

ISBN: 978-602-5539-35-0

# PROSIDING SEMINAR NASIONAL

PERHIMPUNAN ILMU PEMULIAAN INDONESIA  
(PERIPI)

*Kedaulatan Benih Menuju Lumbung Pangan Dunia 2045*



4 - 5 Oktober 2018  
Padang, Sumatera Barat

**Editor:**  
**Dr. P. K. Dewi Hayati**  
**Ir. Sutoyo, MS**  
**M. Fadli, SP, M.Biotech**



**PERTAMINA**

**PROSIDING**  
**SEMINAR NASIONAL**  
**PERHIMPUNAN ILMU PEMULIAAN TANAMAN**  
**(PERIPI)**  
**2018**

**Reviewer:**

Prof. Dr.sc.agr. Ir. Jamsari, MP

Prof. Dr. Ir. Reni Mayerni, MP

Prof. Dr. Ir. Auzar Syarif, MS

Prof. Dr. Ir. Warnita, MS

Dr. P.K. Dewi Hayati

Dr. Rusfidra, SPt. MSi

Dr. Ir. Indra Dwipa, MS

**Editor:**

Dr. P.K. Dewi Hayati

Ir. Sutoyo, MS

Muhammad Fadli, S.P, M. Biotech

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>SAMBUTAN KETUA PANITIA SEMNAS PERIPI 2018</b> .....	ii
<b>SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS ANDALAS</b> .....	iii
<b>SAMBUTAN REKTOR UNIVERSITAS ANDALAS</b> .....	iv
<b>SAMBUTAN KETUA PERIPI PUSAT</b> .....	v
<b>SUSUNAN PANITIA</b> .....	vii
<b>DAFTAR HADIR PESERTA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>RINGKASAN PEMAKALAH UTAMA</b> .....	1
<b>Prof. Dr. Erizal Jamal</b> .....	2
<b>Prof. Dr. Ir. Aswaldi Anwar, MS</b> .....	3
<b>Prof. Dr. M. Syukur, SP. MSi</b> .....	4
<b>Prof. Dr.sc.agr. Ir. Jamsari, MP</b> .....	5
<b>Indra Syahputra, SP. MP</b> .....	6
<b>Dr. Rusfidra, SPt. MSi</b> .....	7
<b>Makalah Seminar Nasional PERIPI 2018</b> .....	8
<b>Bidang Tanaman Pangan (A)</b> .....	9
<b>Studi Seleksi Mutan Berumur Genjah Padi Beras Merah Lokal Sumatera Barat pada Tahap M2</b> <i>Indra Dwipa, Irfan Suliansyah, Deliana Andam Sari</i> .....	10
<b>Pertumbuhan Padi Gogo Hibrida F1 pada Perbedaan Kondisi Tumbuh</b> <i>Gusmiatun</i> .....	19
<b>Korelasi antar Berbagai Karakter Agronomis pada Jagung (<i>Zea mays</i> L.) di Tanah Bekas Tambang Batubara</b> <i>Rahma Deni Syafitri, Benni Satria, P.K. Dewi Hayati</i> .....	27
<b>Aplikasi Berbagai Tingkat Dosis N dan P Pada Mutu Benih Kedelai di Tanah Ultisol</b> <i>Agustiansyah, Paul B. Timotiwu, Yayuk Nurmiaty, Risma Rahmawati</i> .....	33
<b>Kemampuan Kompetisi Padi Varietas Inpari 30 terhadap Gulma Berbahaya pada Metode SRI</b> <i>Wahyuni Umami, Musliar Kasim, dan Nalwida Rozen</i> .....	39

