: 10^9 spora/mL. Faktor kedua perlakuan suspensi andrographolide dengan 2 taraf konsentrasi, yaitu: (a) pada konsentrasi 0 ppm (kontrol) dan 1000 ppm yang diaplikasikan dengan metode celup daun (*leaf deep method*). Parameter yang diukur adalah mortalitas larva setelah 7 hari perlakuan. Data dianalisis

menggunakan uji ANAVA dua arah dan uji lanjutan Jarak Berganda Duncan ($P < 0.05$). Parameter lain yang diukur adalah waktu perkembangan larva instar 3 sampai imago yang dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

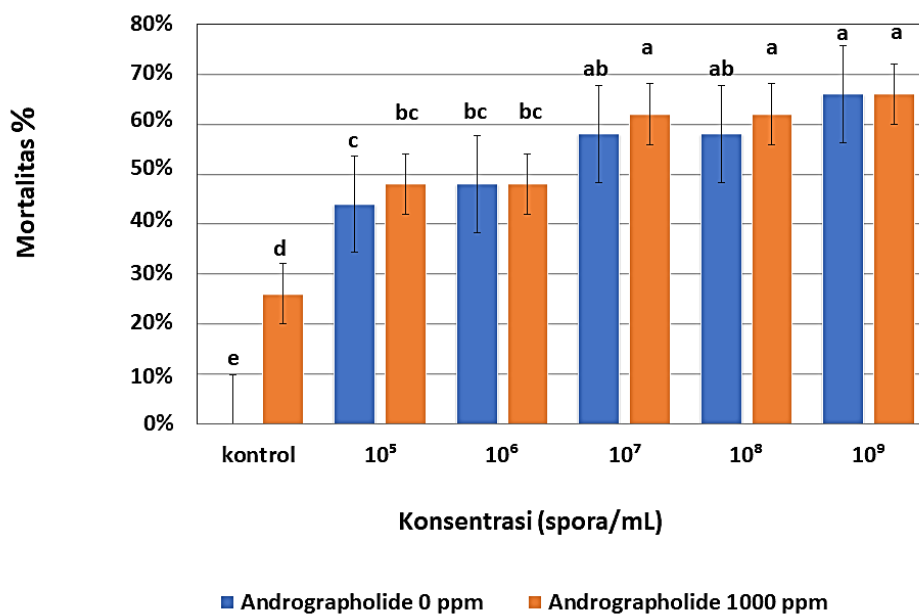
Kompatibilitas andrographolide dan jamur *M. anisopliae* terhadap mortalitas larva *C. pavonana* instar 3

Hasil uji kompaibilitas menunjukkan aplikasi andrographolide dan tingkat konsentrasi *M. anisopliae* berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva, serta adanya pengaruh mortalitas yang nyata dari aplikasi keduanya ($P < 0.05$). Dengan demikian andrographolide yang diaplikasikan bersama jamur *M. anisopliae* sinergis terhadap mortalitas larva *C. pavonana* instar 3. Berdasarkan hasil uji lanjut dijumpai, larva yang mendapat perlakuan 1000 ppm andrographolide dan diinfeksi dengan konsentrasi spora 10^7 , 10^8 , dan 10^9 spora/mL dapat menyebabkan kematian larva dengan tingkat yang sama (mortalitas diatas 60%), berbeda dengan larva yang tidak diberi andrographolide (konsentrasi 0 ppm), kematian larva tertinggi (mortalitas diatas 60%) hanya diperoleh dengan infeksi jamur dengan konsentrasi tertinggi (10^9 spora/mL) (Gambar 1).

Berdasarkan hasil uji, larva *C. pavonana* instar 3 yang diberi andrographolide 1000 ppm mengalami efek terhambat makan (antifidan). Andrographolide turunan dari senyawa diterpen dan triterpenoid, yang memiliki sifat antifidan terhadap sejumlah serangga herbivora diantaranya larva *Plutella xylostella* (Hermawan et al., 2010; Madihah et al., 2018) dan Wereng Hijau (Yuliani, 2016), selain itu juga bersifat larvasidal bagi beberapa jenis nyamuk (Edwin et al., 2016). Akibat terhambat makan, maka asupan nutrisi yang masuk ke dalam tubuh larva berkurang, akibatnya stamina larva menurun dan sistem imun pada larva melemah, sehingga rentan terkena infeksi patogen. Hal tersebut menyebabkan infeksi jamur *M. anisopliae* pada larva yang diberi andrographolide 1000 ppm jauh lebih efektif dibandingkan larva yang tidak diberi andrographolide. Pada kondisi pertahanan tubuh serangga melemah, maka tingkat infeksi yang rendah sudah dapat menimbulkan patogenisasi yang sama optimalnya dengan tingkat infeksi yang tinggi, sehingga pada konsentrasi *M. anisopliae* lebih rendah, mortalitas larva *C. pavonana* tidak berbeda dengan infeksi *M. anisopliae* pada konsentrasi tertinggi. Keuntungan kompatibilitas

andrographolide dengan *M. anisopliae*, konsentrasi antifidan dan patogen yang digunakan dalam konsentrasi rendah sudah efektif mengendalikan serangga hama, sehingga meminimalisasi bahan aktif

dan menurunkan tingkat residu, yang artinya menjadikan produk tanaman lebih aman dikonsumsi serta lebih ramah lingkungan.



Gambar 1. Mortalitas larva *C. pavonana* instar 3 yang terpapar andrographolide dan diinfeksi jamur *M. anisopliae* pada tiap-tiap taraf konsentrasi.

Kompatibilitas andrographolide dan jamur *M. anisopliae* terhadap perkembangan larva *C. pavonana* instar 3 menuju instar 4 dan stadium pupa

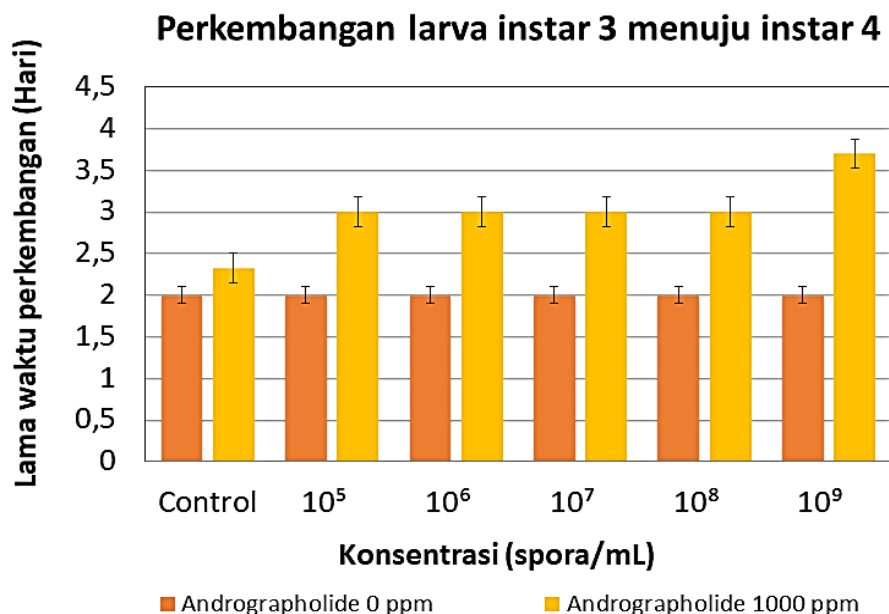
Hasil uji kompatibilitas menunjukkan, andrographolide dan jamur *M. anisopliae* berpengaruh terhadap terhambatnya perkembangan larva instar 3 menuju instar 4, hal ini ditunjukkan dengan semakin lamanya waktu perkembangan (2,3-3,7 hari), dibandingkan lama waktu perkembangan normal (larva kontrol), yaitu sekitar 2 hari (Priyono, 2017). Infeksi *M. anisopliae* pada seluruh taraf konsentrasi terhadap larva yang tidak diberi andrographolide (0 ppm) waktu perkembangannya dari instar 3 ke instar 4 tidak terhambat (rata-rata 2 hari sama dengan kontrol) (Gambar 2). Berbeda dengan larva yang diberi perlakuan andrographolide 1000 ppm, waktu perkembangannya terhambat. Pengaruhnya terlihat paling nyata pada infeksi dengan konsentrasi spora *M. anisopliae* tertinggi (10⁹ spora/mL), yaitu lama waktu yang dibutuhkan oleh larva berubah dari instar 3 ke instar 4 rata-rata 3,7 hari (Gambar 2), paling lama diantara perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kompatibilitas aplikasi keduanya ditentukan oleh faktor pemberian andrographolide pada pakan larva *C. pavonana* saat diinfeksi entomopatogen.

Perkembangan instar 4 menuju pupa, aplikasi andrographolide dan infeksi jamur *M. anisopliae*, kompatibilitas aplikasi keduanya terlihat pada konsentrasi infeksi *M. anisopliae* yang lebih tinggi dari 10⁷ spora/mL. Larva instar 4 yang diberi andrographolide dan diinfeksi spora 10⁸ spora/mL mengalami lama waktu perkembangan menuju pupa yang lebih lama (4 hari) dibandingkan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan infeksi spora 10⁹ spora/mL, periode waktu menuju pupa lebih singkat dibandingkan periode perkembangan normal (Gambar 3).

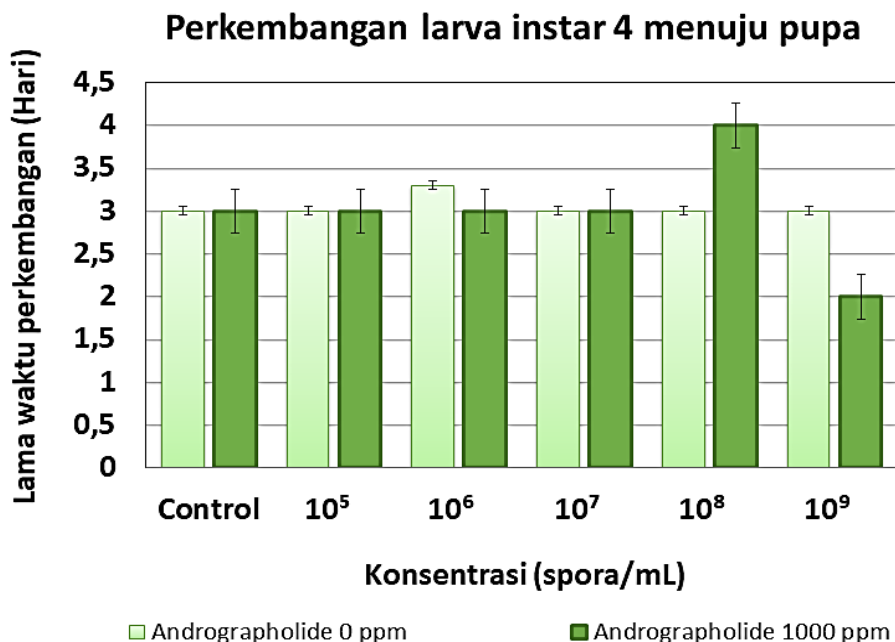
Efek antifidan andrographolide terhadap larva *C. pavonana* mengganggu aktivitas makan normal pada larva, akibatnya asupan nutrisi berkurang, sehingga kelangsungan tumbuh kembang larva secara normal pun ikut terhambat (Susrama, 2017). Terganggunya perkembangan larva ditandai oleh terhambatnya proses molting (pengantian kutikula), sehingga perubahan fase instar ke instar berikutnya maupun periode instar membentuk pupa menjadi terganggu atau terhambat. Perkembangan pada serangga dipengaruhi oleh mekanisme kerja hormon (Dono dkk., 2008). Proses *molting* serangga melibatkan sejumlah hormon, diantaranya hormon juvenile, hormon ecdison, hormon pemicu ekdisis

(ETH), dan hormon eklosi (EH) (Chapman, 2013). Kurangnya kandungan nutrisi pakan dan introduksi sejumlah senyawa aktif tertentu dapat berdampak

pada terganggunya produksi dan regulasi hormon sehingga perkembangan serangga dapat terhambat (Susrama, 2017).



Gambar 2. Lama periode perkembangan larva *C. pavonana* instar 3 menuju instar 4 yang terpapar andrographolide dan diinfeksi jamur *M. anisopliae* pada tiap-tiap taraf konsentrasi.



Gambar 3. Lama periode perkembangan larva *C. pavonana* instar 4 menuju pupa yang terpapar andrographolide dan diinfeksi jamur *M. anisopliae* pada tiap-tiap taraf konsentrasi.

Efek antifidan andrographolide terhadap larva *C. pavonana* mengganggu aktivitas makan normal pada larva, akibatnya asupan nutrisi berkurang, sehingga kelangsungan tumbuh kembang larva secara normal pun ikut terhambat (Susrama, 2017).

Terganggunya perkembangan larva ditandai oleh terhambatnya proses molting (pegantian kutikula), sehingga perubahan fase instar ke instar berikutnya maupun periode instar membentuk pupa menjadi terganggu atau terhambat. Perkembangan pada

serangga dipengaruhi oleh mekanisme kerja hormon (Dono dkk., 2008). Proses *molting* serangga melibatkan sejumlah hormon, diantaranya hormon juvenile, hormon ekdison, hormon pemicu ekdisis (ETH), dan hormon eklosi (EH) (Chapman, 2013). Kurangnya kandungan nutrisi pakan dan introduksi sejumlah senyawa aktif tertentu dapat berdampak pada terganggunya produksi dan regulasi hormon sehingga perkembangan serangga dapat terhambat (Susrama, 2017).

Kompatibilitas aplikasi andrographolide dan *M. anisopliae* terbukti berpengaruh mortalitas sekaligus efektif pula menghambat perkembangan larva mencapai stadium pupa. Kelebihan lainnya, dengan konsentrasi yang rendah kedua aplikasi ini dapat menghasilkan efektifitas yang sinergis untuk mengendalikan larva *C. pavonana*. Dengan demikian, kompatibilitas andrographolide dan *M. anisopliae* prospektif untuk diterapkan dalam manajemen pengendalian hama, terutama pengendalian terpadu hama kubis yang ramah lingkungan.

SIMPULAN

Kompatibilitas andrographolide dan *M. anisopliae* dapat meningkatkan efektifitas berupa aplikasi konsentrasi lebih rendah (10^7 spora/mL) sama efektifnya dengan mortalitas pada konsentrasi yang lebih tinggi (10^9 spora/mL). dan terhambatnya perkembangan larva *C. Pavonana* instar 3 menuju instar4 dan pupa, hal ini merupakan prospek bagi pengendalian *C. Pavonana* yang lebih efektif, rendah konsentrasi toksikan yang aman bagi manusia maupun lingkungan serta menghindari peluang resistensi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari payung penelitian : ” Pengendalian Hama Utama pada Sayuran yang Bernilai Ekonomis Tinggi ” yang merupakan tema riset ALG Prof. Wawan Hermawan (Tahun 2015-2017) bekerjasama dengan Functional Nano Powder University Center of Excellence, Universitas Padjadjaran.

DAFTAR PUSTAKA

Chapman, RF. 2013. The Insects Structure and Function, 5th ed. Cambridge University Press, New York. 488pp.

- <https://doi.org/10.15713/ins.mmj.3>.
- Dono, D, S Hidayat, dan C Nasahi. 2008. Pengaruh biji ekstrak *Barringtonia asiatica* L. (Kurz) (Lecythidaceae) terhadap mortalitas larva dan fekunditas *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae). J. Agrik. 9: 4–15.
- Dono, D, YD Pratiwi, S.Ishmayana, dan D Prijono. 2019. Resistance level of *Crocidolomia pavonana* against profenofos synthetic insecticide and its susceptibility to *Azadirachta Indica* seed extract. Cropsaver 1, 74. <https://doi.org/10.24198/cs.v1i2.19912>.
- Edwin, ES, P Vasantha-Srinivasan, S Senthil-Nathan, A Thanigaivel, A Ponsankar, V Pradeepa, S Selin-Rani, K Kalaivani, WB Hunter, A Abdel-Megeed, V Duraipandiyan, and NA Al-Dhabi. 2016. Anti-dengue efficacy of bioactive andrographolide from *Andrographis paniculata* (Lamiales: Acanthaceae) against the primary dengue vector *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Acta Trop. 163, 167–178.
- Hermawan, W, ES Erawan, dan C Hadiansyah. 2010. Efek antifidan andrographolida terhadap aktivitas kelenjar pencernaan larva *Plutella xylostella* Linn. Bionatura. 1(12): 50–56.
- Lengai, GMW, JW Muthomi, and ER Mbega. 2019. Phytochemical activity and role of botanical pesticides in pest management for sustainable agricultural crop production. Crop Prot. 115, 142–151. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00239>
- Madiah, M, DM Malini, H Roviani, NV Rani, W Hermawan. 2018. Andrographolide powder treatment as antifeedant decreased digestive enzyme activity from *Plutella xylostella* (L.) larvae midgut. AIP Conf. Proc. 1927. <https://doi.org/10.1063/1.5021206>.
- Melanie, M Miranti, H Kasmara, S Hazar, A Martina. 2018. Insecticidal activities of crude extract of *Metarhizium anisopliae* and conida suspension against *Crocidolomia pavonana* fabricius. in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/166/1/012017>.
- Miranti, MR, dan Melanie. 2008. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* Terhadap *Crocidolomia pavonana* Fab. dalam Kegiatan Studi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kubis Dengan Menggunakan Agensia Hayati. Laporan Akhir Penelitian Litmud Unpad, LPPM UNPAD, Jatinangor.

- Okhwarobo, A, JE Falodun, O Erharuyi, V Imieje, A Falodun, P Langer. 2014. Harnessing the medicinal properties of *Andrographis paniculata* for diseases and beyond: A review of its phytochemistry and pharmacology. *Asian Pacific J. Trop. Dis.* 4, 213–222. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(14\)60509-0](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(14)60509-0).
- Paul, D, and M Choudhury. 2016. Larvicidal and antifeedant activity of some indigenous plants of Meghalaya against 4 th instar *Helicoverpa armigera* (Hübner) larvae. *J. Trop. Dis.* 5, 447–460. <https://doi.org/10.18869/modares.jcp.5.3.447>.
- Pramita, M, and T Anggraeni. 2015. The effect of *Mirabilis jalapa* leaves biopesticide treatment on the mycelium growth of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* inside the larvae body *Crociodolomia binotalis*. *AIP Conf. Proc.* 1677. <https://doi.org/10.1063/1.4930755>.
- Prijono, D. 2017. Development and reproduction of *Crociodolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera : Pyralidae) on natural and semi-artificial diets. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.2453-61>.
- Ramasamy, S, P Sotelo, MY Lin, CH Heng, S Kang, S Sarika. 2020. Validation of a bio-based integrated pest management package for the control of major insect pests on Chinese mustard in Cambodia. *Crop Prot.* <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.02.004>.
- Schrank, A, and MH Vainstein. 2010. *Metarhizium anisopliae* enzymes and toxins. *Toxicon* 56, 1267–1274. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2010.03.008>.
- Sharma, A, A Shukla, K Attri, M Kumar, MP Kumar, A Suttee, G Singh, RP Barnwal, N Singla. 2020. Global trends in pesticides: A Looming Threat and Viable Alternatives. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 201, 110812. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110812>.
- Skinner, M, Bruce LP, and Jae SK. 2014. Integrated Pest Management: Role of Entomopathogenic Fungi in IPM , Chapter 10. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-398529-3.00011-7>.
- Susrama, IGK. 2017. Kebutuhan nutrisi dan substansi dalam pakan buatan serangga. *E-J. Agroekoteknologi Trop.* 6, 310–318.
- Tampubolon, D, Y Pangestiningih, F Zahara, F Manik, F. 2013. Uji patogenisitas *Bacillus thuringiensis* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap mortalitas *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) di laboratorium. *J. Agroekoteknologi Univ. Sumatera Utara* 1, 95413. <https://doi.org/10.32734/jaet.v1i3.3004>
- Tangtrakulwanich, K, and GVP Reddy. 2014. Development of insect resistance to plant biopesticides. pp. 40–62. An Overview, *in Advances in Plant Biopesticides*. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2006-0>.
- Vimala Devi, PS, and YG Prasad. 1996. Compatibility of oils and antifeedants of plant origin with the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi*. *J. Invertebr. Pathol.* 68, 91–93. <https://doi.org/10.1006/jipa.1996.0063>.
- Yuliani, D. 2016. *Metarhizium anisopliae* and *Andrographis paniculata* to non-target insect pests. *J. Ilmu Pertan. Indones.* 21, 20–25. <https://doi.org/10.18343/jipi.21.1.20>.

Dampak Cahaya Matahari Terhadap Toksisitas Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* Pada Mortalitas Larva *Spodoptera litura* (Lepidoptera:Noctuidae)

Yulia Pujiastuti*, Jenny Kartika Sari, Arsi Arsi, Bambang Gunawan

Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Jalan Raya Palembang-Prabumulih Km 32 Kampus Indralaya Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan

*Alamat korespondensi: ypujiastuti@unsri.ac.id

ABSTRACT

The impact of sunlight on toxicity of *Bacillus thuringiensis*-based bioinsecticide against larva *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae)

Spodoptera litura or armyworms, is a polyphageous insect pest and is a major pest in several types of horticultural commodities. Control measures using synthetic chemicals often cause negative impacts in killing useful and non-target insects. Control with *Bacillus thuringiensis* is an alternative. The aim of this research was to study toxicity of *B. thuringiensis* applied to plants against *S.litura*. Experimental design was a randomized block design with 3 treatments and 10 replications. The test plant was caisim (*Brassica juncea*). The treatment at Caisim's garden was the installation of black plastic, white plastic and plant cover without plastic cover. After being applied with *B. thuringiensis*, caisim leaves were taken for bioassay testing in the laboratory with second instar larvae. Statistical test resulted larval mortality was significantly different among treatments with a range of 60-90%. The leaf area consumed was not significantly different from one to another. The use of plastic cover did not significantly affect the remaining *B. thuringiensis* on caisim leaves.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, sunlight, toxicity, *Spodoptera litura*

ABSTRAK

Spodoptera litura atau dikenal dengan ulat grayak merupakan serangga hama polifagus dan menjadi hama utama pada beberapa jenis komoditas hortikultura. Tindakan pengendalian dengan menggunakan bahan kimia sintetik seringkali menimbulkan dampak negatif berupa terbunuhnya serangga berguna dan non target. Pengendalian dengan *Bacillus thuringiensis* merupakan alternative. Tujuan penelitian untuk mempelajari toksisitas *B. thuringiensis* yang diaplikasikan pada tanaman terhadap serangga uji *S.litura*. Design percobaan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 3 perlakuan dan 10 ulangan. Tanaman uji berupa caisim (*Brassica juncea*). Perlakuan di kebun caisim berupa pemasangan plastik penutup tanaman berwarna hitam, putih dan tanpa penutup plastik. Setelah diaplikasikan dengan *B. thuringiensis*, daun caisim diambil untuk uji bioassay di laboratorium dengan larva instar 2. Dari hasil uji statistik, mortalitas larva berbeda nyata antar perlakuan dengan kisaran 60-90 %. Luas daun yang dikonsumsi berbeda tidak nyata antar perlakuan. Penggunaan plastik penutup tidak banyak mempengaruhi sisa residu *B. thuringiensis* pada daun caisim.

Kata kunci: *Bacillus thuringiensis*, sinar matahari, toksisitas, *Spodoptera litura*

PENDAHULUAN

Spodoptera litura (Lepidoptera: Noctuidae) atau ulat grayak adalah salah satu serangga hama polifagus yang menyerang banyak jenis tanaman dan di beberapa tempat menjadi hama utama (Daniel dan Samiayyan, 2017). Dengan ketersediaan pakan yang

terus menerus ada di lapangan, menyebabkan hama tersebut selalu ada di dalam ekosistem. Keberadaan ulat grayak dapat dijumpai dalam keadaan overlapping beberapa fase hidup, mulai dari telur, larva, pupa dan imago (Bragard *et al.*, 2019). Dalam satu tahun dapat dijumpai 8-12 generasi (Jitendra *et al.*, 2010). Karena pentingnya hama tersebut, maka

tindakan pengendalian harus dilakukan. Cara pengendalian yang banyak dilakukan dengan pilihan menggunakan pesitida sintetik yang memberikan dampak kematian serangga hama yang cepat. Namun hal ini masih harus dipertimbangkan karena akan menimbulkan dampak negatif pada serangga berguna dan pada lingkungan terutama adanya residu pada tanah dan air (Alewu and Nosiri, 2010, NSW EPA, 2013). Oleh karena itu, perlu dicari cara pengendalian alternatif, antara lain dengan menggunakan entomopatogen.

Bakteri entomopatogen *Bacillus thuringiensis* merupakan bakteri penghasil spora dan protein pada saat sporulasi (Baranek et al., 2017). Cara kerja (*mode of action*) adalah sebagai racun perut, yaitu *B.thuringiensis* harus tertelan oleh serangga. Sesampai didalam midgut serangga, protein tersebut akan diuraikan menjadi toksin (Pujiastuti et al., 2020). *B.thuringiensis* ditemukan di alam pada berbagai ekosistem seperti di tanah, bangkai serangga, pada tanaman dan lain-lain. Pada umumnya aplikasi bioinsektisida berbasis entomopatogenik menggunakan sistem semprot, agar memudahkan serangga pemakan tanaman untuk dapat mengkonsumsi (Sanahuja et al., 2011). Biasanya aplikasi *B.thuringiensis* dengan semprot harus memperhatikan hal-hal yang dapat mempengaruhi kemanjuran atau keefektifannya. Namun demikian, dengan menyemprotkan bahan aktif tersebut pada tanaman, berarti harus juga memperhatikan faktor lain yang mempengaruhi, seperti faktor cahaya matahari. Telah diketahui cahaya matahari berperan sangat dalam proses fotosintesis tanaman (Fan et al., 2018). Bila kekurangan akan sinar matahari maka akan terjadi kelambatan dalam pertumbuhan. Dalam hal ini, sinar matahari dapat diatur oleh manusia dengan beberapa cara seperti menanam tanaman pelindung, atau juga dengan memberikan naungan. Penyemprotan *B. thuringiensis* sebagai aplikasi dari bioinsektisida ada kemungkinan juga terpengaruh oleh adanya sinar matahari tersebut. Oleh karena itu paper ini melaporkan hasil penelitian yang bertujuan untuk mempelajari dampak penggunaan plastik pelindung terhadap pertumbuhan tanaman caisim (*Brassica juncea*) dan toksisitas *B. thuringiensis* yang diaplikasikan pada tanaman terhadap serangga uji *S.litura*.

BAHAN DAN METODE

Percobaan penanaman tanaman caisim dan aplikasi insektisida dilakukan di kebun percobaan

Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya sedangkan uji bioassay dilaksanakan di Laboratorium Entomologi Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Selama penelitian di lapangan suhu berkisar 27,8 – 30,9°C dengan kelembaban berkisar 84,5-86,2%. Kondisi di laboratorium selama penelitian pada suhu 25,6-28,5°C dan kelembaban rata-rata 82,5 %. Pelaksanaan penelitian dari bulan April sampai dengan Agustus 2020.

Design penelitian di lapangan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 3 perlakuan dan 10 ulangan. Perlakuan berupa penggunaan plastik pelindung : 1). berwarna hitam, 2) berwarna putih dan 3) tanpa pelindung. Pada uji bioassay di laboratorium, digunakan Rancangan Acak Lengkap dengan menggunakan daun caisim yang diambil dari lapangan, menggunakan 3 perlakuan dan 10 kali ulangan. Jumlah larva *S. litura* setiap ulangan berjumlah 5 ekor larva instar 2.

Persiapan bio-insektisida *Bacillus thuringiensis*

Isolat *B. thuringiensis* yang digunakan adalah *B. thuringiensis* dengan kode SMR 04 (Pujiastuti et al. 2020). Langkah pertama adalah dengan membuat *pre culture* dengan media Nutrient Broth (NB). Pengocokan dengan shaker selama 2 kali 12 jam menyebabkan *B. thuringiensis* dalam *pre culture* siap untuk digunakan untuk perbanyak *B. thuringiensis* dalam media lain.

Media yang digunakan adalah bio-urin yang diperkaya dengan molase 5 %. Sebanyak 10 % volume dari *pre culture* dimasukkan kedalam media bio-urin yang diperkaya dengan molase 5%. Proses fermentasi dilakukan dengan cara pengocokan dengan shaker selama 3 x 24 jam untuk mendapatkan jumlah spora dan protein yang cukup untuk perlakuan. Kerapatan spora dihitung sebagai dasar dalam aplikasinya di lapangan.

Persiapan serangga uji *Spodoptera litura*

Ulat grayak *S. litura* diambil dari penanaman caisim di sekitar kampus Unsri di sentra penanaman sayuran. Pemeliharaan dilakukan pada wadah plastik d=10 cm, t= 20 cm. Bagian atas wadah ditutup dengan kain kassa untuk menjaga areasi udara dan kelembaban. Pakan yang digunakan adalah daun caisim. Pakan daun setiap hari diganti dengan yang baru dan wadah pemeliharaan dibersihkan setiap hari. Ketika larva sudah memasuki masa prepupa, disiapkan tanah halus yang sudah disterilkan sebagai tempat untuk berpupa.

Aplikasi di lapangan

Tanaman caisim ditanam dalam bedengan dengan jarak tanam 20 x 20 cm. Untuk perlakuan, digunakan naungan sungkup plastik hitam maupun putih yang dibentangkan pada areal dengan ukuran 1,5 m x 1 m, sehingga setiap sungkup terdapat sekitar 30 tanaman caisim. Bio-insektisida berbahan aktif *B. thuringiensis* dengan dosis tunggal 10^8 spora/ml dan diaplikasikan sebanyak 50 ml yang dilarutkan pada 1 liter air. Tanaman caisim disemprot secara merata dan dibiarkan selama 24 jam. Pada hari berikutnya, diambil daun caisim untuk diujikan di laboratorium (bioassay). Serangga uji yang digunakan adalah ulat *S. litura* instar 2.

Bioassay di laboratorium

Daun caisim yang terpapar *B. thuringiensis* diambil dari lapangan dan dibawa ke laboratorium. Sebelum dimasukkan ke dalam cawan petri, daun diukur luasnya. Selanjutnya dimasukkan dalam cawan petri dan kedalamnya dimasukkan sebanyak 5 ekor larva instar dua. Setelah 24 jam, dilakukan pengamatan terhadap jumlah serangga yang mati. Daun caisim diambil dan diganti dengan daun yang

baru yang bebas dari insektisida. Selanjutnya diukur luas daun yang dimakan serangga. Jumlah larva uji yang tidak mati (tetap hidup) diamati berat tubuhnya.

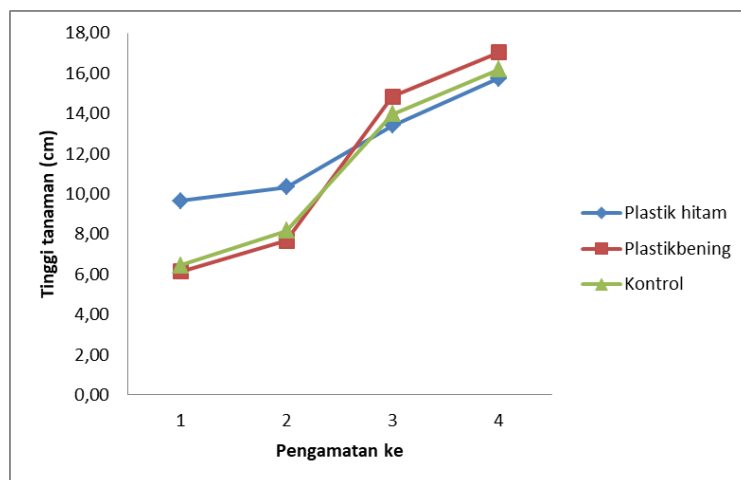
Analisis data

Data tentang tinggi tanaman caisim, luas daun yang dimakan serangga uji, mortalitas dan berat tubuh larva dianalisis dengan menggunakan ANOVA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi tanaman caisim

Tinggi tanaman caisim yang dinaungi dengan sungkup hitam, bening dan pada tanaman yang tidak dinaungi secara konsisten bertambah tinggi pada setiap kali pengamatan. Dalam analisis statistik, tidak terdapat pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman. Tinggi tanaman pada pengamatan terakhir berkisar antara 15 -17 cm. Data selengkapnya tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Tinggi tanaman caisim pada perlakuan naungan.

Tinggi tanaman mulai diamati pada hari ke tiga setelah bibit dipindahkan ke lahan. Pada saat perlakuan naungan diberikan, maka perkembangan tinggi tanaman diamati. Pada awalnya, pertumbuhan dengan naungan plastik hitam tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan naungan plastik bening dan tanpa naungan. Namun dengan bertambahnya waktu pertumbuhan tanaman pada naungan plastik juga bertambah cepat. Begitu juga pada kontrol. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Chairudin *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh cahaya matahari baik untuk pertumbuhan maupun untuk fotosintesis.

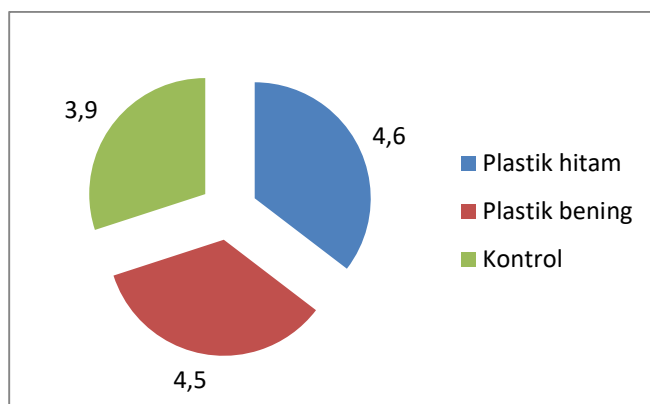
Menurut Bugbee (2000), kualitas cahaya tidak hanya berpengaruh terhadap pertumbuhan, tetapi juga morfologi (bentuk) tanaman. Plastik transparan merupakan salah satu bahan yang dapat berfungsi sebagai filter (penyaring) cahaya. Sinar matahari yang melalui plastik transparan berwarna tertentu dapat tersaring sebagian panjang gelombangnya sesuai warna plastik yang digunakan. Akibat kondisi ini, warna dan bentuk tanaman menjadi lebih baik.

Luas daun yang dimakan

Daun yang terpapar bioinsektisida diberikan kepada larva uji sebagai pakan. Pada hari pertama larva memakan dengan cepat dan diamati sampai hari

ke 7. Pengamatan dilakukan pada tiap cawan petri yang berisi 5 ekor larva. Luas daun yang dimakan oleh larva uji berkisar 3,9 cm sampai 4,6 cm. Dari

hasil pengujian statistik, menunjukkan tidak ada pengaruh perlakuan naungan terhadap luas daun yang dimakan (Gambar 2).



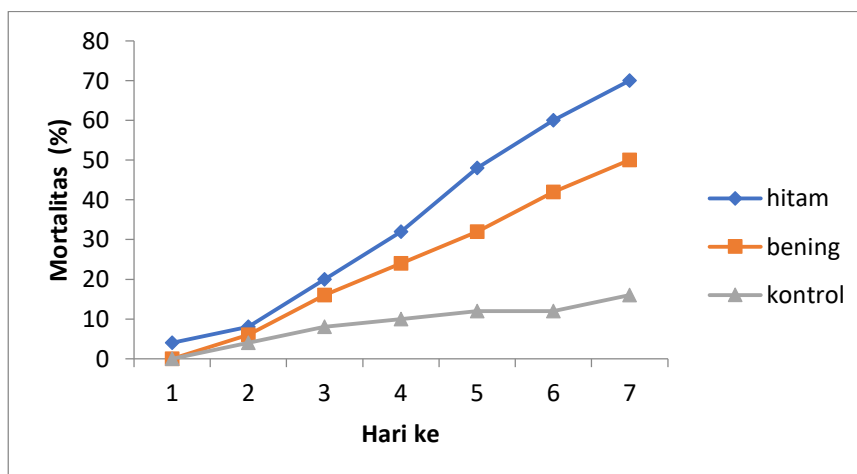
Gambar 2. Luas daun yang dimakan oleh larva *Spodoptera litura* (cm²) pada hari ke 7 setelah aplikasi.

Pada saat larva uji diberi pakan daun terpapar *B. thuringiensis*, secara normatif larva memakan daun tersebut. Tergantung dari banyak atau sedikitnya daun yang dimakan tersebut, efek dari *B. thuringiensis* yang tertempel pada daun akan menyebabkan terganggunya proses metabolisme dalam tubuh serangga. Walaupun dari uji statistik tidak ada pengaruh *B. thuringiensis* terhadap luas daun yang dimakan, namun terlihat bahwa ada perbedaan dalam hal konsumsi daun. Ada kemungkinan bahwa secara genetis larva uji akan memakan sejumlah tertentu luasan daun. Pada penelitian Davidowitz *et al.* (2003) juga dilaporkan bahwa secara genetis, individu membawakan sifat karakteristik dalam kehidupannya, misal dapat dilihat dari berat badan, ukuran panjang tubuh dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan daur hidupnya. Selain itu, kondisi lingkungan juga sangat mempengaruhi jumlah konsumsi pakan. Didaerah

dataran tinggi dengan suhu yang lebih rendah, serangga tertentu akan memakan daun lebih banyak dibandingkan dengan serangga yang hidup di dataran rendah dengan suhu yang lebih tinggi (FAO, 2018).

Mortalitas larva

Mortalitas larva dapat dilihat mulai dari hari ke 2 dan berlanjut sampai dengan hari ke 7. Jumlah serangga uji yang mati berkisar 0-7 % pada perlakuan dengan naungan plastik hitam, pada plastik bening dengan tingkat kematian 0-50 % dan pada kontrol berkisar 0-15 %. Dari hasil uji statistik diperoleh hasil bahwa tidak ada pengaruh pemberian naungan dengan kematian larva uji akibat diberikannya daun yang terpapar bioinsektisida *B. thuringiensis*. Data mortalitas serangga uji selengkapnya pada beberapa hari pengamatan disajikan pada Gambar 3.



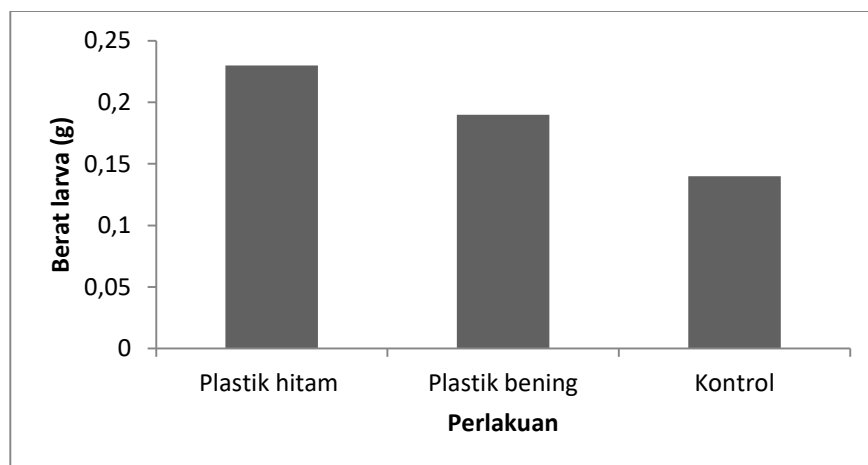
Gambar 3. Mortalitas larva *Spodoptera litura* pada aplikasi berbagai naungan.

Kematian serangga merupakan sesuatu yang normal. Dalam perlakuan dengan bioinsektisida, didapatkan kematian serangga uji dimulai pada hari kedua. Pada umumnya 24 jam setelah larva memakan daun yang terpapar dengan *B. thuringiensis* atau insektisida lain, maka larva akan menampilkan reaksinya dalam bentuk ketidak aktifan dalam mengkonsumsi pakan. Hal ini diduga disebabkan oleh reaksi dari protein *B. thuringiensis* yang termakan oleh larva tersebut dan dicerna didalam midgut larva. Proses kematian serangga uji, dimulai dari terjadinya perubahan protein menjadi molekul yang lebih kecil dan bersifat toksik Bravo *et al.*, (2005). Molekul toksin tersebut akan menempel (*binding*) pada membran lapisan midgut. Dengan proses penempelan tersebut, maka akan terbentuk porus yang menyebabkan terjadinya perpindahan ion dari

dalam midgut keluar midgut. Sebagai akibatnya, serangga akan mengalami dehidrasi sehingga kekurangan cairan. Pada akhir proses (waktu tergantung jenis serangga) serangga akan mati (Sansinenea, 2012). Gejala kematian biasanya berupa busuk basah dan tekstur tubuh menjadi rapuh (Quintero, *et al.*, 2015).

Berat tubuh larva

Berat tubuh dihitung pada akhir pengamatan (pada hari ke 7). Larva yang tidak mati dikumpulkan dan ditimbang untuk mengetahui reaksi dari proses mengkonsumsi daun yang terpapar. Dari hasil pengamatan, didapatkan berat larva 0,15-0,24 g per larva. (Gambar 4).



Gambar 4. Berat larva *Spodoptera litura* setelah perlakuan pada berbagai naungan.

Berat larva yang hidup setelah aplikasi pakan daun yang diberikan pada larva Spodopetera, dengan naungan plastik hitam mempunyai berat tubuh lebih besar dari perlakuan naungan plastik bening. Pada kontrol berat tubuh larva uji paling kecil. Hal ini diduga karena adanya jumlah konsumsi daun pada larva uji pada naungan hitam lebih tinggi (lihat Gambar 2). Semakin banyak daun pakan yang dikonsumsi oleh larva, maka semakin besar atau berat ukuran tubuh larva tersebut (Cadinu *et al.*, 2020). Pada pengujian berbagai jenis daun pada ulat *S. frugiperda*, Subiono (2020) menemukan bahwa larva yang mengkonsumsi lebih banyak daun, akan mempunyai berat badan dan ukuran panjang badan yang lebih dibandingkan dengan yang lebih sedikit mengkonsumsi.

SIMPULAN

Pemberian naungan pada tanaman tidak berpengaruh pada keberadaan atau residu

bioinsektisida yang diaplikasikan pada tanaman. Daun terpapar bio-insektisida yang digunakan untuk bioassay tidak mempengaruhi mortalitas larva, luas daun yang dimakan, dan berat larva.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Sriwijaya atas dana yang diberikan melalui penelitian pada skema Kompetitif tahun 2020.