<b>Efektifitas Fermentasi Kombinasi Limbah Pabrik Minyak Kelapa Sawit (LPKS) dan Limbah Ternak Sapi (LTS) terhadap Hasil Jagung Manis (<i>Zea mays</i> var. <i>saccharata</i> Sturt.)</b>	
<i>Akhmad Rifai Lubis, Armaniar, dan Meriksa Sembiring .....</i>	45
<b>Persilangan <i>Full Diallel</i> Padi Varietas Ceredek Merah, Junjung, dan Inpari 21</b>	
<i>Widya Erja Syafitri, Etti Swasti, dan Aprizal Zainal.....</i>	54
<b>Pengaruh Durasi Fumigasi Prasimpan dengan Fosfin pada Viabilitas Benih Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> [L.] Moench) selama Penyimpanan</b>	
<i>Eko Pramono, Agustiansyah, dan Dytri Anintyas Putri.....</i>	64
<b>Interaksi Genetik dan Lingkungan Galur-Galur Harapan Padi Merah Tipe Baru Kaya Protein pada Dua Lokasi yang Berbeda di Sumatera Barat</b>	
<i>Sanna Paija Hasibuan, Etti Swasti, dan Yusniwati.....</i>	75
<b>DEJA 1 dan DEJA 2 : Varietas Unggul Baru Kedelai Toleran Jenuh Air</b>	
<i>Suhartina, Purwantoro, dan Novita Nugrahaeni .....</i>	81
<b>Evaluasi Potensi Hasil Beberapa Genotipe Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench)</b>	
<i>Rahmah El Candra, Juniarti, Benni Satria, dan Yusniwati.....</i>	95
<b>Perakitan Kultivar Jagung Komposit (Bersari Bebas) Berumur Genjah dan Produksi Tinggi</b>	
<i>Fitri Eka Wati dan Reni Elmiati.....</i>	104
<b>Pengaruh Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L.) pada Ultisol</b>	
<i>Dedy Noviandy A. Mardya, Muhsanati, Netti Herawati .....</i>	109
<b>Penampilan Agronomis Dan Potensi Hasil Etanol Beberapa Genotipe Sorgum [<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench]</b>	
<i>M.Syamsoel Hadi, Luh Gita Pujawati Yanuar, Erwin Yuliadi, Kukuh Setiawan, Muhammad Kamal1, F. X. Susilo, dan Ardian..</i>	118
<b>Keragaman Genetik Kedelai Akibat Induksi Mutasi pada Tanah Salin Berdasarkan Marka RAPD</b>	
<i>Florentina Kusmiyati, Sutarno, M.G.A. Sas dan Bagus Herwibawa.....</i>	127
<b>Persilangan <i>Full Diallel</i> Dua Tetua Varietas Unggul Lokal Anak Daro dan Saqqanggam Panuah serta Satu Varietas Unggul Inpari 21</b>	
<i>Selfiria Andelin, Aprizal Zainal, Etti Swasti.....</i>	136