DAFTAR PUSTAKA

Alewu, B, Nosiri C. Pesticides and human health. In: Stoytcheva M, editor. Pesticides in the Modern World – Effects of Pesticides Exposure. InTech; (2011). p. 231–50. Available from: <http://www.intechopen.com/books/pesticides-in-the-modern-world-effects-of->

- pesticides-exposure/pesticide-and-human-health [Google Scholar].
- Baranek, J Edyta Konecka , and A Kaznowski. 2017. Interaction between toxin crystals and vegetative insecticidal proteins of *Bacillus thuringiensis* in lepidopteran larvae. *BioControl*. 62: 649–658.
- Bragard, C, KDS Francesco Di Serio, P Gonthier, MA Jacques, JAJ Miret, AF Justesen, CSM P Milonas. 2019. Pest categorisation of *Spodoptera litura* EFSA Panel on Plant Health (PLH) Volume17, Issue 7 July 2019 <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5765>.
- Bravo, A, M Soberón, SS Gill. 2005. *Bacillus thuringiensis* Mechanisms and Use Comprehensive Molecular Insect Science. Volume 6. 2005. Pp. 175-205. DOI: 10.1016/B0-44-451924-6/00081-8.
- Cadinu, LA, P Barra, F Torre, F Delogu and FA Madau. 2020. Insect Rearing: Potential, Challenges, and Circularity. *Sustainability* 2020, 12, 4567; doi:10.3390/su12114567.
- Chairudin, E, dan Sabaruddin. 2015. Dampak Naungan Terhadap Perubahan Karakter Agronomi Dan Morfo-Fisiologi Daun Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) J. *Floratek* 10: 26 – 35.
- Daniel, J, D, and K Samiayyan. 2017. Growth Parameter Indices of Cut Worm Larva *Spodoptera litura* (Fab.) on Various Host Plants. *International Journal of Agriculture Sciences*, ISSN: 0975-3710 & E-ISSN: 0975-9107, Volume 9, Issue 29, pp.-4372-4376.
- Davidowitz, G Goggy Davidowitz, Louis J D'Amico, H Nijhout H Nijhout. 2003. Critical weight in the development of insect body size. *Evolution & Development* 5(2):188-97. DOI: 10.1046/j.1525-142X.2003.03026.x.
- Fan, Y, J Chen, Y Cheng, F Yang. 2018. Effect of shading and light recovery on the growth, leaf structure, and photosynthetic performance of soybean in a maize-soybean relay-strip intercropping system. *PLoS ONE* 13(5):e0198159.DOI: 10.1371/journal.pone.019815.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2018. Integrated management of the Fall Armyworm on maize : A guide for Farmer Field Schools in Africa. United Nations Rome.
- Jitendra, Y, CW Tan, SY Hwang. 2010. Spatial Variation in Foliar Chemicals Within Radish (*Raphanus sativus*) Plants and Their Effects on Performance of *Spodoptera litura* " *Environmental Entomology* . 39 (6): 1990–1996. doi : 10.1603/EN10118 . ISSN 0046-225X. PMID22182566.
- NSW EPA. 2013. What Are Pesticides and How Do They Work? (2013). Available from: <http://www.epa.nsw.gov.au/pesticides/pestwhatrhow.htm>.
- Pujiastuti, Y, A Arsi, and S Sandi. 2020. Characteristics of *Bacillus thuringiensis* isolates indigenous soil of South Sumatra (Indonesia) and their pathogenicity against oil palm pests *Oryctes rhinoceros*(Coleoptera: Scarabaeidae). *Biodiversitas*. Vol. 21. No 4. PP: 1287-1294. DOI: 10.13057/biodiv/d210403.
- Quintero, MST, GP Chora, VM Hernández, V Víctor, M Hernández, V Iván, AI Arenas. 2015. Signs of *Bacillus thuringiensis* (Bacillales: Bacillaceae) Infection in *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae): Koch's Postulates. *Florida Entomologist* 98(2) DOI: 10.1653/024.098.0264.
- Sanahuja, G, R Banakar, RM Twyman, P Christou. 2011. *Bacillus thuringiensis*: A century of research, development and commercial applications. *Plant Biotechnology Journal*. 9(3): 283-300. DOI: 10.1111/j.1467-7652.2011.00595.x.
- Sansinenea, E. 2012. Discovery and description of *Bacillus thuringiensis*. *Bacillus thuringiensis* Biotechnology. Pp. 3-18.

Pemanfaatan Refugia dalam Mengendalikan Hama-Hama Padi Merah (*Oryza nivara* L.) di Kabupaten Karo, Sumatera Utara

Zuah Eko Mursyid Bangun, Ameilia Zuliyanti Siregar*, dan Suzanna Fitriany Sitepu

Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara

Jl.Dr.A.Soyan No 3 Medan 20155 Sumatera Utara

*Alamat korespondensi: ameiliazuliyanti@gmail.com

ABSTRACT

The use of refugia to control rice pest (*Oryza nivara* L.) in Karo Regency, North Sumatra

The use of refugia, a natural enemy microhabitat in rice is the latest Integrated Pest Management. Karo Regency, the local specific red rice producing center "Mekonga". This study aims to determine the diversity and function status of insects in red rice fields. This research was conducted from March to August 2020 in Batu Karang Village, Karo Regency using land without refugia and land with refugia of the *Tagetes erecta*, *Cosmos caudatus*, *Impatiens balsamine*, *Zinnia peruviana*. Using Purposive sampling with 4 traps: Transparent Trap, yellow trap, pitfall trap and sweepnet with 10 times observations. The results showed that insects in the land without refugia (10 orders, 51 families with 2.479 individuals) were compared with the refugia (10 orders, 55 families, 2,660 individuals). The index of land without refugia (k) compared to refugia (r) including: Species Richness Index (R) Margalef ($R_k = 6.39$: $R_r = 6.84$), Evenness Index (E) Evenness ($E_k = 0.52$: $E_r = 0.58$) and Shannon Wiener diversity index (H') ($H'_k = 2.07$: $H'_r = 2.21$). Insect status function identified in refugia fields showed herbivores (408 individuals), predators (1.193 individuals), pollinators (147 individuals), parasitoids (108 individuals) and scavenger (961 individuals). Modification of rice field using refugia as hedgerows can control rice pests.

Keywords: Refugia, red paddy, predator, parasitoid, diversity

ABSTRAK

Penggunaan refugia, mikrohabitat musuh alami pada padi merupakan cara Pengendalian Hama Terpadu terkini. Kabupaten Karo, sentra penghasil padi merah spesifik lokal "Mekonga". Penelitian ini bertujuan mengetahui keanekaragaman dan status fungsi serangga pada lahan padi merah. Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Maret hingga Agustus 2020 di Desa Batu Karang, Kabupaten Karo menggunakan lahan tanpa refugia dan lahan dengan refugia dari jenis *Tagetes erecta*, *Cosmos caudatus*, *Impatiens balsamina*, *Zinnia peruviana*. Metode *purposive sampling* dengan 4 perangkap: Likat Transparan, Likat Kuning, Perangkap Jatuh dan Perangkap Jaring sebanyak 10 kali pengamatan dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan serangga pada lahan tanpa refugia (10 ordo, 551 famili dengan 2.479 ekor) berbanding dengan refugia (10 ordo, 55 famili, 2.660 ekor). Perhitungan biologi menunjukkan nilai lahan tanpa refugia (k) berbanding dengan refugia (r) meliputi: Indeks kekayaan jenis (R) Margalef ($R_k = 6.39$: $R_r = 6.84$), Indeks pemerataan (E) Evenness ($E_k = 0.52$: $E_r = 0.58$) serta Indeks keanekaragaman (H') Shannon Wiener ($H'_k = 2.07$: $H'_r = 2.21$). Status fungsi serangga diidentifikasi pada lahan refugia menunjukkan herbivora (408 individu), predator (1.193 individu), polinator (147 individu), dan parasitoid (108 individu) dan scavenger (961 individu). Modifikasi lahan padi menggunakan refugia sebagai tanaman pinggiran (hedgerows) dapat mengendalikan hama tanaman padi.

Kata kunci: *Refugia, padi merah, predator, parasitoid, keanekaragaman.*

PENDAHULUAN

Salah satu tanaman pangan yang memiliki nilai potensial sosial dan ekonominya adalah beras merah. Beras merah sangat bermanfaat bagi

kesehatan. Komposisi gizi per 100g padi beras merah terdiri atas protein 7,5 g, lemak 0,9 g, karbohidrat 77,6 g, kalsium 16 mg, fosfor 163 mg, zat besi 0,3 g

dan vitamin B1 0,21 mg (Santika & Rozakurniati, 2010).

Provinsi Sumatera Utara memiliki sentra penghasil beras merah yang teridentifikasi di Kabupaten Langkat, Serdang Bedagai, Simalungun, Tapsel, Dairi, Nias dan Karo. Karo terdiri dari 17 Kecamatan dengan Kecamatan Juhar dan Kecamatan Payung menjadi penghasil padi merah terbesar (BPS, 2018).

Tanaman padi merupakan tanaman semusim, pada tanaman semusim sering terjadi pemutusan masa bertanam yang akan mengakibatkan tidak berkembangnya musuh alami. Sehingga perkembangan serangga hama meningkat terus tanpa ada faktor pembatas dari alam. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa perlakuan masukan agrokimia (terutama pestisida dan pupuk) telah menimbulkan dampak lingkungan dan sosial yang tidak dikehendaki (Tauruslina dkk., 2015).

Penggunaan refugia termasuk kegiatan yang dikelompokkan dalam PHT. Refugia adalah mikrohabitat yang menyediakan tempat berlindung secara spasial dan/atau temporal bagi musuh alami hama, seperti predator dan parasitoid, serta mendukung komponen interaksi biotik pada ekosistem, seperti polinator atau serangga penyerbuk (Keppel *et al.*, 2012). Jenis tanaman yang berpotensi sebagai refugia yaitu bunga matahari (*Helianthus annuus*), bunga marigold (*Tagetes erecta*), bunga kertas zinnia (*Zinnia peruviana*), (*Zinnia bicolor*), kenikir (*Cosmos caudatus*) (Allifah dkk., 2013). Pacar air (*Impatiens balsamina*) (Zhu *et al.*, 2013).

Penggunaan jenis refugia berupa Marigold (*Tagetes erecta*), Kenikir (*Cosmos caudatus*), Bunga Kertas (*Zinnia peruviana*) dan Pacar Air (*Impatiens balsamina*) didasarkan pada tersedianya tanaman tersebut di daerah Kabupaten Karo sehingga memudahkan pengaplikasian penggunaan tanaman refugia sebagai tanaman pinggiran. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat dampak dari penggunaan refugia terhadap keanekaragaman serangga dan populasi musuh alami pada pertanaman beras merah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – September 2020 di Kecamatan Payung, Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara. Identifikasi dilakukan

di Laboratorium Hama Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.

Bahan yang digunakan adalah benih padi merah, benih tanaman refugia *Tagetes erecta*, *Cosmos caudatus*, *Impatiens balsamine*, *Zinnia peruviana*, air, detergen, alkohol 70%, plastik transparan, lem perekat, kertas berwarna kuning dan tali plastik. Alat yang digunakan adalah gunting, pinset, sarung tangan, pisau, botol, jaring, wadah plastik, kamera, mikroskop, kaca pembesar, kalkulator, buku acuan identifikasi yaitu Baehaki (1993), Heinrichs (2004), Pathak & Khan (1994), Lilies & Akhmad (1992), Susanti (1998) dan alat tulis.

Pengamatan serangga dilakukan pada lahan padi merah yang sudah di tanam refugia di sekeliling areal seluas 700m² dengan metode *purposive sampling* menggunakan 4 macam perangkap yaitu perangkap kuning (*yellow sticky trap*), perangkap transparan (*transparent sticky trap*) dan perangkap jatuh (*pitfall trap*) dan pengambilan sampel menggunakan jaring (*sweep net*). Pengamatan dilakukan sebanyak 10 kali dengan interval pengambilan sampel 7 hari.

Serangga yang tertangkap kemudian diamati untuk diidentifikasi sampai tingkat famili dan dikelompokkan sesuai status fungsinya. Data yang didapat kemudian dihitung Indeks Diversitas Shannon (H'), Indeks Kekayaan Jenis Margalef dan Indeks Kemerataan (*Evenness*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah dan Jenis Serangga Tertangkap

Dari hasil penelitian diperoleh jumlah dan jenis serangga yang tertangkap seperti dideskripsikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Jumlah serangga yang tertangkap pada pertanaman padi merah dengan refugia dan kontrol berbeda-beda dalam setiap minggu pengamatan. Jumlah serangga yang paling banyak tertangkap pada lahan dengan refugia yaitu pada minggu pertama sebanyak 588 ekor dimana komposisi terbesar terdapat pada famili Formicidae dengan jumlah 443 ekor, dan yang paling kecil yaitu famili Thomisidae, Carabidae, Coccinellidae, Salpingidae, Ceratopogonidae dan Euophidae yang masing-masing berjumlah 1 ekor.

Tabel 1. Jumlah dan jenis serangga yang tertangkap pada lahan padi merah (Kontrol)

| Ordo | Famili | Kontrol | Total |
|------|--------|---------|-------|
|------|--------|---------|-------|

| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | |
|-----------------|----------------|-----|-----|-----|----|----|----|-----|------|----|-----|-----|
| Coleoptera | Scolytidae | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| | Curculionidae | | | | 2 | | | | | | | 2 |
| | Leiodidae | | | 1 | | 1 | | | | | | 2 |
| | Cantharidae | 2 | | | | | | | 2 | 1 | | 5 |
| | Chrysomelidae | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| | Elateridae | 2 | 1 | | | 1 | | | | | | 4 |
| | Carabidae | | 1 | | | | 2 | 2 | | 1 | 1 | 7 |
| | Coccinellidae | | 1 | | 3 | | | | | 1 | 2 | 7 |
| | Tenebrionidae | 3 | 8 | 6 | | | | | | | 2 | 19 |
| | Salpingidae | 2 | 3 | 5 | 2 | | | 2 | 3 | 5 | | 22 |
| | Staphylinidae | | 2 | 5 | 4 | 3 | 3 | 5 | 7 | 3 | 3 | 35 |
| Dermoptera | Forficulidae | | | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | 4 |
| Diptera | Empididae | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| | Agromyzidae | | | 1 | | 1 | | | | | | 2 |
| | Calliphoridae | | | | | | | | | 3 | | 3 |
| | Phoridae | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| | Asteiidae | | | | | | | 2 | 3 | | | 5 |
| | Muscidae | | | | 1 | | | 3 | 2 | 1 | | 7 |
| | Drosophilidae | | | | | 1 | | | | 1 | | 2 |
| | Bibionidae | | 2 | | | 1 | | 2 | | | | 5 |
| | Mycetophilidae | | | 1 | 3 | 1 | 7 | | 1 | 1 | | 14 |
| | Sciaridae | | 2 | | | | | 5 | 1 | 1 | | 9 |
| | Pompilidae | | | | | 15 | 1 | 1 | | | 2 | 19 |
| | Tipulidae | | | 3 | | | | | 3 | 2 | 1 | 9 |
| | Culicidae | 7 | 6 | 3 | 8 | 2 | 3 | | 1 | | | 30 |
| | Cecidomyiidae | 1 | 7 | | 1 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 | 22 |
| | Tachinidae | | 6 | 13 | 2 | 11 | 12 | 10 | 4 | 5 | | 63 |
| Ceratopogonidae | 5 | 26 | 27 | 15 | 42 | 25 | 27 | 16 | 16 | | 199 | |
| Chironomidae | 210 | 68 | 483 | 42 | 7 | 43 | 26 | 15 | 12 | 6 | 912 | |
| Hemiptera | Lygaeidae | | | | | | 1 | | | | | 1 |
| | Pentatomidae | | 1 | | | | | 2 | 2 | 1 | | 6 |
| | Coriscidae | | 5 | | | 1 | | | | | | 6 |
| | Alydidae | | 1 | 1 | 1 | 8 | 8 | 7 | 6 | 11 | | 43 |
| | Delphacidae | | 24 | 6 | 11 | 8 | 4 | 6 | 1 | 27 | 8 | 95 |
| | Miridae | | | | | | | | 1 | 3 | | 4 |
| Homoptera | Aphididae | 5 | | 1 | | 1 | | 1 | 2 | | | 10 |
| | Cicadellidae | | | | | 6 | 5 | 5 | 7 | 21 | 30 | 74 |
| Hymenoptera | Diprionidae | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| | Evaniidae | | | | | 2 | | | | | | 2 |
| | Sphecidae | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| | Ichneumonidae | 2 | | 5 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | | 3 | 23 |
| | Braconidae | | | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 3 | | 16 |
| | Eulophidae | | | | | 1 | | | 2 | | | 3 |
| | Formicidae | 358 | 68 | 41 | 37 | 9 | 38 | 58 | 30 | 40 | 63 | 742 |

Tabel 1. Jumlah dan jenis serangga yang tertangkap pada lahan padi merah (Kontrol) (Lanjutan)

| Ordo | Famili | Kontrol | | | | | | | | | | Total |
|------|--------|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|
|------|--------|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|

| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | |
|-------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|
| Isoptera | Serritermitidae | | | | 1 | | | | 1 | 14 | 16 | |
| Lepidoptera | Noctuidae | | 2 | 4 | 1 | | 1 | | | | 2 | 10 |
| | Pyralidae | 1 | | | 1 | | | | | | 4 | 6 |
| Odonata | Coenagrioidae | | 1 | 1 | | | | | | | | 2 |
| | Libellulidae | | | | | 1 | | | 2 | | | 3 |
| Orthoptera | Acrididae | 0 | | | | | | 1 | | | | 1 |
| | Gryllidae | | | 1 | | | | | | 1 | | 2 |
| Total | | 600 | 236 | 612 | 141 | 126 | 158 | 172 | 123 | 180 | 131 | 2479 |

Tabel 2. Jumlah dan jenis serangga yang tertangkap pada lahan padi merah menggunakan refugia

| Ordo | Famili | Refugia | | | | | | | | | | Toga |
|-----------------|----------------|---------|-----|-----|----|----|----|-----|------|----|-----|------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | |
| Coleoptera | Dermestidae | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| | Geotrupidae | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| | Nitidulidae | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| | Scolytidae | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| | Cillaeinae | | | | | 1 | | | 1 | | | 2 |
| | Curculionidae | | | | 1 | | | 1 | | | | 2 |
| | Leiodidae | | 1 | | 1 | | | | | | | 2 |
| | Cantharidae | | 1 | | | | | 2 | | | 1 | 4 |
| | Chrysomelidae | 2 | | 2 | 1 | | | | | | | 5 |
| | Elateridae | 4 | 2 | 1 | 1 | | 1 | | | | | 9 |
| | Carabidae | 1 | | | 1 | 3 | | 3 | 1 | | | 9 |
| | Coccinellidae | 1 | | 2 | 4 | 1 | | | 3 | | 4 | 15 |
| | Tenebrionidae | | 7 | 1 | 1 | 2 | | 1 | | | 4 | 16 |
| Salpingidae | 1 | 1 | 1 | 7 | | 2 | 3 | 6 | 1 | | 22 | |
| Staphylinidae | | 13 | 6 | 6 | 10 | 4 | 7 | 5 | 18 | 5 | 74 | |
| Dermaptera | Forficulidae | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | 3 |
| Diptera | Empididae | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| | Agromyzidae | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| | Calliphoridae | | | | | | | | | 1 | 1 | 2 |
| | Phoridae | | 3 | | | | | | | | | 3 |
| | Asteiidae | | | | 2 | | 1 | | | | | 3 |
| | Muscidae | | | | 1 | | | 2 | | 1 | 1 | 5 |
| | Drosophilidae | | | | | 4 | | | 1 | 1 | | 6 |
| | Bibionidae | | | | | | 6 | | | | | 6 |
| | Mycetophilidae | | 2 | | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | | 11 |
| | Sciaridae | 2 | 2 | 2 | 1 | | | 6 | 5 | 2 | | 20 |
| | Pompilidae | | | | | 5 | 3 | 4 | 3 | 1 | 4 | 20 |
| | Tipulidae | 4 | 4 | 4 | | | | 1 | 8 | 2 | 8 | 31 |
| | Culicidae | 6 | 12 | 3 | 3 | 2 | | | 1 | 1 | 4 | 32 |
| | Cecidomyiidae | | 8 | 1 | 3 | 2 | | 3 | 5 | 14 | 8 | 44 |
| | Tachinidae | 4 | 19 | 30 | 7 | 9 | 10 | 5 | 6 | 3 | 2 | 95 |
| Ceratopogonidae | 1 | 11 | 5 | 14 | 43 | 24 | 25 | 10 | 13 | | 146 | |
| Chironomidae | 103 | 142 | 211 | 94 | 10 | 23 | 22 | 9 | 7 | 1 | 622 | |

Tabel 2. Jumlah dan jenis serangga yang tertangkap pada lahan padi merah menggunakan refugia (Lanjutan)

| Ordo | Famili | Refugia | | | | | | | | | | Total |
|-------------|-----------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | |
| Hemiptera | Lygaeidae | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| | Pentatomidae | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| | Coreidae | | 1 | | 1 | | | | | | | 2 |
| | Coriscidae | | | | | | | | 2 | 1 | | 3 |
| | Alydidae | | | 1 | | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | | 17 |
| | Delphacidae | | 24 | 55 | 21 | 65 | 17 | 16 | 6 | 34 | 4 | 242 |
| Homoptera | Miridae | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| | Aphididae | | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 8 |
| | Cicadellidae | 3 | 1 | | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 10 | 12 | 39 |
| Hymenoptera | Sphecidae | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| | Ophioninae | | | | | | | | 2 | | | 2 |
| | Ichneumonidae | | | 2 | 3 | 2 | 6 | | 4 | 1 | 1 | 19 |
| | Braconidae | | 2 | 6 | | 6 | 2 | | 5 | 4 | 6 | 31 |
| | Eulophidae | 1 | | | 2 | 12 | 6 | 4 | 1 | 2 | 10 | 38 |
| Formicidae | 443 | 99 | 132 | 43 | 23 | 69 | 19 | 39 | 62 | 72 | 1001 | |
| Isoptera | Serritermitidae | | | | 1 | | | | 2 | 2 | | 5 |
| Lepidoptera | Noctuidae | | 1 | 1 | | | | 1 | | | | 3 |
| | Pyralidae | | | | | | | | | | 4 | 4 |
| Odonata | Coenagrioidae | | 2 | 3 | 1 | | | | | | | 6 |
| | Libellulidae | | 1 | 1 | 1 | 2 | | 1 | | | | 6 |
| Orthoptera | Acrididae | 2 | | | 1 | 3 | | | | | | 6 |
| | Gryllidae | | 2 | | | 3 | 3 | | 1 | | | 9 |
| Total | | 578 | 364 | 471 | 229 | 217 | 187 | 133 | 135 | 192 | 154 | 2660 |

Jumlah serangga yang tertangkap pada pertanaman padi merah dengan refugia dan kontrol berbeda-beda dalam setiap minggu pengamatan. Jumlah serangga yang paling banyak tertangkap pada lahan dengan refugia yaitu pada minggu pertama sebanyak 588 ekor dimana komposisi terbesar terdapat pada famili Formicidae dengan jumlah 443 ekor, dan yang paling kecil yaitu famili Thomisidae, Carabidae, Coccinellidae, Salpingidae, Ceratopogonidae dan Euophidae yang masing-masing berjumlah 1 ekor.

Famili yang mendominasi pada lahan padi merah dengan refugia dan kontrol terdapat famili Chironomidae, Linyphiidae, Formicidae, Delphacidae dan Ceratopogonidae. Pada lahan refugia didapatkan populasi terbesar yaitu pada famili Formicidae dengan jumlah 1.001 ekor sedangkan pada lahan kontrol didapatkan populasi Chironomidae sebesar 912 ekor. Data ini didukung penelitian Tarigan (2019) mengidentifikasi famili serangga Famili yang mendominasi pada lahan padi merah dengan refugia terdapat 5 famili

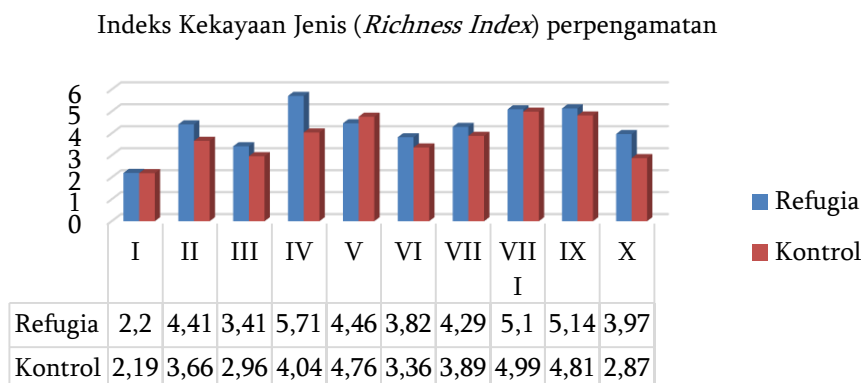
mendominasi, Chironomidae, Linyphiidae, Formicidae, Delphacidae dan Ceratopogonidae.

Selanjutnya, Erdiansyah et al., (2018), mengidentifikasi arthropoda pada lahan padi aplikasi refugia bunga marigold (*Tagetes erecta*) terkumpul 82 ekor musuh alami dan 37 ekor hama selama 7-13 Minggu Setelah Tanam (MST). Manakala Peneliti mengaplikasikan 4 jenis refugia di Karo, serangga mendominasi pada refugia marigold sebesar 798 ekor (30%). Faktor lain diasumsikan yang menyebabkan perbedaan jumlah serangga tertangkap adalah penggunaan perangkap dimana Peneliti menggunakan 4 jenis perangkap (likat kuning, likat transparan, perangkap jatuh dan jaring sapu) dikoleksi pada masa fase vegetatif dan fase generatif padi merah.

Perhitungan Biologi

Perhitungan biologi dilakukan terdiri dari Indeks Kekayaan Jenis (*Richness Index*), Indeks Kemerataan (*Evenness Index*), dan Indeks

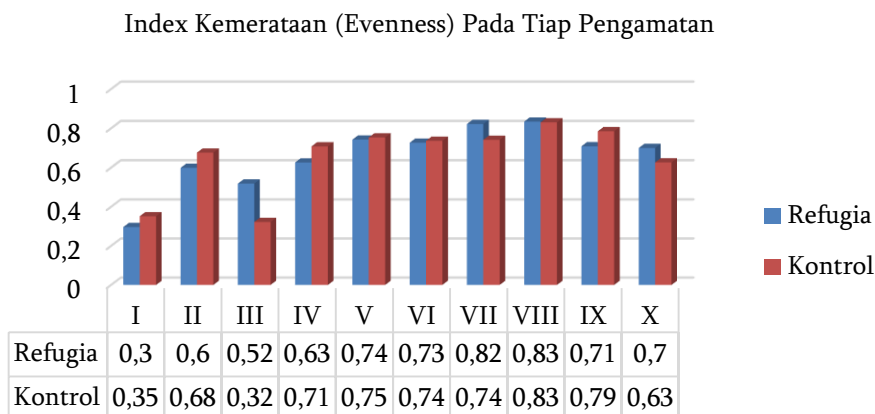
Keanekaragaman (*Diversity Index*) tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Index Kekayaan Jenis (*Richness Index*) Pada Tiap Pengamatan

Dari Gambar 1 terlihat Indeks kekayaan jenis (*Richness Index*) tertinggi (5.705) pada aplikasi Refugia pada pengamatan 4 dan terendah di pengamatan 1 (2.201). Hal ini didukung penelitian Margalef (1958), kriteria kekayaan jenis terbagi terdiri dari rendah ($R < 2,5$), sedang ($2,5 > R > 4$) dan

tinggi ($R > 4$). Manakala, Siregar *et al.* (2014) menyatakan tingkat keanekaragaman pertanaman (mono dan polikultur), serta asumsi pengaruh habitat dan faktor makanan mempengaruhi timbulnya hama.



Gambar 2. Diagram Index Kekayaan Jenis (*Richness Index*) Pada Tiap Pengamatan

Indeks kemerataan jenis (*Evenness Index*) di lahan refugia tertinggi diidentifikasi pada pengamatan 8 ($E=0.83$) dan terendah pengamatan 1 ($E=0.29$), dikategori sedang. Menurut Odum (1996), kriteria indeks kemerataan jenis terdiri dari rendah ($E' < 0,3$), sedang ($0,3 > E' > 0,6$) dan tinggi ($E' > 0,6$) serta maksimal indeks kemerataan jenis ini adalah 1.

Manakala penggunaan 4 jenis refugia dari jenis bunga kenikir (*Cosmos caudatus*), jenis bunga kertas (*Zinnia peruviana*), jenis bunga marigold (*Tagetes erecta*), dan jenis pacar air (*Impatiens balsamina*) dalam mengendalikan hama tanaman padi merah dideskripsikan pada Gambar 3.

Nilai Kemerataan Jenis (E) dan Kekayaan Jenis (R) pada lahan dengan menggunakan refugia

cenderung selalu lebih tinggi dibandingkan lahan kontrol. Hal ini diduga karena lahan dengan refugia menyebabkan sumber makanan dan tempat berlindung bagi serangga yang bervariasi. Hal ini didukung oleh Falahudin *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa beragamnya vegetasi tumbuhan menyebabkan variasi makanan menjadi bertambah sehingga lingkungan yang cocok dapat mempengaruhi jumlah serangga tersebut. Kelimpahan serangga ini dipengaruhi juga oleh aktivitas reproduksi yang didukung lingkungan yang sesuai.

Indeks Keanekaragaman (*Diversity Index*) yang didapatkan tiap pengamatan dapat dilihat pada Gambar 4. dimana total Indeks keanekaragaman pada lahan padi merah dengan refugia sebesar $H' =$

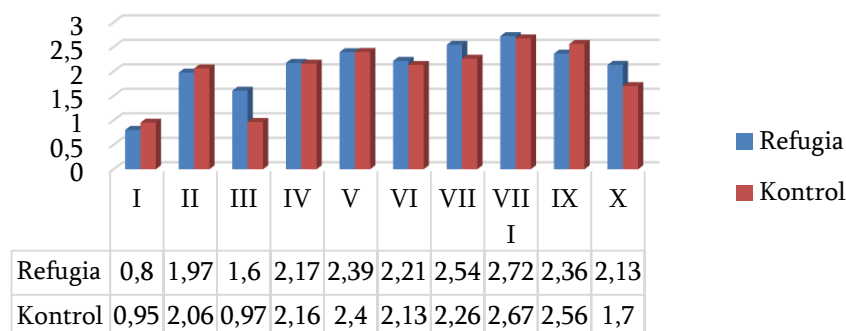
2,21 dan pada lahan kontrol sebesar $H' = 2,07$ yang termasuk dalam kondisi lingkungan yang sedang. Michael (1995) menyatakan jika $H' = 1 - 3$

menunjukkan keanekaragaman serangga yang sedang yaitu keberadaan hama dan musuh alami hampir menunjukkan keseimbangan.



Gambar 3. (A) Refugia Jenis Kenikir (*Cosmos caudatus*), (B) Refugia Jenis Kertas (*Zinnia peruviana*), (C) Refugia Jenis Marigold (*Tagetes erecta*), (D) Refugia Jenis Pacar Air (*Impatiens balsamina*)

Indeks Keanekaragaman Pada Tiap Pengamatan



Gambar 4. Diagram Index Kekayaan Jenis (*Richness Index*) Pada Tiap Pengamatan

Nilai indeks keanekaragaman lahan padi merah dengan refugia sebesar $H' = 2,21$ menunjukkan angka yang lebih tinggi dibandingkan indeks keanekaragaman pada penelitian Qomariyah (2017) di Desa Sumbergepoh, Kec. Lawang Kabupaten Malang sebesar 2,042 dan masuk kategori sedang. Hal ini disebabkan jumlah dan jenis refugia yang digunakan dimana pada penelitian lahan padi dengan refugia di Desa Batu Karang, Kecamatan Payung, Kabupaten Karo menggunakan 4 jenis refugia yaitu *Tagetes erecta*, *Impatiens balsamina*, *Cosmos caudatus* dan *Zinnia peruviana* sedangkan pada lahan padi dengan refugia di Desa Sumbergepoh, Kec. Lawang Kabupaten Malang hanya menggunakan 1 jenis tanaman refugia yaitu *Cosmos sulphureus* sehingga diduga ketersediaan tempat berlindung dan pakan bagi musuh alami dan serangga berguna lebih

banyak pada lahan padi dengan refugia di Kabupaten Karo.

Status Peran Serangga yang Tertangkap

Dari hasil identifikasi yang telah dilakukan, didapatkan status peran serangga pada lahan padi merah dengan refugia dan tanpa refugia seperti pada tabel 3 dan Berdasarkan pada Tabel 3, data menunjukkan jumlah musuh alami yaitu predator dan parasitoid memiliki jumlah yang jauh lebih tinggi dibanding dengan jumlah herbivor. Kondisi ini diharapkan dapat menciptakan keseimbangan ekosistem sehingga tidak terjadinya ledakan hama.

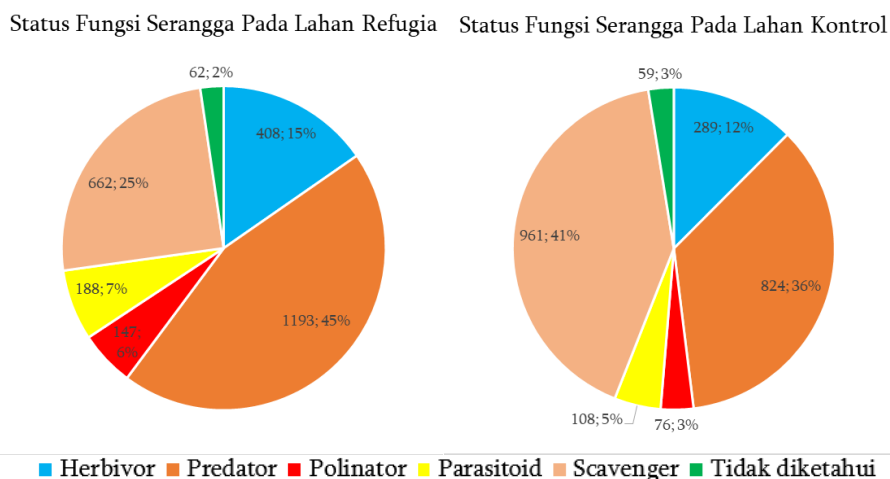
Berdasarkan data status fungsi serangga pada Gambar 5, teridentifikasi musuh alami dari berbagai musuh alami dari jenis predator dan parasitoid diantaranya Coccinellidae, Coenagrionidae,

Carabidae dan Braconidae. Hal ini memiliki terhadap penelitian Sumini dan Bahri (2020) pada lahan padi dengan refugia yang teridentifikasi musuh alami yaitu

Agriocnemis femina (Odonata:Coenagrioidae), *Ophionea ishii* (Coleoptera:Carabidae) dari kelompok predator dan *Apanteles sp* (Hymenoptera: Braconidae) dari kelompok parasitoid.

Tabel 3. Status peran serangga pada lahan padi merah dengan refugia

| No | Status Peran Serangga | Refugia | Kontrol |
|----|-----------------------|--|--|
| 1 | Herbivor | Coleoptera (Nitidulidae, Cillaeinae, Curculionidae, Chrysomelidae, Elateridae, Scolytidae), Dermoptera:Forficulidae, Diptera (Sciaridae, Calliphoridae, Agromyzidae, Drosophilidae, Tipulidae), Hemiptera (Coreidae, Coriscidae, Alydidae, Delphacidae, Pentatomidae), Homoptera (Aphididae, Cicadellidae), Lepidoptera (Pyralidae, Noctuidae) dan Orthoptera:Acrididae dengan total 408 ekor. | Coleoptera (Curculionidae, Chrysomelidae, Elateridae, Scolytidae), Dermoptera:Forficulidae, Diptera (Sciaridae, Calliphoridae, Agromyzidae, Drosophilidae, Tipulidae), Hymenoptera:Diprionidae, Hemiptera (Coreidae, Coriscidae, Alydidae, Delphacidae, Pentatomidae), Homoptera (Aphididae, Cicadellidae), Lepidoptera (Pyralidae, Noctuidae) dan Orthoptera:Acrididae dengan total 289 ekor. |
| 2 | Predator | Coleoptera (Carabidae, Staphylinidae, Cantharidae, Coccinellidae), Diptera (Pompilidae, Cecidomyiidae), Empididae, Mycetophilidae), Hymenoptera (Sphecidae, Formicidae), Odonata (Coenagrioidae, Libellulidae), Hemiptera:Miridae dengan total 1193 ekor | Coleoptera (Carabidae, Staphylinidae, Cantharidae, Coccinellidae), Diptera (Pompilidae, Cecidomyiidae), Empididae, Mycetophilidae), Hymenoptera (Sphecidae, Formicidae), Odonata (Coenagrioidae, Libellulidae), Hemiptera:Miridae dengan total 862 ekor |
| 3 | Parasitoid | Hymenoptera (Ophioninae, Ichneumonidae, Braconidae, Eulophidae) dan Diptera (Phoridae, Tachinidae) dengan total 188 ekor. | Hymenoptera (Evaniidae, Braconidae, Ichneumonidae, Braconidae, Eulophidae) dan Diptera (Phoridae, Tachinidae) dengan total 108 ekor. |
| 4 | Polinator | Diptera:Ceratopogonidae dan Hemiptera:Lygaeidae dengan total 147 ekor | Diptera:Ceratopogonidae dan Hemiptera:Lygaeidae dengan total 200 ekor |
| 5 | Scavenger | Coleoptera (Geotrupidae, Dermestidae, Tenebrionidae), Diptera (Asteiidae, Muscidae, Chironomidae), Isoptera:Serritermitidae, dan Orthoptera:Gryllidae dengan total 662 ekor | Coleoptera:Tenebrionidae, Diptera (Asteiidae, Muscidae, Chironomidae), Isoptera:Serritermitidae, dan Orthoptera:Gryllidae dengan total 961 ekor |
| 6 | Belum Diketahui | Coleoptera (Salpingidae, Leiodidae) dan Diptera (Bibionidae, Culicidae) dengan total 62 ekor | Coleoptera (Salpingidae, Leiodidae) dan Diptera (Bibionidae, Culicidae) dengan total 59 ekor |



Gambar 5. Diagram Index Kekayaan Jenis (*Richness Index*) Pada Tiap Pengamatan

Perbedaan komposisi serangga disebabkan habitat serangga pada lahan kontrol berbeda dengan lahan refugia dimana pada lahan refugia menyediakan mikrohabitat musuh alami dan serangga berguna berkembang karena menyediakan tempat berlindung, sumber makanan dan tempat meletakkan telur sehingga dapat terlindung dari faktor lingkungan luar.

Faktor Fisik-Kimia

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil pengukuran data fisik – kimia selama pengamatan seperti pada tabel 4 dan Hasil analisis korelasi antara keanekaragaman serangga dengan data fisik kimia dapat dilihat pada tabel 5..

Tabel 4. Data Fisik Kimia Lahan Pengamatan

| Pengamatan | Curah Hujan (mm) | Suhu Tertinggi (°C) | Suhu Terendah (°C) | pH |
|------------|------------------|---------------------|--------------------|-----|
| I | 0 | 32 | 23 | 7,4 |
| II | 8,3 | 31 | 24 | 7,8 |
| III | 0 | 33 | 24 | 7,5 |
| IV | 4,5 | 30 | 23 | 7,5 |
| V | 0,2 | 32 | 24 | 7,2 |
| VI | 0 | 32 | 24 | 7,4 |
| VII | 1,7 | 32 | 25 | 7,1 |
| VIII | 2,5 | 31 | 24 | 7,3 |
| IX | 0 | 31 | 24 | 7,2 |
| X | 0,2 | 28 | 23 | 7,3 |

Tabel 5. Korelasi (r) Pearson Keanekaragaman Serangga dan Faktor Fisik-Kimia

| Faktor Abiotik | Suhu Udara Terendah | pH |
|------------------------|---------------------|------|
| Keanekaragaman Refugia | 0,52 | 0,52 |
| Keanekaragaman Kontrol | 0,41 | -0,3 |

Dari Tabel 5. dapat dilihat bahwa hanya ada 2 korelasi antara keanekaragaman serangga dengan faktor fisik-kimia yaitu suhu udara terendah dan pH. Pada keanekaragaman refugia dengan suhu udara terendah dan pH memiliki nilai korelasi 0,52 dengan derajat hubungan berkorelasi sedang dan bernilai positif. Sedangkan pada keanekaragaman lahan kontrol dengan suhu udara terendah memiliki nilai

korelasi 0,41 dengan derajat hubungan berkorelasi sedang, dan korelasi dengan pH sebesar -0,3 dengan derajat hubungan berkorelasi yang lemah dan bernilai negatif Tidak ada korelasi antara curah hujan dan suhu udara tertinggi dengan indeks keanekaragaman serangga.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Populasi serangga yang didapatkan pada lahan dengan refugia yaitu sebanyak 2.660 ekor yang terbagi kedalam 10 Ordo dan 55 Famili dan pada lahan kontrol yaitu sebanyak 2.479 ekor yang terbagi kedalam 10 Ordo dan 51 famili.
2. Nilai kekayaan jenis Margalef pada lahan padi merah dengan refugia adalah $R=6,84$ dan pada lahan kontrol adalah $R=6,39$ yang menunjukkan kategori tinggi. Indeks kemerataan jenis pada lahan dengan refugia yaitu $E: 0,58$ dan pada lahan kontrol $E: 0,52$ yang masuk kedalam kategori kemerataan sedang. Indeks keanekaragaman serangga Shannon-Weiner (H') pada lahan dengan refugia sebesar $H'=2,21$ dan lahan kontrol sebesar $H': 2,07$ dimana nilai kedua lahan ini termasuk dalam keanekaragaman yang sedang.
3. Status fungsi serangga pada lahan padi merah dengan refugia terbagi menjadi 5 kelompok. Herbivor terdapat 22 famili dan total 408 ekor, predator terdapat 13 famili dengan 1.193 ekor, polinator terdapat 2 famili dengan 147 ekor, parasitoid terdapat 6 famili dengan 188 ekor dan scavenger terdapat 8 famili dengan 662 ekor. Sedangkan pada lahan kontrol, herbivor terdapat 20 famili dan total 289 ekor, predator terdapat 15 famili dengan 824 ekor, polinator terdapat 2 famili dengan 76 ekor, parasitoid terdapat 6 famili dengan 108 ekor dan scavenger terdapat 8 famili dengan 961 ekor
4. Jumlah musuh alami yaitu kelompok predator dan parasitoid yang lebih tinggi daripada herbivor menunjukkan kondisi ekosistem yang seimbang sehingga tidak terjadinya ledakan hama. Modifikasi lahan padi menggunakan refugia sebagai tanaman pinggir (hedgerows) dapat mengendalikan hama tanaman padi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Sumatera Utara, Laboratorium Hama Fakultas Pertanian USU, Petani dan Masyarakat di Kabupaten Karo.

DAFTAR PUSTAKA

Allifah, ANA, Yanuwadi, B, Gama, ZP, dan Leksono, AS. 2013. Refugia sebagai microhabitat untuk

meningkatkan peran musuh alami di lahan pertanian. Prosiding FMIPA Universitas Pattimura 2013. ISBN: 978- 602-97522-0-5. 2(1): 113-116.

Zhu, P, Geoff MG, Zhongxian L, Konglun H, Guihua C, Xusong Z, Hongxing X, and Yajun Y. 2013. Laboratory Screening Supports The Selection of Sesame (*Sesamum Indicum*) to Enhance *Anagrus* spp. Parasitoids (Hymenoptera: Mymaridae) Of Rice Planthoppers. *Biological Control* 64 (1):83-89.

Doi:10.1016/j.biocontrol.2012.09.014.

[BPS] Badan Pusat Statistik. 2018. <https://bps.go.id>. Diakses tanggal 10 Februari 2020.

Baehaki. 1993. Berbagai hama serangga tanaman padi. Angkasa. Bandung. 276 hlm.

Heinrichs, EA. 2004. Rice-feeding insects and selected natural enemies in West Africa: Biology, Ecology, Identification. *Int. Rice Res. Inst. Filipina*.

Keppel, G, KP Van Niel, GW Wardell-Johnson, CJ Yates, M Byrne, L Mucina, AGT Schut, SD Hopper, dan SE Franklin. 2012. Refugia: Identifying and understanding safe havens for biodiversity under climate change. *Global Ecology and Biogeography* 21 (4): 393-404. doi:10.1111/j.1466-8238.2011.00686.x.

Lilies, C, dan Akhmad S. 1992. Kunci Determinasi Serangga. Kanisius. Yogyakarta. 186 hlm.

Margalef, R. 1958. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. *Univ. Calif. Press, Berkeley*, pp. 323-347.

Pathak, MD, and Khan ZR. 1994. Insect Pests of Rice. *Int. Rice. Res. Inst. Filipina*.

Qomariyah, L. 2017. Efek Tanaman Kenikir (*Cosmos sulohureus*) sebagai Refugia Terhadap Keanekaragaman Serangga Aerial di Sawah Padi Organik Desa Sumbergepoh Kecamatan Lawang Kabupaten Malang. Departemen Biologi. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.

Santika, A, dan Rozakurniati. 2010. Teknik evaluasi mutu beras hitam dan beras merah pada beberapa galur padi gogo. *Buletin Teknik Pertanian* 15(1): 1-5.

Susanti, S. 1998. Mengenal Capung LIPI-Seri Panduan Lapangan. Puslitbag Biologi. LIPI. Bogor.

Tarigan, E. 2019. Keanekaragaman Serangga dan Tingkat Serangan Hama Walang Sangat pada Tanaman padi Merah di Desa Sugihen Kec. Juhar, Kab. Karo. [Skripsi]. Departemen

Agroteknologi. Universitas Sumatera Utara.
Medan.
Tauruslina, E, Trizelia, Yaherwandi, & Hamid H.
2015. Analisis Keanekaragaman Hayati Musuh
Alami pada Eksosistem Padi Sawah di Daerah

Endemik dan Non-Endemik Wereng Batang
Cokelat *Nilaparvata lugens* di Sumatera Barat.
Pros. Sem. Nas. Masy, Biodiv. Indon. 1(3):581-
589.

Uji Kemampuan Antagonis Konsorsium Bakteri Endofit terhadap Jamur Patogen *Alternaria porri* (Ell) Cif.

Zurai Resti¹, Warnita² dan Yenyi Liswarni¹

1.Prodi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian, Univ Andalas, Kampus Limau Manis Padang

2.Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Univ Andalas, Kampus Limau Manis Padang

*Alamat korespondensi: zurairesti@agr.unand.ac.id

ABSTRACT

Test the antagonistic ability of the endophytic bacteria consortium against the pathogenic fungus *Alternaria porri* (Ell) Cif.

The endophytic bacterial consortium is a compatible culture mix of endophytic bacteria and has the ability as a biocontrol agent and promoter of plant growth. The purpose of this study was to find a consortium of endophytic bacteria that was effective in suppressing the growth of the pathogenic fungus *Alternaria porrii*. This study used a dual culture method on PDA + NA (1: 1) media. Tests were carried out on the consortium's bacterial cells and endophytic bacterial consortium metabolites. The study used a completely randomized design (CRD) with 7 treatments and 3 replications. The treatment was a combination of compatible endophytic bacteria, namely *Bacillus cereus* strain P14, *B.cereus* strain Se07, *Bacillus* sp strain HI, *Bacillus* sp, strain SJI, *Serretia marcescen* strain JB1E3 and ULG1E4, *Pseudomonas fluorecens*, *Azospirillum* sp, *Azotobacter* spr, and *B. substilis*. The Research parameters were percentage of inhibition, wet weight and dry weight of pathogenic fungi. The results showed that all of the endophytic bacteria consortium were able to suppress the growth of the pathogenic fungus *Alternaria porrii*. Consortium C (*Bacillus* sp strain SJI, *Bacillus* sp strain HI, *Serretia marcescens* strain ULG1E4, *Serretia marcescens* strain JB1E3) was the most effective in suppressing the growth of the pathogenic fungus *Alternaria porrii*, with the percentage of inhibition of consortium metabolites on the growth of patgen fungi 80.78%.

Keywords: Consortium of endophytic bacteria, *Alternaria porrii*, *Bacillus*, *Serretia marcescens*, dual culture method

ABSTRAK

Konsorsium bakteri endofit adalah biakan campuran dari bakteri endofit yang kompatibel dan memiliki kemampuan sebagai agen biokontrol dan pemacu pertumbuhan tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan konsorsium bakteri endofit yang efektif menekan pertumbuhan jamur patogen *Alternaria porrii*. Penelitian ini menggunakan metode kultur ganda pada media PDA + NA (1: 1). Pengujian dilakukan terhadap sel bakteri konsorsium dan metabolit konsorsium bakteri endofit. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan adalah kombinasi bakteri endofit kompatibel yaitu *Bacillus cereus* strain P14, *B.cereus* strain Se07, *Bacillus* sp strain HI, *Bacillus* sp, strain SJI, *Serretia marcescen* strain JB1E3 dan ULG1E4, *Pseudomonas fluorecens*, *Azospirillum* sp, *Azotobacter* spr, dan *B. substilis*. Parameter pengamatan adalah persentase daya hambat, bobot basah dan bobot kering jamur patogen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua konsorsium bakteri endofit yang diuji mampu menekan pertumbuhan jamur patogen *Alternaria porrii*. Konsorsium C (*Bacillus* sp strain SJI, *Bacillus* sp strain HI, *Serretia marcescens* strain ULG1E4, *Serretia marcescens* strain JB1E3) paling efektif dalam menekan pertumbuhan jamur patogen *Alternaria porrii*, dengan persentase penghambatan metabolit konsorsium terhadap pertumbuhan jamur patgen 80,78%.

Kata kunci: Konsorsium bakteri endofit, *Alternaria porrii*, *Bacillus*, *Serretia marcescens*, metode kultur ganda

PENDAHULUAN

Penyakit bercak ungu yang disebabkan oleh jamur *Alternaria porri* (Ell).Cif. merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman bawang merah, yang dapat menyebabkan kerusakan dan penurunan produktivitas 3%-57%, (Hadisutrisno dkk.,2005). Penyakit ini menimbulkan gejala bercak berwarna keunguan yang dikelilingi bercak kuning melingkar (Marlitasari dkk, 2016). Gejala penyakit dapat ditemui pada tanaman bawang merah saat pembentukan umbi, dan dapat menyebabkan kegagalan dalam membentuk umbi (Hadisutrisno dkk., 2005).

Upaya pengendalian yang dapat dilakukan diantaranya adalah, pengaturan waktu tanam, melakukan pergiliran tanamann, penggunaan varietas tahan, pengolahan tanah dan sanitasi. Namun upaya pengendalian tersebut masih belum efektif, Sebagian besar petani menggunakan fungisida sintetik sebagai upaya pengendalian penyakit ini, namun penggunaan fungisida secara intensif dan tidak bijak berdampak negative terhadap lingkungan, berbahaya bagi manusia, menyebabkan resistensi patogen serta membunuh mikroorganisme non sasaran. Untuk mengurangi dampak negatif fungisida sintetik, maka perlu diupayakan alternative pengendalian yang lebih ramah lingkungan dengan menggunakan agen hayati dari kelompok bakteri endofit.

Bakteri endofit memiliki kemampuan untuk mengendalikan penyakit, dan memacu pertumbuhan tanaman. Mekanisme pengendalian patogen oleh bakteri endofit dapat bersifat langsung dan tidak langsung. Mekanisme langsung dengan kemampuan antibiosis dan kemampuan parasitisme (Hallmann *et al.*, 1997). Abidin dkk., (2015) melaporkan bahwa *Bacillus* sp. Mampu menekan pertumbuhan jamur patogen *S. rolfsii* secara *invitro*. Mekanisme tidak

langsung dengan kemampuan bakteri endofit dalam menginduksi ketahan tanaman. Bakteri endofit mampu memproduksi senyawa antimikroba, enzim, asam salisilat, etilena dan metabolit sekunder lainnya (Backman *et al.*, 2008).

Mekanisme bakteri endofit dalam menekan penyakit dan meningkatkan pertumbuhan lebih efektif dengan aplikasi biakan campuran (konsorsium) bakteri endofit (James *et al.*, 2003; Resti dkk., 2018). Konsorsium merupakan kombinasi mikroorganisme yang mampu memberikan berbagai mekanisme pengendalian (kompetisi, antibiotik, induksi ketahanan dan lain-lain) secara bersamaan yang lebih efektif daripada aplikasi tunggal (Kumar *et al.*, 2016). Resti dkk.,(2018) melaporkan konsorsium bakteri endofit *Bacillus* sp HI, *Bacillus* sp SJI, *S. marcescens* isolat ULG1E2, *S. marcescens* isolat ULG1E4 dan *S. marcescens* isolat JB1E3, mampu menekan *R.solanacearum* secara *invitro* dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai.

Kemampuan konsorsium bakteri endofit dalam mengendalikan jamur *Alternaria porri* nformasinya masih terbatas, sehingga perlu dilakukan pengujian kemampuan antagonis beberapa kombinasi konsorsium bakteri endofit dalam menekan pertumbuhan jamur patogen *Alternaria porri*, dengan tujuan untuk mendapatkan konsorsium bakteri endofit yang efektif dalam menekan pertumbuhan jamur patogen *Alternaria porri*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dalam 3 ulangan (6 konsorsium bakteri endofit dan kontrol). Perlakuan konsorsium pada tabel 1 sebagai berikut.

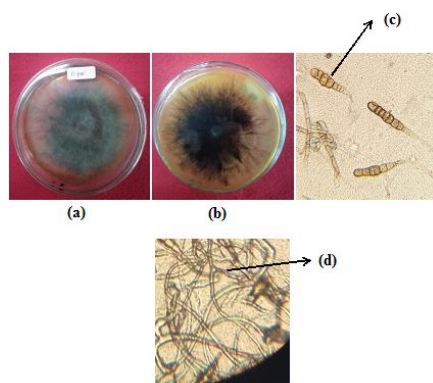
Tabel 1. Perlakuan konsorsium bakteri endofit

| Konsorsium | Galur bakteri endofit |
|------------|---|
| A | Kontrol |
| B | <i>Bacillus cereus</i> galur Se07; <i>Bacillus cereu</i> sgalur P14 |
| C | <i>Bacillus</i> sp galur SJI; <i>Bacillus</i> sp galur HI; <i>Serratia marcescens</i> galur ULG1E4; <i>Serratia marcescens</i> galur JBIE3 |
| D | <i>Bacillus</i> sp galur SJI; <i>Bacillus</i> sp galur HI; <i>Bacillus subtilis</i> ; <i>Pseudomonas fluorescens</i> |
| E | <i>Serratia marcescens</i> galur ULG1E4; <i>Serratia marcescens</i> JBIE3; <i>Azotobacter</i> ; <i>Azospirillum</i> ; <i>Pseudomonas fluoescens</i> |
| F | <i>Bacillus</i> sp galur SJI; <i>Bacillus</i> sp galur HI; <i>Serratia marcescens</i> galur ULG1E4; <i>Serratia marcescens</i> galur JBIE3; <i>Bacillus subtilis</i> ; <i>Pseudomonas fluorescens</i> |
| G | <i>Bacillus</i> sp galur SJI; <i>Bacillus</i> sp galur HI; <i>Bacillus subtilis</i> ; <i>Pseudomonas fluoescens</i> ; <i>Serratia marcescens</i> galur ULG1E4; <i>Serratia marcescens</i> galur JBIE3; <i>Azotobacter</i> : <i>Azospirillum</i> |

Persiapan jamur patogen

Sumber inokulum jamur *A. porri* berasal tanaman bawang merah terserang penyakit bercak ungu di Sumatera Barat. Isolasi jamur patogen menggunakan metode tanam langsung pada media *Potato Dextrosa Agar* (PDA).

Identifikasi jamur *A. porri* dilakukan dengan mengamati morfologi jamur secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan mikroskopis dengan mengamati hifa; bentuk, ukuran, dan warna konidia, bentuk konidiofor dan hifa jamur dibawah mikroskop *binokuler* dengan perbesaran 400x dapat dilihat pada Gambar 1. Identifikasi makroskopis meliputi kecepatan pertumbuhan koloni, bentuk, warna dan tekstur koloni. Identifikasi mengacu pada, Manihuruk (2007), Muksin dkk., (2013).



Gambar 1. Identifikasi makroskopis dan mikroskopis jamur *A. porri*. a) tampilan depan jamur b). Tampilan belakang jamur c). Konidia jamur pada pengamatan mikroskopis jamur pada perbesaran 400x, d). Hifa jamur pada pengamatan mikroskopis pada perbesaran 400x.

Uji patogenisitas

Uji patogenisitas menggunakan metoda semprot, suspensi jamur dengan kerapatan konidia 10^6 spora/ml disemprotkan pada daun tanaman bawang merah sehat berumur 2 minggu, yang daunnya telah dilukai dengan jarum steril, sebanyak 5 ml per tanaman. Pengamatan dilakukan terhadap gejala berupa bercak kecil melekok berwarna putih sampai keabuan hingga cokelat keunguan.

Persiapan konsorsium bakteri endofit

Peremajaan bakteri endofit

Bakteri endofit berasal dari galur yang berbeda koleksi Dr. Zurai Resti. SP. MP, diremajakan dengan menggunakan metode gores pada media *Nutrien Agar*

(NA), diinkubasikan selama 48 jam. Biakan bakteri selanjutnya dimurnikan dengan metode gores pada media NA

Konsorsium bakteri endofit

Bakteri endofit yang telah terkonfirmasi dan diremajakan pada media NA diperbanyak dengan menggunakan media *Nutrien Broth* (NB). Dengan mengambil satu koloni bakteri dari media NA kemudian dipindahkan dengan menggunakan jarum ose ke botol kultur yang berisi 25 ml media NB. Dinkubasi pada *rotary shaker* selama 24 jam dengan kecepatan 150 rpm pada suhu ruang (Resti dkk., 2017). Bakteri endofit yang akan dikonsorsiumkan adalah *Serratia marcescens* beberapa galur, *Bacillus* sp beberapa galur, *Bacillus cereus* beberapa galur, *Bacillus subtilis*, *Azetobacter*, *Azospirillum*, dan *Pseudomonas fluorescens* (Tabel 1).

Persiapan konsorsium adalah menggabungkan beberapa bakteri endofit yang kompatibel. dengan mengambil masing-masing biakan tunggal bakteri endofit sesuai proporsi perlakuan dan dimasukkan kedalam botol kultur yang berisi 42 ml media NB. Konsorsium tersebut diinkubasikan pada *rotary shaker* selama 2 x 24 jam, dengan kecepatan 150 rpm dalam suhu ruang. Kerapatan populasi konsorsium diukur menggunakan larutan *Mc Farland* skala 8 (populasi bakteri setara 10^8 sel/ml) (Klement *et al.*, 1990). Untuk mendapatkan metabolit konsorsium bakteri endofit, kultur cair konsorsium bakteri endofit disentrifus dengan kecepatan 10.000 g selama 10 menit. Supernatan diambil dan saring dengan membran syringe 0,22 μ m dan pellet dibuang.

Uji antibiosis konsorsium bakteri endofit terhadap jamur *A. porri* secara *in vitro*

Uji antibiosis konsorsium bakteri endofit

Jamur *A. porri* diinokulasikan pada bagian tengah cawan petri yang berisi media *Potato Dextrosa Agar* (PDA). Inkubasi selama 24 jam, kemudian pada bagian pinggir petri berjarak 3 cm (diameter petri 9 cm) ditempatkan kertas cakram steril diameter 0.5 cm yang telah direndam kedalam kultur cair konsorsium bakteri endofit (kerapatan populasi 10^8 sel/ml) selama 1 menit, untuk kontrol direndam dalam akuades steril (Nasiroh *et al.*, 2015). Kemudian di inkubasi selama 21 hari.

Kemampuan antibiosis dari konsorsium bakteri endofit terhadap pertumbuhan jamur patogen *A. porri* ditentukan dengan dari adanya zona hambat disekitar kertas cakram. Daya hambat diamati pada umur 21 hari setelah inokulasi (HIS).

Persentase daya hambat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$I = \frac{K - P}{K} \times 100\%$$

Keterangan :

I : Persentase daya hambat

K : Jari-jari pertumbuhan jamur patogen *A. porri* pada kontrol.

P : Jari-jari pertumbuhan jamur patogen *A. porri* pada perlakuan

Uji antibiosis metabolit konsorsium bakteri endofit

Metabolit konsorsium bakteri endofit sebanyak 1 ml dicampur dengan 9 ml media PDA yang belum padat (suhu 30 °C) pada cawan petri, kemudian dihomogenkan. Untuk kontrol ditambahkan akuades steril. Setelah media padat jamur diambil dengan *cokeborrer* diletakkan pada bagian tengah cawan petri, kemudian diinkubasikan selama 21 hari. Pengamatan dilakukan dengan mengukur diameter pertumbuhan misellium jamur pada cawan petri selama 21 HSI (Resti dkk, 2017). Parameter yang diamati adalah persentase daya hambat metabolit konsorsium bakteri endofit. Persentase daya hambat dihitung menggunakan rumus:

$$DH = \frac{Dk - Dp}{Dk} \times 100\%$$

Keterangan :

DH : Daya hambat

Dk : Diameter pertumbuhan jamur *Alternaria porri* pada kontrol

Dp : Diameter pertumbuhan jamur *Alternaria porri* pada perlakuan

Berat segar dan berat kering jamur *A. porri*

Pengamatan berat segardan berat kering jamur *A. porri* dilakukan pada 21 HSI. Untuk berat berat segar, cawan petri yang berisi jamur ditambahkan larutan 10 ml HCl 2,5%, kemudian disaring dengan kertas saring, selanjutnya ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik, didapatkan hasil berat segar jamur *A. porri*. Setelah didapatksn berat segar jamur, Kemudian dikeringkan dengan oven selama 2 hari pada suhu 60 °C. Selanjutnya ditimbang dan diperoleh berat kering jamur. Efektifitas berat segardan berat kering jamur dihitung dengan rumus :

$$E = \frac{B - BK}{BK} \times 100\%$$

Keterangan :

E : Efektivitas

B : Berat segar/kering pada kontrol

BP : Berat segar/kering pada perlakuan

Pruduksi enzim kitinase bakteri endofit

Percobaan menggunakan metode deskriptif, Uji dilakukan terhadap semua bakteri endofit yang menjadi kombinasi dalam membuat konsorsium. Uji aktivitas kitinase dilakukan dengan menginokulasi isolat bakteri yang berumur 48 jam pada permukaan media yang mengandung spesifik Kitin Agar yang terdiri dari kitin koloid 5,0 gr; glukosa 3,0 gr; polypeptone 1,0 gr; KH₂PO₄ 1,0 gr; MgSO₄·7H₂O 0,5 gr, dan agar 22 gr dalam 1000 ml aquades. Kemampuan menghasilkan enzim kitinase ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening disekeliling koloni bakteri (Anuradha & Revathi,2013).

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan ANOVA dan bila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkeci (BNT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

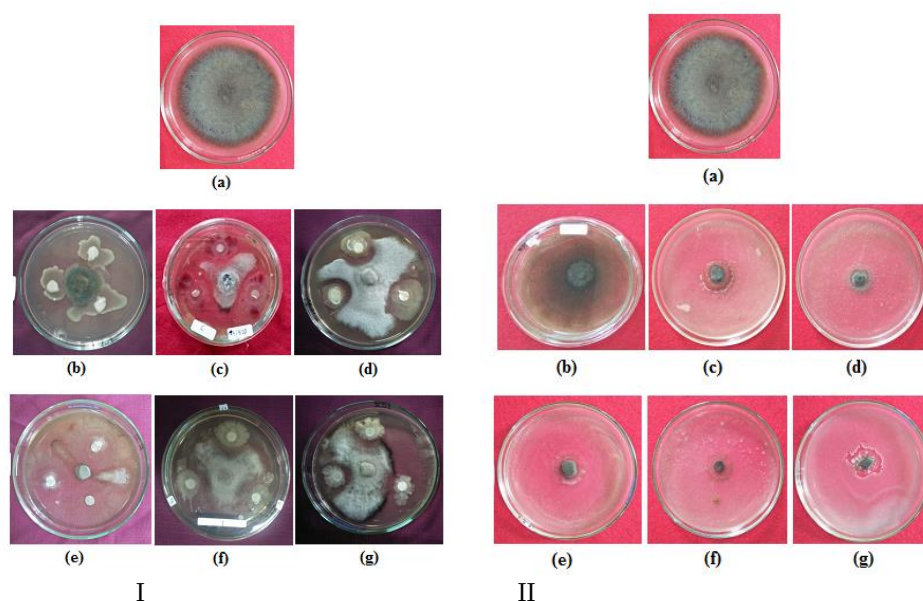
Uji antibiosis konsorsium bakteri endofit terhadap jamur *A. porri* secara *in vitro*.

Semua konsorsium bakteri endofit yang diuji pada penelitian ini mampu menekan pertumbuhan jamur patogen *A. porrii*, dengan persentase daya hambat suspensi berkisar antara 84,07% – 96,67 %. Daya hambat suspensi konsorsium tertinggi terdapat pada perlakuan E dengan daya hambat 96,67%, perlakuan B,C,D,F,G daya hambat yang dihasilkan berturut-turut sebesar 89,36%, 87,41%, 85,93%, 84,07%. Konsorsium E merupakan gabungan dari *Serratia marcescens* galur ULG1E4; *Serratia marcescens* JBIE3; *Azetobacter*; *Azosprillium*; *Pseudomonas fluorescens*. Masing-masing bakteri endofit tersebut memiliki potensi sebagai agen biokontrol. Menurut Resti dkk, (2017) *Serratia marcescen* memiliki kemampuan antagonis terhadap *C. capsici*, *Fusarium oxysporum* dan *C. gleosporoides*. Kemampuan penekanan pertumbuhan jamur patogen *A. porrii* ditampilkan pada gambar 2.I.

Tabel 2. Daya hambat konsorsium bakteri endofit terhadap pertumbuhan jamur *A. porri* secara *in vitro* (21 hsi)

| Konsorsium | Daya hambat Suspensi (%) | Daya Hambat Metabolit (%) |
|----------------------|--------------------------|---------------------------|
| E | 96,67 a | 78,56 a |
| B | 89,26 b | 61,11 b |
| C | 87,41 b | 80,78 a |
| D | 85,93 bc | 75,22 ab |
| F | 85,19 c | 78,56 a |
| G | 84,07 c | 78,56 a |
| A (Tanpa konsorsium) | 0,00 d | 0,00 c |

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%.



Gambar 2. I. Daya hambat suspensi konsorsium terhadap jamur *A. porri*. a). kontrol, b). Perlakuan B, c). Perlakuan C, d). Perlakuan D, e). Perlakuan E, f). Perlakuan F, g). Perlakuan. II. Daya hambat metabolit konsorsium bakteri endofit. a). kontrol b). Perlakuan konsorsium B. c). Perlakuan konsorsium C. d). Perlakuan konsorsium D. e). Perlakuan konsorsium E. f). Perlakuan konsorsium F. g). Perlakuan konsorsium G.

Pemberian perlakuan metabolit konsorsium bakteri endofit dapat menghambat pertumbuhan jamur *A. porri* dengan persentase daya hambat antara 61,11 % - 80,78% (Tabel 2). Perlakuan C (*Bacillus* sp galur SJI; *Bacillus* sp galur HI; *Serratia marcescens* galur ULG1E4; *Serratia marcescens* galur JBIE3), menunjukkan daya hambat sebesar 80,78%, dan untuk perlakuan F, E, G, daya hambat yang sebesar 78,56%. Perlakuan D daya hambat sebesar 75,22%, dan perlakuan B sebesar 61,11%. Menurut Resti dkk (2017) Selain *Serratia marcescens* Bakteri endofit dari kelompok *Bacillus* sp. juga mampu menekan pertumbuhan jamur patogen *C. capsici*, *Fusarium oxysporum* dan *C. gleosporoides* Hasil pengamatan daya hambat metabolit konsorsium bakteri endofit terhadap jamur *A. porri* (21 hsi) dapat dilihat pada gambar 2.II.

Kemampuan konsorsium bakteri endofit dalam menekan pertumbuhan jamur *A. porri* di tunjukkan dengan perbedaan pertumbuhan jari-jari dan diameter miselium jamur yang terhambat. Hal ini menunjukkan bahwa konsorsium bakteri endofit memiliki mekanisme langsung terhadap *A. porri*. Mekanisme langsung dengan cara menghasilkan senyawa antimikroba, (Wang *et al.*, 2010), siderophor dan enzim litik (Lugtenberg & Kamilova, 2009). Selanjutnya menurut James & Mathew (2015), konsorsium bakteri endofit dapat memberikan berbagai mekanisme pengendalian (kompetisi, antibiotik, induksi ketahanan dan lain-lain) secara bersamaan, sehingga akan lebih efektif dalam mengendalikan patogen. Selanjutnya menurut Kumar & Jagadeesh (2016), Kombinasi mikroorganisme dalam konsorsium dapat

mengendalikan berbagai patogen tanaman dengan lebih efektif.

Berat segar dan berat kering jamur *Alternaria porri*

Hasil analisis sidik ragam perlakuan konsorsium bakteri endofit terhadap berat segar dan berat kering jamur *A. porri* berbeda nyata dibandingkan kontrol (tabel 3). Pemberian perlakuan konsorsium bakteri endofit berpengaruh

terhadap berat segar jamur *A. porri*. Perlakuan G dengan berat terendah dan efektivitas tertinggi mencapai 65,07%. Untuk perlakuan lain dengan efektivitas diatas 50% adalah C,F,E berat segar jamur berturut-turut 2,93, 3,63, 3,77 untuk efektivitas perlakuan 62,09%, 53,04%, 51,22%. 2 perlakuan lainnya D dan B efektivitas perlakuan dibawah 50% dengan berat segar jamur 5,3 dan 5,73 efektivitas berturut-turut 31,43 % dan 25,8%.

Tabel 3. Pengaruh konsorsium bakteri endofit terhadap berat segar dan berat kering jamur *A. porri* (21 his)

| Konsorsium | Berat segar jamur (g) | Efektivitas (%) | Berat kering jamur (gr) | Efektivitas (%) |
|----------------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| G | 2,7 a | 65,07 | 0,43 a | 41,09 |
| C | 2,93 a | 62,09 | 0,4 a | 45,2 |
| F | 3,63 a | 53,04 | 0,4 a | 42,2 |
| E | 3,77 ab | 51,22 | 0,47 a | 35,61 |
| D | 5,3 bc | 31,43 | 0,53 a | 27,39 |
| B | 5,73 c | 25,87 | 0,47 a | 35,61 |
| A (Tanpa konsorsium) | 7,73 d | 0 | 0,73 b | 0 |

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%.

Pemberian perlakuan konsorsium bakteri endofit terhadap berat kering jamur *A. porri* setelah dianalisis dengan sidik ragam menunjukkan hasil berbeda sangat nyata. Perlakuan C dan F dengan berat kering terendah sebesar 0,4 gr dengan efektivitas tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lain yaitu 45,2%.

Perlakuan konsorsium bakteri endofit mampu menekan pertumbuhan jamur *A. porrii* dengan mengurangi berat basah dan berat kering jamur patogen. Seiring dengan terhambatnya pertumbuhan miselium jamur *A. porrii* akibat aplikasi konsorsium bakteri endofit berdampak pada rendahnya berat segar dan berat kering jamur patogen *A. porrii* yang akan terbentuk. Pada pengujian berat segar dan berat kering jamur ini, konsorsium bakteri endofit mampu berkompetisi memperebutkan ruang dan nutrisi dengan baik, dengan menghasilkan senyawa antibiotik, enzim, maupun toksin (Pal *et al.* 2012). Senyawa antibiotik, enzim, maupun toksin ini yang akan mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen *A. porrii*.

Produksi enzim kitinase bakteri endofit

Kemampuan menghasilkan enzim kitinase bakteri endofit yang digunakan dalam pembentukan konsorsium bakteri endofit ditampilkan pada tabel 4. Hanya bakteri endofit dari kelompok *S. marcescens* yang tidak dapat memproduksi enzim kitinase.

Bakteri dari genus *Bacillus*, *Azotobacter*, *Azospirillum* dan *Pseudomonas fluorescens* mampu menghasilkan enzim kitinase. Kemampuan memproduksi enzim kitinase ditunjukkan dengan adanya zona bening (*clear zone*) disekeliling koloni bakteri yang dibiakkan pada medium yang mengandung kitin.

Tabel 4. Aktivitas enzim kitinase bakteri endofit sumber untuk pembentukan konsorsium bakteri endofit

| Bakteri Endofit | Uji kitinase |
|--|--------------|
| <i>S. marcescens</i> galur JB ₁ E3 | - |
| <i>S. marcescens</i> galur ULG ₁ E4 | - |
| <i>B. substilis</i> | + |
| <i>Azotobacter</i> | + |
| <i>Azospirillum</i> | + |
| <i>Bacillus</i> sp. galur SJI | + |
| <i>B. cereus</i> galur P14 | + |
| <i>Bacillus</i> sp galur HI | + |
| <i>B. cereus</i> galur Se07 | + |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | + |

Kemampuan konsorsium bakteri endofit dalam menghambat pertumbuhan jamur *A. porrii* salah satunya karena kemampuannya menghasilkan enzim kitinase. Menurut Wijaya (2002), senyawa kitin adalah komponen terbesar dari struktural

dinding sel jamur patogen. Enzim kitinase yang dihasilkan dari bakteri endofit yang tergabung dalam konsorsium bakteri endofit . dapat menyebabkan terjadinya lisis pada dinding sel jamur *A. porrii*. Selain itu, kemampuan bakteri dalam mendegradasi kitin, dapat membatasi pertumbuhan jamur patogen. Aktivitas kitinase, mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan hifa, karena Enzim kitinase dapat menghidrolisis ikatan β -1,4 antar subunit N-asetilglukosamin (NAcGlc) pada polimer kitin (Wang et al., 2005).

SIMPULAN

Semua konsorsium bakteri endofit yang diuji mampu menekan pertumbuhan jamur patogen *Alternaria porrii*. Konsorsium C (*Bacillus* sp galur SJI, *Bacillus* sp galur HI, *Serratia marcescens* galur ULG1E4, *Serratia marcescens* galur JB1E3) paling efektif dalam menekan pertumbuhan jamur patogen *Alternaria porrii*, dengan persentase penghambatan metabolit konsorsium terhadap pertumbuhan jamur patgen 80,78%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih atas bantuan dana penelitian dari PNPB Fakultas Pertanian Universitas Andalas , Sesuai dengan Kontrak Penelitian No; 01/PL/SPK/PNP/Faperta-Unand/2020Tahun Anggaran 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z, L Aini, A, Abadi. 2015. Pengaruh Bakteri *Bacillus* sp, dan *Pseudomonas* sp. Terhadap Pertumbuhan Jamur Patogen *Sclerotium rolfsii* Sacc. Penyebab Penyakit Rebah Semai Pada Tanaman Kedelai. , JHPT : 3, (1) : 2338-4336.
- Anuradha, V and K. Revathi, 2013. Purification and characyerisation of chitinase from two *Bacillus* sp isolated from crustace an shells. J.Microbiol.Biothec.Rev.3(3) :160.
- Backman, PA, and RA Sikora. 2008. Endophytes: An emerging tool for biological control. Biol. 46: 1-3.
- Hadisutrisno, B, Sudarmadji, S, Siti dan P, Achmad 2005, Peranan Faktor Cuaca Terhadap Infeksi dan Perkembangan Penyakit Bercak Ungu pada Bawang Merah. Indon. J. Plant Prot: 1(1): 56-64.
- Hallmann, J, QA, Quadt- Hallmann, WF Mahaffee and JW Kloepper. 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. Can J Microbiol. 43:895-914.
- James, D. and KS., Mathew, 2015. Evaluation of endophytic microbial consortium for the management of bacterial wilt of tomato cause by *Ralstoniasolanacearum*. *Journal of Biological Control* 29(3), 148-156.
- James, DD, Girija SK, Mathew PA, Nazeem TD, Babu AS, Varma. 2003. Detection of *Ralstonia solanacearum* race 3 causing bacterial wilt of solanaceous vegetables in Kerala, using random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. J. of Trop. Agr. 41:33-37.
- Klement, ZK, Rudolph, and DC, Sand. 1990. Methode in phytobacteriology.Academic Kiado. Budapest.
- Kumar, KH, and KS Jagadesh, 2016. Microbaconcordtia-mediated plant defenseAgainst phytophatogens and growth benefits. South Indian Journal of Biological Sciences. 2(4), 395-403.
- Kumar, A, R Singh, A Yadav, DD Giri., PK Singh, KD Pandey. 2016. Isolation and characterization of endophytes *Curcuma longa* L. Biotech. 6: 60-68.
- Lugtenberg, B, and F Kamilova. 2009. Plant-growth-promoting Rhizobacteria. Annu Rev Microbiol. 63:541-56.
- Manihuruk, G. 2007,Uji efektivitas pestisida nabati untuk mengendalikan penyakit bercak ungu (*Alternaria porri* Ell. Cif) pada bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) di lapangan, Departemen ilmu hama dan penyakit, Fakultas pertanian, USU, Medan.
- Marlitasari, E, S LilieK, K, Restu. 2016. Hubungan Ketebalan Lapisan Epidermis Daun Terhadap Infeksi Jamur *Alternaria Porri* penyebab Penyakit Bercak Ungu Pada Empat Varietas Bawang Merah. Jurnal HPT,; 4.(1): 8-16.
- Muksin, R, J Rosmini., Panggeso. 2013. Uji Antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap Jamur Patogen *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu Pada Bawang Merah Secara *In- vitro*. e-J. Agrotekbis 1 (2) : 140-144
- Nasiroh, U, Isnawati. G, Trimulyono, 2015, Aktivitas Antifungi *Serratia marcescens* terhadap *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu Secara *in Vitro*. LenteraBio 4,(1) : 13-18:
- Resti, Z, Reflin, and S. Gani,. 2017. Antagonistic and plant growth promoting potentials of

- indigenous endophytic bacteria of shallots. *International Journal of Science and Applied Technology*. 2(2): 42-49.
- Resti, Z, E Sulyanti, and Reflin. 2018. Endophytic bacterial consortium as biological control to *Ralstonia solanacearum* and growth promoter for chili plant. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 4(2), 208-214.
- Sari, MP, H Bambang, dan Suryanti 2016. Penekanan perkembangan penyakit bercak ungu pada bawang merah oleh cendawan mikoriza arbuskula *Fitopatologi Indonesia*, 12, (5), hh. 159-167.
- Wang, Y, Q, Zeng, Z Zhang. 2010. Antagonistic bioactivity of an endophytic bacterium H-6. *African Journal of Biotechnology*, 9(37):6140-6145.
- Wang, S, J Wu, P Rao, TB Ng, and X Ye. 2005. A chitinase with antifungal activity from the mung bean. *Protein Expr Pufif* 40: 230-236.
- Wijaya, S. 2002. Isolasi Kitinase dari *Scleroderma Columnare* dan *Thricoderma Harzianum*. *Jurnal Ilmu Dasar*. 3: 30-35.

Pengaruh Beberapa Formula *Cartridge* Asap Belerang terhadap Mortalitas Mencit Putih (*Mus musculus*) di Laboratorium

Wahyu Daradjat Natawigena^{1*}, Sadiya Fajar Pratama², Wawan Kurniawan¹,

¹Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Kampus Jatinangor, Jatinangor 40363

*Alamat korespondensi: w.daradjat@unpad.ac.id

ABSTRACT

The effect of several sulfur smoke mercon formulations on the mortality of white Mice (*Mus musculus*) in the laboratory

The existence of rats and mice as pests in the agricultural and residential sectors can have a negative impact. One of the controls used is to use a sulfur smoke cartridge with active sulfur ingredients. Sulfur smoke cartridge is generally used as a fumigation tool, and is a single-use poison that functions to control rats / mice in rice fields / plantations. However, to produce thick smoke with a long duration of smoke production, a new sulfur smoke cartridge formula is needed. The aim of this research is to find a new formula for sulfur fume cartridge which is cheap, has a longer smoke release duration and which has a high mortality effect on white mice (*Mus musculus*). This research was conducted from March to August 2019 at the Plant Pest Laboratory, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Padjadjaran University. The treatment design used a randomized block design (RBD) consisting of eight treatments and three replications. The treatments tested were 60% active ingredient sulfur, 30% potassium nitrate, 10% and 5% charcoal flour, 10% and 5% brown sugar, 10% and 5% white sugar, 5% baking soda. The results showed formula (A) caused 100% mortality, Formula (B) 100%, Formula (C) 100%, formula (D) 100%, formula (E) 100%, formula (F) 90%, formula (G) as comparison 100%, and negative control 0%. Of all the formulas that cause the highest mortality, formula D because it causes a mortality rate of 100% at 0-90 seconds. The results of the smoke duration in formula (A) 34 seconds, formula (B) 43.7 seconds, formula (C) 37.4 seconds, formula (D) 51.7 seconds, formula (E) 42.3 seconds, formula (F) 38.7 seconds, Formula (G) comparative control is 60.7 seconds.

Keywords: sulfur smoke, *Mus musculus*, mortality

ABSTRAK

Keberadaan tikus dan mencit sebagai hama pada sektor pertanian dan pemukiman dapat menimbulkan dampak negatif. Salah satu pengendalian yang biasa digunakan adalah dengan menggunakan *cartridge* asap belerang berbahan aktif belerang. *Cartridge* asap belerang umumnya digunakan sebagai alat fumigasi, dan merupakan racun sekali-pakai yang berfungsi untuk mengendalikan tikus/mencit di lapangan. Namun, untuk menghasilkan asap yang tebal dengan durasi pengeluaran asap yang lama, dibutuhkan formula *cartridge* asap belerang yang baru. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari formula baru *cartridge* asap belerang yang murah, memiliki durasi mengeluarkan asap yang lebih lama dan yang memiliki efek mortalitas yang tinggi terhadap mencit putih (*Mus musculus*). Penelitian ini dilakukan bulan Maret hingga Agustus 2019 di Laboratorium Hama Tanaman, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Rancangan perlakuan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari delapan perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang diuji yaitu dengan bahan aktif belerang 60%, kalium nitrat 30%, tepung arang 10% dan 5%, gula merah 10% dan 5%, gula putih 10% dan 5%, baking soda 5%. Hasil penelitian menunjukkan formulasi menyebabkan mortalitas antara 83,33%-100% dan durasi waktu asap yang dikeluarkan antara 34 detik-51,7 detik sedangkan kontrol pembandingan memiliki durasi waktu 60,7 detik. Formulasi mercon asap

belerang (D) dengan formulasi belerang 60%, kalium nitrat 30%, gula putih 5% dan baking soda 5% adalah formulasi terbaik dari formulasi lainnya dengan mortalitas 100% dan lama asap 51,7 detik.

Kata kunci: Formulasi *cartridge*, asap belerang, *Mus musculus*,

PENDAHULUAN

Tikus dan mencit merupakan salah satu hama penting pada sektor pertanian dan pemukiman (Maryanto, 2005). Tikus dan mencit dapat menyebabkan beberapa kerugian yaitu mampu menurunkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian, merusak properti bangunan, mengkontaminasi makanan, menularkan penyakit, serta merusak benda elektronik (Suharto, 2007).

Pengendalian tikus yang efektif dan efisien perlu dilakukan. Salah satu cara yang paling praktis adalah dengan menggunakan gas beracun, yaitu dengan menggunakan formula *cartridge* asap belerang atau biasa kita sebut mercon asap belerang. Penggunaan formula *cartridge* asap belerang memiliki tingkat pengendalian yang baik terhadap tikus dan mencit (Sunarjo, 1992). Efektifitas penggunaan *cartridge* belerang dalam membunuh tikus dan mencit masih perlu ditingkatkan dengan cara membuat formula baru yang lebih murah, lebih efektif dan efisien. Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh beberapa formula *cartridge* asap belerang terhadap mortalitas mencit putih (*Mus musculus*) di laboratorium.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan formula baru *cartridge* asap belerang yang efektif membunuh mencit (*Mus musculus*) dan mempunyai durasi habis pakai mengeluarkan asap

yang lama. Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai sumber informasi penting bagi formulator mercon asap belerang, yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pembuatan *cartridge* asap belerang dalam upaya pengendalian hama tikus dan mencit di lapangan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Hama Tanaman, Divisi Laboratorium Vertebrata Hama, Departemen Hama Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor dari Agustus 2019 sampai dengan Februari 2020. Alat yang digunakan untuk percobaan ini diantaranya adalah kandang individu tikus, tempat minum tikus, timbangan hewan, timbangan analitik, peralatan gelas laboratorium, piranti peralatan laboratorium, kompor elektrik. Bahan yang digunakan pada percobaan ini yaitu, Belerang, Kalium Nitrat, tepung arang kayu, gula, baking soda, dan sumbu mesiu. Sebagai hewan uji yaitu mencit putih (*Mus musculus*) pra dewasa dengan rata-rata bobot 25g.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Terdapat 8 perlakuan yang diuji dengan ulangan sebanyak 3 kali dengan berat bersih komposisi *cartridge* asap belerang 25 gr.

Tabel 1. Perlakuan konsentrasi *cartridge* belerang

| Perlakuan | Bahan (%) | | | | | | Total |
|-----------|-----------|------------------|--------------|------------|------------|-------------|-------|
| | S | KNO ₃ | Tepung Arang | Gula Merah | Gula Putih | Baking Soda | |
| A | 60 | 30 | 10 | - | - | - | 100 |
| B | 60 | 30 | - | - | 10 | - | 100 |
| C | 60 | 30 | - | 10 | - | - | 100 |
| D | 60 | 30 | - | - | 5 | 5 | 100 |
| E | 60 | 30 | - | 5 | - | 5 | 100 |
| F | 60 | 30 | 5 | - | - | 5 | 100 |
| G | | | | | | | |
| H | - | - | - | - | - | - | |

Komposisi presentase bahan aktif didapatkan dari total bobot bersih *cartridge* asap belerang sebesar 25g pada setiap perlakuan. Perbandingan pada perlakuan di *cartridge* asap belerang yang beredar dipasaran mengandung belerang dengan konsentrasi 66%. Analisis ragam yang digunakan adalah dengan program SAS dan dilakukan uji lanjut Berganda Duncan pada taraf 5% menggunakan software SPSS versi 25.0.

Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah mencit yang mati dari jumlah total mencit setiap perlakuan yaitu 10 ekor. Persentase mortalitas dihitung dengan rumus:

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{Jumlah mencit yang mati}}{\text{Jumlah mencit yang diuji}} \times 100\%$$

Pengamatan durasi lama habis pakai asap *cartridge* asap belerang dilakukan dengan mengukur lama waktu asap belerang yang dikeluarkan oleh *cartridge* asap belerang, pengukuran waktu lama asap dihitung menggunakan stopwatch dari mulai *cartridge* asap belerang dinyalakan sampai mercon asap belerang padam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Beberapa Formula *Cartridge* Terhadap Mortalitas Mencit

Hasil penelitian pengaruh beberapa formula *cartridge* asap belerang terhadap mortalitas mencit diperlihatkan pada Tabel 2. Pada tabel tersebut diperlihatkan persentase rata rata mortalitas mencit yang terjadi saat pengamatan pada 0-90 detik, 90-180 detik dan diatas 180 detik.

Tabel 2. Pengaruh Beberapa Perlakuan Formula *Cartridge* Asap Belerang terhadap Mortalitas Mencit

| Perlakuan | Persentase rata-rata mortalitas mencit (%) | | |
|-----------|--|----------------|--------------|
| | 0-90 (detik) | 90-180 (detik) | >180 (detik) |
| A | 83,33 b | 83,33 | 100,00 |
| B | 93,33 cd | 100,00 | - |
| C | 86,67 bc | 100,00 | - |
| D | 100,00 d | - | - |
| E | 90,00 bc | 100,00 | - |
| F | 86,67 bc | 96,67 | 100,00 |
| G | 100,00 d | - | - |
| H | 0,00 a | 0,00 | 0,00 |

Keterangan: Nilai rata-rata diikuti dengan notasi huruf yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan berdasarkan uji Duncan pada taraf nyata 5%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa masing masing perlakuan formula *Cartridge* menyebabkan persentase rata rata mortalitas yang berbeda beda terhadap mencit. Perlakuan D dan perlakuan G merupakan dua formula *cartridge* yang dapat menyebabkan kematian 100% mencit pada pengamatan 0-90 detik. Sedangkan perlakuan B, C dan E dapat menyebabkan kematian 100% mencit pada pengamatan 90-180 detik. Perlakuan A dan F menyebabkan kematian mencit setelah lebih dari 180 detik. Perlakuan (D) dan perlakuan (G) dapat mematikan mencit dalam waktu kurang dari 90 detik, hal ini disebabkan oleh tebal dan lamanya asap belerang yang keluar dari *cartridge* belerang yang terbakar. Selain itu hal ini berbanding lurus dengan hasil lama asap pada (tabel 3). Semakin lama dan tebal asap *cartridge* belerang yang dihasilkan, maka dapat menghasilkan gas SO₂. Gas SO₂ yaitu gas yang

mudah terlarut dalam air, memiliki bau namun tidak berwarna, gas ini keluar dari hasil pembakaran mercon asap belerang lalu memenuhi ruangan yang berisi mencit dan menghasilkan penjenuhan pada ruangan lebih cepat dibandingkan perlakuan menggunakan tepung arang. Gas SO₂ pada umumnya dapat menyebabkan iritasi pada paru paru, gas SO₂ mampu bereaksi dengan senyawa kimia lainnya membentuk partikel sulfat yang jika terhirup dapat terakumulasi di paru paru dan menimbulkan gangguan pada pembuluh-pembuluh sistem pernapasan mencit sehingga mempercepat kematiannya (Brooks & Rowe, 1979).

Pengamatan durasi lama habis pakai asap *cartridge* belerang

Cartridge asap belerang mengeluarkan asap dengan lama asap yang berbeda beda tergantung

bagaimana campuran bahan pembakar yang terdapat di dalam *cartridge* asap belerang tersebut. Berikut rata-rata lama asap *cartridge* belerang dari mulai dinyalakan sampai padam (Tabel 3). Indikator penghitungan waktu *cartridge* asap belerang

mengeluarkan asap dilakukan dari mulai *cartridge* asap belerang dinyalakan dan mengeluarkan asap sampai asap yang keluar dari tabung *cartridge* asap belerang habis dan formula di dalam tabung sudah terbakar semua.

Tabel 3. Rata-rata lama asap mercon belerang yang di keluarkan

| Perlakuan | Lama asap (detik) |
|-----------|-------------------|
| A | 34 b |
| B | 43,7 d |
| C | 37,4 c |
| D | 51,7 e |
| E | 42,3 d |
| F | 38,7 c |
| G | 60,7 f |

Keterangan: Nilai rata-rata diikuti dengan notasi huruf yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan berdasarkan uji Duncan pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan hasil percobaan pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa *cartridge* asap belerang perlakuan (G) memiliki durasi lama habis pakai paling lama yaitu 60,7 detik, disusul oleh perlakuan (D) yang memiliki durasi lama habis pakai 51,7 detik. Perlakuan *cartridge* asap belerang dengan bahan belerang, kalium nitrat, gula putih ditambah baking soda memiliki asap yang lebih tebal dibanding campuran bahan lainnya. Hal ini dikarenakan gula putih jika terbakar maka akan menghasilkan karbon dioksida dengan dicampurkan bersama dengan kalium nitrat untuk oksidatornya. Penambahan baking soda pada campuran kalium nitrat dan gula putih sangat berpengaruh terhadap lama asap dan ketebalan asap yang dihasilkan. Menurut Vogel (1999) baking soda berfungsi sebagai pengontrol laju reaksi sehingga proses pembakaran dari KNO₃ dan gula tidak terlalu cepat dan menghasilkan asap yang lebih banyak.

Perlakuan yang menghasilkan asap sebentar dan asap yang tipis adalah perlakuan dengan bahan belerang, kalium nitrat dan tepung arang. Arang atau tepung arang jika dicampurkan dengan kalium nitrat akan mempercepat laju reaksi. Hal ini menyebabkan hasil pembakaran yang dilakukan menghasilkan api yang besar sehingga asap yang dihasilkan sedikit dan tipis. Hal ini sejalan bahwa tepung arang terbakar dengan kecepatan yang tergantung pada tingkat pencampurannya. Tepung arang dengan oksidator natrium nitrat akan terbakar lebih lambat dibandingkan dengan tepung arang dengan oksidator kalium nitrat.

SIMPULAN

Pengaruh beberapa formula *Cartridge* asap belerang terhadap mortalitas mencit, (pada pengamatan 90 detik pertama) menyebabkan mortalitas antara 83,33%-100%. Perlakuan D (*Cartridge* formula belerang 60%, kalium nitrat 30%, campuran bahan bakar gula putih 5% ditambah baking soda 5%) merupakan formula yang dapat menyebabkan mortalitas tertinggi terhadap mencit putih (*Mus musculus*), dibandingkan dengan formulasi *Cartridge* lainnya. Berdasarkan hasil pengamatan terhadap durasi lama habis pakai *cartridge* asap belerang, diperoleh hasil rata rata durasi mengeluarkan asap dari mulai menyala sampai habis terbakar adalah antara 34 detik sampai 60,7 detik. Perlakuan G (pembandingan) adalah yang tertinggi, sedangkan Perlakuan D merupakan formula yang memiliki lama durasi mengeluarkan asap yang berdekatan dengan pembandingan yaitu selama 51,7 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Brooks, JE, and FP Rowe. 1979. Commercial Rodent Control. WHO/VBC/79.726. 109 pp.
- Maryanto, I, Kitchener, DJ, dan Prijono, SN. 2005. Morphological analysis of house mice, *Mus musculus* (Rodentia, Muridae) in Southern and Eastern Indonesia and Western Australia. Mammal Study 30: 53-63.

- Suharto. 2007. Pengenalan dan Pengendalian Hama Tanaman Pangan. Penerbit Andi. Yogyakarta. 40 hlm.
- Sunarjo, PI. 1992. Pengendalian Kimiawi Tikus Hama. Makalah Seminar Pengendalian Hama Tikus Terpadu. Bogor.
- Vogel. 1999. Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro. Edisi kelima. Diterjemahkan Setiono L dan Pudhaatmaka. Kalman Media Pustaka. Jakarta. Hlm. 235-289.

Lampiran:

Daftar Pemakalah dan Peserta PPDSN-4 (2020)

| No | Nama Lengkap | Institusi |
|----|--|---|
| 1 | Abdul Azis, S.Pi. M.P | BPTP Aceh |
| 2 | Abdullah Satria Nagara | unpad |
| 3 | Ach.Zunaidi,S.Pd | Universitas Terbuka |
| 4 | Ade Muhaimin | Balai Besar Karantina Pertanian Tanjung Priok |
| 5 | Ade Syahputra, SP, MSi | Balai Uij terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian |
| 6 | Adelia septiandini | Universitas Padjadjaran |
| 7 | Aditya Ari Darmawan | Universitas Winaya Mukti |
| 8 | Aditya Rizaldi Dzulkarnaen | Universitas Padjadjaran |
| 9 | Afina Azka Winarsari | Umum |
| 10 | Agung Gumelar | Universitas Padjajaran |
| 11 | Agung Panca | Universitas Padjadjaran |
| 12 | Agung Yuswana | Faperta UHO |
| 13 | Agus Rahim T., S.Agr | BBKP MAKASSAR |
| 14 | Agus Susanto | Universitas Padjadjaran |
| 15 | Agustini Wulandari, SP | DPKP |
| 16 | Ahmad Fauzan R | Universitas Padjadjaran |
| 17 | Aidha Utami | Ditlinbun Kementan RI |
| 18 | Ainun Fadilah | Universitas Padjajaran |
| 19 | Aisyah Priscilla | Universitas MH Thamrin |
| 20 | Akhira Yanti Ningsih Ritonga | Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara |
| 21 | Akmal Rafy Taufik | Universitas Padjajaran |
| 22 | Aldi Rahayu | Universitas Padjadjaran |
| 23 | Alvian Bagaskoro | Universitas Padjajaran |
| 24 | Alya Izza Mahmudah | Universitas Padjadjaran |
| 25 | Alya Putri Fahira | Universitas Padjadjaran |
| 26 | Amadda Adna Uqbadari | UNPAD |
| 27 | Amallia Sujana | Universitas Padjadjaran |
| 28 | Amanda Alya Sofyan | Universitas Padjadjaran |
| 29 | Ameilia Zuliyanti Siregar,M.Sc,Ph.D | Universitas Sumatera Utara |
| 30 | Amelia S. Sarungallo | Faperta Univ. Papua Manokwari, Papua Barat |
| 31 | Ami Cahyani Ratnaningrum, SP., M. Si. | Direktorat Perlindungan Hortikultura |
| 32 | Anastastia Raditya Hidayanti | BPTP |
| 33 | Andes Triani | Universitas Sriwijaya |
| 34 | Andi Besse Padauleng | Balai Besar Karantina Pertanian Makassar |
| 35 | Andika Muhammad Irsyad | Universitas Padjadjaran |
| 36 | Andriyani Agistin | Universitas Padjadjaran |
| 37 | Angga Ardiansyah | Balai Besar Karantina Pertanian Tanjung Priok |
| 38 | Anggun Apriliani | Universitas Padjadjaran |
| 39 | Anisa Nabilla | Universitas Padjadjaran |
| 40 | Anisa Puspita Rachman | Universitas Padjadjaran |

| | | |
|----|------------------------------------|---|
| 41 | Anita Febiola | Universitas Padjadjaran |
| 42 | Anjel Angelina Nua | Universitas Sam Ratulangi |
| 43 | Annisa Arisaputri | Universitas Padjadjaran |
| 44 | Annisa Rizkymelia Paradita | Unpad |
| 45 | Antoni Setiawan, S.P. | Direktorat Perlindungan Hortikultura |
| 46 | Ardhia pramesti cahya k | universitas padjadjaran |
| 47 | Arief Nasrullah Hidayath | Universitas Padjadjaran |
| 48 | Arief Rahman | Universitas Padjadjaran |
| 49 | Arif Hermawan, SP. | BPTPH Jabar |
| 50 | Arif Rifaldi | Universitas Syiah Kuala |
| 51 | Aris Rizky Yusuf | Unpad |
| 52 | Aristya Rahadiyan | Dinas Perkebunan Provinsi Riau |
| 53 | Arthamevia Arielki | Universitas Padjadjaran |
| 54 | Asmaliyah | Balai Litbang Lingkungan Hidup dan Kehutanan Palembang |
| 55 | Atika Priansari | Balai Besar Karantina Pertanian Makassar |
| 56 | Atika Romalasari | Politeknik Negeri Subang |
| 57 | Aura Syafa Bunga Azzahra | Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran |
| 58 | Azkie Naila Rohmah | Universitas Padjadjaran |
| 59 | Basri A. Bakar | BPTP ACEH |
| 60 | Bayu Ihsan Mahesa | Universitas Padjadjaran |
| 61 | Bayu Pradana Nur Rahmat | Universitas Padjadjaran |
| 62 | Beta Rosmiana, SP | DTPHP Bengkulu |
| 63 | Brigitta Angelia Pareira | Universitas Padjadjaran |
| 64 | Brinadia Solihati | Faperta Unpad |
| 65 | Budi Setiawan, SP. | BPTPH PROV KALSEL |
| 66 | Busyairi Latiful Ashar, SP, MSi | Balai Besar Peramalan OPT (BBPOPT) |
| 67 | Cahya Setiani | Universitas Padjadjaran |
| 68 | Carla Frieda Pantouw | LIPI |
| 69 | Celvia Roza | BB Padi Balitbangtan |
| 70 | Chrisnawati | Universitas Mahaputra Muhammad Yamin |
| 71 | Damraeni Juhari | BBKP Makassar |
| 72 | Dandi Arvia Dharma | STT PELALAWAN |
| 73 | Daniya Fathiya | Universitas Padjadjaran |
| 74 | Dedi Untung Nurhadi | BPTP Jateng |
| 75 | Desi Sandra | Universitas Padjadjaran |
| 76 | Desianty Dona Normalisa Sirait | BBPPTP Medan |
| 77 | Devi Tantiani, SP. | Universitas Mulawarman |
| 78 | Dewi widia ningsih | Universitas islam kalimantan |
| 79 | Diah Ayu Sithoesmi S, SP | Balai Perlindungan Perkebunan Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Barat |
| 80 | Dicky Surya Bakri | Universitas Padjadjaran |
| 81 | Dimas Bimo W.P | Universitas padjajaran |
| 82 | Dinda Rizqueenta | Unsoed |
| 83 | Dini Triana | UNSOED |

| | | |
|-----|--|--|
| 84 | Dolfinus I. de Fretes,S.Pt | Dinas Pertanian Kab.Kupang-NTT |
| 85 | Dominique Natasya Rosaria | Universitas Padjadjaran |
| 86 | Dr Ir. Christoffol Leiwakabessy, M.Si | Universitas Pattimura |
| 87 | Dr Ir. Mariana, MP | Universitas Lambung Mangkurat |
| 88 | Dr. Baiq Azizah Haryantini, SP.,MP. | Universitas 45 Mataram |
| 89 | Dr. Araz Meilin, SP., MSi. | BPTP Jambi |
| 90 | Dr. Baiq Azizah Haryantini, SP., MP | Universitas 45 Mataram |
| 91 | DR. DRA. I Gusti Ayu Diah Yuniti, M.Si | UNIVERSITAS MAHASARASWATI DENPASAR |
| 92 | Dr. Hartati Oktarina, SP., M.Sc. | Universitas Syiah Kuala |
| 93 | Dr. Ir. I Ketut Suada, M.P. | FP Unud |
| 94 | Dr. Ir. Iin Arsensi, S.P., M.P. | Universitas Widya Gama Mahakam |
| 95 | Dr. Ir. Ni Putu Pandawani, MSi | UNMAS DENPASAR |
| 96 | Dr. Ir. Surya Sila, MP | Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman |
| 97 | Dr. Ir. Titiek S. yuliani, SU | IPB |
| 98 | Dr. Ir. Vivi Bernadeth Montong, MSi | Faperta-UNSRAT |
| 99 | Dr. Kusumawaty Kusumanegara | BB Biogen, Balitbangtan, Kementan |
| 100 | Dr. Ni Wayan Sri Suliartini, S.P., M.P. | Universitas Mataram |
| 101 | Dr. Tien Turmuktini | UNWIM |
| 102 | Dr. Tuminem., SP.MSi | Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Papua Barat |
| 103 | DR. WIWIK HARDANINGSIH, SP.,MP. | POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI PAYAKUMBUH |
| 104 | Dr.Ir. Tarmizi.MP | Fakultas Pertanian Unram |
| 105 | Dr.Ir. WIWIN WINDRIYANTI, MP. | UPN VETERAN JATIM |
| 106 | Dr.Yani Suryani,S.Pd.,M.Si | UIN Sunan Gunung Djati Bandung |
| 107 | Dra. Hasni Ruslan, M.Si | Universitas Nasional |
| 108 | Dra. Hasni Ruslan, M.Si | Universitas Nasional |
| 109 | Drs. Dody Priadi | Puslit Bioteknologi-LIPI |
| 110 | DWI ASTUTI | LIPI |
| 111 | dwi astuti | LIPI |
| 112 | Dwi Sugipriatini | Balai Besar Uji Standar Karantina Pertanian |
| 113 | Dwinda Mariska Putri | Lipi |
| 114 | Dwista Mahmuda Setyandra | R&D PT CBI |
| 115 | Dyah Tri Lestari | Sulung Research Station, CBI Group |
| 116 | Dyah Tri Lestari | Sulung Research Station, CBI Group |
| 117 | Dyah yudha maharani | Unpad |
| 118 | Dyan Meiningsasi SP, S.Si | PPKTKR - LIPI |
| 119 | Dzakiyyah Fatin Sakiina Amiro | UNINUS |

| | | |
|-----|----------------------------------|---|
| 120 | Effi Alfiani Sidik, S.P., M.Sc. | Loka penelitian penyakit tungro |
| 121 | Eko Agus Martanto | Faperta Univ. Papua |
| 122 | Eko Cahyo Pristiwantoro | BMKG Aceh |
| 123 | Ella Setiani | Universitas Padjadjaran |
| 124 | Elma Oktamara | IKIP Siliwangi |
| 125 | ELSYA | UNNES |
| 126 | Elvan Efransyah | Universitas Padjadjaaran |
| 127 | Endik Mulyadi | Direktorat Perlindungan Hortikultura |
| 128 | Enung Hartati Suwarno,;SP, MM | Direktorat Perlindungan Hortikultura |
| 129 | Eris Septiana | LIPI |
| 130 | Erwin Juwanda | UNRAM |
| 131 | Ery Edowati Martiana, SP | Ditjen Hortikultura |
| 132 | Eva Nurul Fadillah | Universitas Padjadjaran |
| 133 | Eva Rosdiana, S.P., M.P | Politeknik Negeri Jember |
| 134 | Fahri Usman SP MP | Plant Quarantine |
| 135 | Faiza Nasywa Haya | Unpad |
| 136 | Fajar aulia rahman | Universitas Padjajaran |
| 137 | Farhan Nurdina | Universitas Padjajaran |
| 138 | Farras Salsabil | Universitas Padjajaran |
| 139 | Farriza Diyasti, SP., MSi. | Ditlinbun |
| 140 | Fatimah tresna nirmala | Unpad |
| 141 | Fauzy Rachman | LIPI |
| 142 | Fifi Afiati | LIPI |
| 143 | Fiona margaretha | Universitas Padjadjaran |
| 144 | Firda Elisa Aminah | Universitas Padjadjaran |
| 145 | Firda Febriani | Universitas Sriwijaya |
| 146 | Fitika Syahnur | UNPAD |
| 147 | Fitra Nanda Kurnia | Universitas Sriwijaya |
| 148 | Fitri Andela, S.P. | BBIP |
| 149 | Frida P. Inangsih | Balai Litbang LHK Kupang (KLHK) |
| 150 | Gamayanti | BBKP MAKASSAR |
| 151 | Ghaida nurhamda fauziah | Unpad |
| 152 | Gita Puspitasari | Universitas Padjadjaran |
| 153 | Gunawan, SP | BALAI PENYULUHAN.PERTANIAN |
| 154 | Hafizha Mawaddah | Universitas Sriwijaya |
| 155 | Haickal Al Farizi | Universitas Padjadjaran |
| 156 | Hamdani, S.TP, MP | Balai Proteksi Tanaman Perkebunan Pontianak |
| 157 | Hamdani, S.TP, MP | Balai Proteksi Tanaman Perkebunan Pontianak |
| 158 | Hana Lathifah Amatullah | Universitas Padjadjaran |
| 159 | Handoyo Tri Wijatmoko, SP. | BALAI BESAR KARANTINA PERTANIAN TANJUNG PRIOK |
| 160 | Hanifah Ramadhani | Universitas Sriwijaya |
| 161 | Hardi | Universitas Hasanuddin Makassar |
| 162 | Hary Wawangningrum | LIPI |
| 163 | Hasna Rahma Nurazizah | UNPAD |
| 164 | Haura Hafidzah Setiabudi | Universitas Padjadjaran |

| | | |
|-----|---|--|
| 165 | Hendry Puguh Susetyo, SP, M.Si | Direktorat Perlindungan Hortikultura |
| 166 | Henry Kaiser Tambunan | Universitas Padjajaran |
| 167 | Heny Fitriani, SE., MM., MH., Ak., CTA., CPHCM | STIE Al Khairiyah |
| 168 | Heri Ahmadi, SP. M.Si | IPB |
| 169 | Herni Is Sumayanti, S.Si, MP | Dinas Pertanian Provinsi Banten |
| 170 | Hilda Ayu Afrilia | Universitas Padjadjaran |
| 171 | Hilya Inayaturrehmani | Universitas Padjadjaran |
| 172 | Hisbullah, S. Hut | KPH Kalaena |
| 173 | Hoerussalam, S.P., M.Sc. | PT BISI International, Tbk. |
| 174 | Husaini Purnama Aji | Universitas Sriwijaya |
| 175 | I Ketut Widnyana | Universitas Mahasaraswati Denpasar |
| 176 | I Putu Agus Hendra Wibawa | LIPI |
| 177 | ibnu hajar prasetya | swasta/UGM |
| 178 | Ida Farida,SP | Balai Perlindungan Perkebunan Dinas Perkebunan Prov.Jawa Barat |
| 179 | Ida Farikha Azizah, S.P | B2TP-BPPT |
| 180 | Ida Roma Tio Uli Siahaan, S.P.M.P. | Bbpptp Medan |
| 181 | Ignatius Geraldo Wicaksono | Unpad |
| 182 | Iis Nurmalasari | Universitas Padjadjaran |
| 183 | Ika Aprida Pratiwi | Universitas Sumatera Utara |
| 184 | Ike Nur Hikmah | Universitas Mulawarman |
| 185 | Ilma Sachra Sentika | Universitas Padjajaran |
| 186 | Indra Fuadi, S.P., M.P. | UPT Proteksi TPH Riau |
| 187 | Indriani Kusumawati DM, S.P. | BBKP TANJUNG PRIOK |
| 188 | Ir I Made Sunantra, MP | Fakultas Pertanian Universitas 45 Mataram |
| 189 | Ir Muklis Pramono | PT Sawit Sumbermas Sarana - Kalteng |
| 190 | Ir. Agus Riadi | UPT Proteksi TPH Jatim |
| 191 | Ir. Adrianson Agus Djaya, M.Si | Universitas Palangka Raya |
| 192 | Ir. Andi Masturi Syaiful, M.M | Balai Besar Karantina Pertanian Makassar |
| 193 | IR. Aneng Hermami, MSi. | DIREKTORAT PERLINDUNGAN HORTIKULTURA |
| 194 | Ir. Asih K.Karyadi | Balitsa |
| 195 | Ir. Defly A S Turang MSi. | Fak. Pertanian Unsrat |
| 196 | Ir. Desmawati | Direktorat Perlindungan Hortikultura |
| 197 | Ir. Djamilah, MP. | UNiversitas Bengkulu |
| 198 | Ir. Ely Liestiany, M.P | Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat |
| 199 | Ir. Henny V.G. Makal,MSi | Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi |
| 200 | Ir. Hery Haryanto, MSi. | Fakultas Pertanian Universitas Mataram |
| 201 | Ir. Lucky Wijayawati MM | UPT. Proteksi TPH Jawa Timur |
| 202 | Ir. Lukmanul Hakim, M.P. | Universitas Serambi Mekkah, Banda Aceh |
| 203 | Ir. Maria Wulan Purwiji Putri | UPTD Balai Perlindungan Perkebunan |
| 204 | Ir. Sherlij Dumalang M. Si | Faperta Unsrat |
| 205 | Ir. Sopialena, MP., Ph.D. | Universitas Mulawarman |

| | | |
|-----|--|---|
| 206 | Ir. Sri Rahajoeningsih, M.Si | Balittro |
| 207 | Ir. Sutiharni., MP | Faperta Universitas Papua |
| 208 | Ir.Maman Hartaman, M.Si. | BTPPH Prov. Lampung |
| 209 | Ir.Neni Gunaeni | Balitsa |
| 210 | Ir.Putu Lasmi Yuliyanthi Sapanca ,M.Si | FPB UNMAS DENPASAR |
| 211 | Irfan Mohandis Haraki | Universitas Sriwijaya |
| 212 | Irfan Pradipto A | Universitas Padjajaran |
| 213 | IRWAN | Unsyiah |
| 214 | Ismi Estian Wardani | Universitas Padjadjaran |
| 215 | Isni Nasrifah | Umum |
| 216 | Jazilah, S.Ag., M.S.I. | SD Muhammadiyah Sapen Yogyakarta |
| 217 | Jean Nihana Manalu | Stiper Flores Bajawa |
| 218 | Jeheskial Bessie, SST | Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kab. Belu |
| 219 | Juraidah, SP | BTPPH Prov Kalsel |
| 220 | Juwita Suri Maharani | Institut Pertanian Bogor |
| 221 | Karist Dwi Wibowo, S.P | Unsoed |
| 222 | Karti Rahayu Kusumaningsih, S.Hut.MP | Institut Pertanian Stiper Yogyakarta |
| 223 | Kartika Sari | UNIVERSITAS PADJADJARAN |
| 224 | Kartika Sari | Universitas Padjadjaran |
| 225 | Kelly Noviyanti | Universitas Padjadjaran |
| 226 | Kezia Putri Natasya | Universitas Padjadjaran |
| 227 | Khoirunnisa | Universitas sriwijaya |
| 228 | Kristina Renawati T, S.P., M.P | BBPPTP Medan |
| 229 | Kurnia Utami Dewi, S.P | BTPPH PROVINSI KALIMANTAN SELATAN |
| 230 | Kurniawan Effendi SP M.Si | Dinas pertanian Kab Sumba Barat NTT |
| 231 | Laila Nur Milati | Balai Besar Penelitian Tanaman Padi |
| 232 | Latifah | Unimal |
| 233 | Leny Panjaitan, SP | Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian |
| 234 | Lidya Karlina | Universitas Sriwijaya |
| 235 | lidya karlina | universitas sriwijaya |
| 236 | Liedya Maulidza | Universitas Padjadjaran |
| 237 | Lili Amelia | Universitas Padjadjaran |
| 238 | Lintong Banjarnahor | BTPPH Kalimantan Selatan |
| 239 | Liz Yanti Andriyani, S.P., M.P. | Fakultas Pertanian Universitas Papua |
| 240 | Liza Octriana | Balitbu Tropika |
| 241 | M. Rifki Faisal | Unpad |
| 242 | Marcella Louisa | Unpad |
| 243 | Maria Anna Widyaningsih Widjanarko,SP | BPTP Bali |
| 244 | Maria Anthoneta Paschalina Palit, S.P., M.Si | Universitas Papua |
| 245 | Maria Yusita, SP | Bptphp provinsi Banten |
| 246 | Marsilah, SP | Stasiun Karantina Pertanian Kelas I Samarinda |

| | | |
|-----|--------------------------------|--|
| 247 | Masayun Eka Maylandari,SP | Balai Besar Uji Standar Karantina Pertanian |
| 248 | Masruddin, SP | Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kab. Tanah Bumbu |
| 249 | Maulidan Nabiiyyu | Universitas Padjadjaran |
| 250 | Mega Shafira | Unpad |
| 251 | Meilan Bellina, SP | Uptd PTPHP |
| 252 | Meisa Siti Maesyaroh | Universitas Padjadjaran |
| 253 | Meli Andari | Unpad |
| 254 | Meliani Ayunita | Universitas Padjadjaran |
| 255 | Methy Handiyanti, SP, M.Sc | Balai Besar Uji Standar Karantina Pertanian |
| 256 | Mirwan Setiadi, SP | BPTPH Kalsel |
| 257 | Moch. Aziz Muslim | Universitas Padjadjaran |
| 258 | Mochamad Achrom, | BUTTMKP |
| 259 | Mochammad Rasta Ari Sukma | Universitas Gadjah Mada |
| 260 | Mohamad Ridwan Noval Firdaus | Universitas Padjadjaran |
| 261 | Monika Sitohang | Universitas Sam Ratulangi |
| 262 | Muhamad Joddy Ramadhan | Universitas Padjadjaran |
| 263 | Muhamad Salehan | Universitas Sriwijaya |
| 264 | Muhamad sulhan | Universitas padjadjaran |
| 265 | Muhamad Zaupi Alnazhari | unpad |
| 266 | Muhammad Abid Najmuddin | Universitas Padjadjaran |
| 267 | Muhammad Arifin | Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Binjai |
| 268 | Muhammad Astalani, S.P | BPTPH PROVINSI KALIMANTAN SELATAN |
| 269 | Muhammad Badrus Sholih | PP GAPSERA Sejahtera Mandiri |
| 270 | Muhammad Fayyadh | Universitas Padjadjaran |
| 271 | Muhammad Iqbal Fauzan Darmawan | Universitas Padjadjaran |
| 272 | Muhammad Kheandra Abietha | Unpad |
| 273 | Muhammad Rizqi Hartoyo | Universitas Padjadjaran |
| 274 | Muhammad Rizqi Hartoyo | Universitas Padjadjaran |
| 275 | Muhammad Ugiannur | Universitas Mulawarman |
| 276 | Mulyati Binti Mustapa | Universitas Padjadjaran |
| 277 | Mustika Dewi | SITH ITB |
| 278 | Muthia Riefka Fauziaty, SP | BUTTMKP |
| 279 | Nabila Sri Utari | Universitas Padjadjaan |
| 280 | Nadya Amanda | Universitas Padjadjaran |
| 281 | Nadzif Ali Asyari, M.H | STAI NURUL IMAN PARUNG BOGOR |
| 282 | Nadzirum Mubin | IPB |
| 283 | Nanda Dea Nikmatu Rohmah | unpad |
| 284 | Naqsyia Amelya Febiazahra | UNIVERSITAS PADJAJARAN |
| 285 | Nasamsir | FP Univ. Batanghari Jambi |
| 286 | Natasya Belinda | Universitas Padjajaran |
| 287 | Naufal antony syahwal | Universitas padjajaran |
| 288 | Naufal Hanifianto Ardi | Universitas Padjadjaran |

| | | |
|-----|--------------------------------------|--|
| 289 | Naufal Rafiqa Berliana | Universitas Padjadjaran |
| 290 | Nelly Saptayanti, SP MSi | Direktorat Perlindungan Hortikultura, Ditjen Hortikultura, Kementan RI |
| 291 | Ni Made Suriani | BKT Kebun Raya Eka Karya Bali-LIPI |
| 292 | Nia Kurniawati | BB Padi |
| 293 | Nia Kurniawati SP | Alumni Universitas Padjadjaran |
| 294 | Nisrina Febrianti | Universitas Padjadjaran |
| 295 | Noni Rahmadhini | UPN VETERAN JATIM |
| 296 | Noor Imansyah, SP | BPTPH Kalimantan Selatan |
| 297 | Nor Eko Prastyanto, S.P. | SMK SPP NEGERI MALINAU |
| 298 | Novi Aji Suryaningsih, S.P., M.P. | Dinas Kelautan dan Perikanan, Pertanian dan Pangan Kota Tegal |
| 299 | Nur Isnaini | Ditlinbun |
| 300 | Nur Salamah Harahap, A.Md | Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika |
| 301 | nuraini triutami putri | unpad |
| 302 | Nurazizah Muslimah | Universitas Padjadjaran |
| 303 | Nurholis, SP., M.Si | Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian |
| 304 | Nurjanna | Universitas Hasanuddin |
| 305 | Nurrachman | Fakultas Pertanian Universitas Mataram |
| 306 | Nurul Sugiyanti | UNS |
| 307 | Parida, SP | SMKN 1 Cikalongkulon |
| 308 | Pegi Br Sagala | Universitas Sriwijaya |
| 309 | Petra Sulistya Dian Krissanti | Universitas Padjadjaran |
| 310 | Petrus | Universitas Sam Ratulangi |
| 311 | Pinto Rukmi Handayani, SE. MM | Agribisnis Faperta Unikarta Tenggara |
| 312 | Popi Aprilianti | LIPI |
| 313 | Prabawati Hyunita Putri | PT Pandawa Agri Indonesia |
| 314 | Pratiwi Triani | Universitas Hasanuddin |
| 315 | Prima Salsabila Chayami | Universitas Sriwijaya |
| 316 | Prof. Dr. Samanhudi, S.P., M.Si. | Fakultas Pertanian UNS |
| 317 | Prof. Ir. Dr. Samharinto Soedijo, SU | Faperta ULM |
| 318 | Putri Anindya | Universitas Padjadjaran |
| 319 | Putri Siska Ekayanti Dupa | Universitas Padjadjaran |
| 320 | Putu Eka Pasmidi Ariati, S.P., M.P. | Universitas Mahasaraswati |
| 321 | Qeqe Lestari | Universitas Padjadjaran |
| 322 | R. Dewi Ratna Wulan, S.P., M.P. | Balai Karantina Pertanian Kelas II Kendari |
| 323 | R. Fauziah Maulidinazzahra | Universitas Padjadjaran |
| 324 | Raden Ega Ayu Ramadhani | Univesitas Padjadjaran |
| 325 | Rahmad Bahaudin Fahmi | Universitas Padjadjaran |
| 326 | Rahmalia Nurazizah F | Universitas Padjadjaran |
| 327 | Rahmat Muhidin, S.P. | Universitas Winaya Mukti |
| 328 | Raja Bonar Lubis | Universitas Sriwijaya |

| | | |
|-----|--|--|
| 329 | Rajif Iryadi | LIPI |
| 330 | Raniela Devi Primavera, S. Si | Dinas Pertanian Provinsi Banten |
| 331 | Ratih Kurniasih, SP., MSc | Universitas Gunadarma |
| 332 | Reiva Yolandra | Unpad |
| 333 | Renny Yuliastuti | Universitas Lambung Mangkurat |
| 334 | Resti Fajarfika, S.P., M.Sc. | Universitas Garut |
| 335 | Retno Wikan Tyasningsiwi | Kementerian Pertanian |
| 336 | Rian Adrian | Universitas Sriwijaya |
| 337 | Riana | PT. Citra Borneo Indah |
| 338 | Ricco Basarestu Darmawan | Universitas Padjajaran |
| 339 | Ridha Meilyana | Universitas Hasanuddin |
| 340 | Rika Ludji, SP, M.Si | Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana |
| 341 | Rima Rahmawati | Universitas Padjadjaran |
| 342 | Rini Apriani | Universitas Sriwijaya |
| 343 | Risa Rismaniar Ruhyaman | Universitas Padjadjaran |
| 344 | Riska Adysa | UNPAD |
| 345 | Riski Fernando | Universitas Sriwijaya |
| 346 | Riyona Desvy Pratiwi | LIPI |
| 347 | Rizka Farahdillah | Faperta Unpad |
| 348 | Rizka Fatimah | Universitas Padjadjaran |
| 349 | Roni Saleh Ardiansyah | Universitas Sriwijaya |
| 350 | Ronny Pamuji, SP | BTPPH Kalsel |
| 351 | Rosa Nuraeni, SP., MP. | Balai Perlindungan Perkebunan Jabar |
| 352 | Rosmawati | UNPAD |
| 353 | Rumella Simarmata | LIPI |
| 354 | Ruth Stella Thei | Universitas Mataram |
| 355 | Saepul Akbar | Universitas Padjadjaran |
| 356 | Salma Khaira Naza | Universitas Padjadjaran |
| 357 | Salwa Rohmatul Aoliya | Universitas Padjadjaran |
| 358 | Samsul hidayat,SP | BKP KLS I LAMPUNG |
| 359 | Sania Safira | Universitas Padjadjaran |
| 360 | Sariyatun, SP | Dinas Pertanian dan Pangan Kabupaten Magelang |
| 361 | Saurma Mona Astrid Sibarani, S.Si., M.Sc | BALAI BESAR KARANTINA PERTANIAN SOEKARNO HATTA |
| 362 | Sekar Ayu Larasati | Universitas Padjajaran |
| 363 | Septi Sulanjari | Balai Karantina Pertanian Kelas 2 Yogyakarta |
| 364 | Septya Ayu Dwintha | Universitas sriwijaya |
| 365 | Shakeilla Aretha Zelika | Universitas Sriwijaya |
| 366 | Shendy Andrean Sofyan | USU |
| 367 | Shinta Ramadhani | Direktorat Perlindungan Hortikultura |
| 368 | Sindy wahyu utami | Universitas sumatera utara |
| 369 | Sinta Ambarukmana | Universitas Muhammadiyah Malang |
| 370 | Siska Frisilia | Universitas Padjadjaran |
| 371 | Siti Fatimah Hanum | PPKTKR LIPI |
| 372 | Siti Hardiyanti, M.Si | Badan Litbang Kementan |
| 373 | Siti Sopiah.SS.,M.Pd | Unas Pasim |

| | | |
|-----|---------------------------------------|--|
| 374 | Siti Syarah Maesyaroh, S.P., M.P. | Universitas Garut |
| 375 | Soepriati, SE, M.Si | kementan |
| 376 | Sofyan S. Rudin, SP | Balai Perlindungan Tanaman Pertanian Provinsi Gorontalo |
| 377 | Sofyan S. Rudin, SP | Balai Perlindungan Tanaman Pertanian Provinsi Gorontalo |
| 378 | Sri Komalaningsih | STIKes DHB |
| 379 | Sri Nurul Fatimah Alimuddin | Unhas |
| 380 | Sri Susilawaty,SP | UPTD perlindungan Tanaman pangan hortikultura dan perkebunan Provinsi Bengkulu |
| 381 | Sry Ekanitha Pinem | Universitas Sumatera Utara |
| 382 | ST. Akbari, SP | BPTPH KALSEL |
| 383 | Sthefani Melkasari | - |
| 384 | Suci Niscahya Bhakti, A.Md | Balai Besar Peramalan OPT |
| 385 | SUFYAN,SP | Bpp Rantau Selamat Aceh Timur |
| 386 | Sulis Dyah Candra, S.P., M.P. | Universitas Panca Marga |
| 387 | Susanati Tasik, S.Hut., M.Biotech. | Pascasarjana, Fak.Kehutanan UGM |
| 388 | Suyatin SP | Bptph lampung |
| 389 | Syakra Tazkia | Unpad |
| 390 | Syarifah | Ditlin Tanaman Pangan |
| 391 | Syifa Aulia Rahmah | UNPAD |
| 392 | Syindy Raffini Nasihin, SP., MP | PT East West Seed Indonesia |
| 393 | Tarisa Ramadhina Shyntiani | Universitas Padjadjaran |
| 394 | Tariyani | Stasiun Karantina Pertanian Kls I Ambon |
| 395 | Terry, S.P | BPTPH Kalsel |
| 396 | Theodora Shitta Chrisworodyta | UNPAD |
| 397 | Thomas Indra Pratamaputra | Universitas Padjadjaran |
| 398 | Titi Sumarti, SP., M.Si. | Balai Besar Uji Standar Karantina Pertanian |
| 399 | Toto Sunarto | Universitas Padjadjaran |
| 400 | Tuah Malem Bangun, M.Si | Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) |
| 401 | Tulus Paul Kimham Simanjuntak, SP | Balai Besar Karantina Pertanian Soekarno Hatta |
| 402 | Tulus Tri Margono, SP., MP | DIREKTORAT PERINDUNGAN PERKEBUNAN |
| 403 | ucu mutia sp., mp. | BPTPH |
| 404 | Ujang Dinar Husyari., SP.,MP. | SITH-ITB |
| 405 | Umi Mudrikatul Janah, S.P., M.P. | BPTPH Provinsi Jawa Barat |
| 406 | Vanya Juliandini | Universitas Padjadjaran |
| 407 | Visi Tinta Manik | Universitas Siliwangi |
| 408 | Wahyunita, S.P., M.Agr. | BBPPTP Medan |
| 409 | Widi Anisa | Universitas Padjadjaran |
| 410 | Wisnu Birahma Putra? S.P. | BPP Carenang |
| 411 | YANI DAWY. SP. M Si | Balai Besar Uji Standar Katantina Pertanian |
| 412 | Yanni Pandji | Karantina Pertanian |
| 413 | Yashanti Berlinda Paradisa | Pusat Penelitian Bioteknologi |

| | | |
|-----|--------------------------------|--------------------------------|
| 414 | Yati Setiati Rachmawati | UIN Sunan Gunung Djati Bandung |
| 415 | Yatri Hapsari | LIPI |
| 416 | Yauma Azhariah Putera Dinur | Universitas Padjadjaran |
| 417 | Yayan Nurkasanah, SP. | PT. BISI INTERNATIONAL, TBK. |
| 418 | Yazid Izzulhaq | Universitas Padjadjaran |
| 419 | Yenny Sariasih, SP., MSc. | Universitas Bengkulu |
| 420 | Yolanda Elsa Nirmalasari | Universitas Padjadjaran |
| 421 | Yonatan Nalle | IPB University |
| 422 | Yossi Aprian Nursalim | Universitas Sriwijaya |
| 423 | yosua yedija | Unpad |
| 424 | Yula Salsabila | Universitas Padjadjaran |
| 425 | Yuli Sulistyowati | Puslit Bioteknologi LIPI |
| 426 | Yulia Wildayanti Fauziah | Universitas Padjadjaran |
| 427 | Yulianto | Universitas Padjadjaran |
| 428 | Yusi Ananda | UNIVERSITAS SRIWIJAYA |
| 429 | Yusliani Saharuddin | Universitas Hasanuddin |
| 430 | yustina Kellen, SP | BPTPH Papua Barat |
| 431 | Zalfasya Raissa Ardhiatamy | Universitas Padjadjaran |
| 432 | Zalza Nadya Setiawan | Unpad |
| 433 | Zulfikar Tindaon, SP | Bukit Barisan Indah Prima |
| 434 | Zuyasna | Universitas Syiah Kuala |

SUSUNAN PANITIA

“PLANT PROTECTION DAY DAN SEMINAR NASIONAL 4: “Inovasi Masa Kini dan Tantangan Masa Depan Perlindungan Tanaman”

Waktu: Kamis, 26-27 Oktober 2020

Tempat: Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Bandung (DARING)

Tema: “PLANT PROTECTION DAY DAN SEMINAR NASIONAL 4: “Inovasi Masa Kini dan Tantangan Masa Depan Perlindungan Tanaman”

Pembina: Rektor Universitas Padjadjaran, Prof. Dr. Rina Indriastuti, S.E., M.SIE.

Penanggung Jawab Keuangan dan Sumber Daya: Wakil Rektor Bidang Keuangan dan Sumber Daya, Prof. Dr. Ida Nurlinda, M.H.

Penanggung Jawab Program: Direktur SDM Universitas Padjadjaran, Aulia Iskandarsyah, M.Psi., M.Sc., Ph.D,

Penanggung Jawab Kegiatan: Ketua Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan-Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Dr. Ir. H. Ceppy Nasahi., M.S.

Penasehat:

Ketua Perhimpunan Entomologi Indonesia, Cabang Bandung

Ketua Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Komda Bandung

Ketua Himpunan Ilmu Gulma Indonesia, Bandung

Prof. Ir. Tarkus Suganda, M.Sc., Ph.D.

Prof. Dr. Ir. Hj. Hersanti, M.P.

Pelaksana:

Ketua: Ichsan Nurul Bari, SP., M.Si., Ph.D.

Wakil Ketua: Dr. Ir. Luciana Djaya, M.Si.

Sekretaris: Dr. Sri Hartati, S.P., M.Si.

Bendahara Umum: Fitri Widiyanti, S.P., MBt.S., Ph.D.

Editor:

Endah Yulia, SP., M.Sc, Ph.D

Fitri Widiyanti, SP., M.Sc., Ph.D

Wawan Kurniawan, S.P., M.Si

Lilian Rizkie, S.P., M.Si

Ichsan Nurul Bari, SP., M.Si., Ph.D.



PROSIDING ISBN: 978-602-439-956-6

PLANT PROTECTION DAY DAN SEMINAR NASIONAL 4