<b>Penampilan Agronomis Kultivar Padi Ladang Lokal pada Naungan 50%</b> <i>Desi Yulia Sari, Juita Destri Amsi, Gustian, Ryan Budi Setiawan, dan P.K. Dewi Hayati</i> .....	143
<b>Mekanisme Serapan Anion dan Kation Jagung Hibrida dan Komposit Tercekam Salinitas</b> <i>M Zulman Harja Utama</i> .....	148
<b>Pengaruh Bubuk Lada dan Varietas Kedelai (<i>Glycine max</i> L.) pada Viabilitas Benih yang Disimpan Enam Bulan</b> <i>Yayuk Nurmiaty, Andino Nurponco Gunawan, Niar Nurmauli, Agustiansyah, dan Ermawati</i> .....	156
<b>Koefisien Keragaman Genetik dan Heritabilitas Beberapa Aksesori Ubi Jalar Lokal Asal Papua</b> <i>Rita Noviyanti, Saraswati Prabawardani, Barahima Abbas, Antonius Suparno, Nouke L. Mawikere, Alce I. Noya, Yohanis Amos Mustamu</i> .....	162
<b>Pengaruh Pupuk NPK Majemuk terhadap Mutu Fisiologis Benih Kedelai yang Dihasilkan</b> <i>Niar Nurmauli dan Yayuk Nurmiaty</i> .....	168
<b>Variasi Genetik dan Penduga Nilai Heritabilitas Berbagai Genotipe Sorgum [<i>Sorghum bicolor</i> (L.)Moench] pada Kondisi Dua Sistem Tanam</b> <i>Kukuh Setiawan, Nisa Nurlela Sari, Setyo Dwi Utomo, Agustiansyah, M. Syamsoel Hadi, M. Kama<sup>2</sup>, Erwin Yuliadi, dan Ardian</i> .....	174
<b>Studi Keragaman Karakter dan Teknik Persampelan Morfologi Malai Padi (<i>Oryza sativa</i> L.)</b> <i>Sherly Rahayu, Azri Kusuma Dewi, Willy Bayuardi Suwarno, Munif Ghulamahdi, dan Hajrial Aswidinnoor</i> .....	181
<b>Respon Penghambatan Pertumbuhan Dua Varietas Tanaman Ubi Kayu (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) pada Berbagai Konsentrasi Ethepon</b> <i>Ardian, Artati S. Tumanggor, Erwin Yuliadi, Agus Karyanto, M. Syamsoel Hadi, dan Kukuh Setiawan</i> .....	189
<b>Uji Adaptasi Empat Galur Gandum (<i>Triticum aestivum</i> L) di Padangsidempuan Sumatera Utara</b> <i>M. Nizar Hanafiah Nasution dan Rasmita Adelina Harahap</i> .....	197
<b>Pengaruh Aplikasi Beberapa Konsentrasi <i>Paclobutrazol</i> dan KOH terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Ubi Kayu (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)</b> <i>Erwin Yuliadi, Prasasti Aritonang, Ardian, M. Syamsoel Hadi, dan Kukuh Setiawan</i> .....	202

<b>Karakterisasi Padi Ketan Lokal Asal Kabupaten Rokan Hilir Berdasarkan Karakter Morfologi dan Agronomi</b> <i>Ngatiman, Isnaini, dan Elza Zuhry</i> .....	209
<b>Penampilan Agronomi Padi F1 Antara Indeks Glikemik Tinggi/Rendah Dan Amilosa Tinggi/Rendah</b> <i>Florentina Kusmiyati, Budi Adi Kristanto, dan Bagus Herwibawa.</i>	216
<b>Bidang Tanaman Hortikultura (B)</b> .....	224
<b>Evaluasi F1 Hasil Persilangan Kultivar Okra (<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench) Hijau dengan Beberapa Varietas Okra Introduksi</b> <i>Febby Lia Anggraini, Sutoyo, Gustian dan P.K. Dewi Hayati</i> .....	225
<b>Efektifitas Seleksi Genotip Bunga Matahari (<i>Helianthus annuus</i>) Harapan Berkadar Minyak Tinggi Berdasarkan Pendekatan Analisis Lintas</b> <i>Noer Rahmi Ardiarini, Sanu Dwi Orlimao, Darmawan Saptadi, Budi Waluyo</i> .....	230
<b>Seleksi Galur-Galur Cabai Berdasarkan Penampilan Penciri Spesifik Karakter Agronomi dengan Biplot Analisis Komponen Utama</b> <i>Budi Waluyo, Darmawan Saptadi, Noer Rahmi Ardiarini, Puji Shandila, Nur Indah Agustina, Chindy Ulina Zanetta</i> .....	237
<b>Pengaruh Jenis Pupuk Dan Retardan Paklobutrazol Terhadap Produksi Tanaman Cabai (<i>Capsicum annum</i> L.) Cv “ Candlelight”</b> <i>Ermawati dan Tri Dewi Andalasari</i> .....	245
<b>Respon Pertumbuhan Eksplan Biji Jambu Bol (<i>Syzygium malaccense</i> L.) pada Media MS Secara <i>In Vitro</i></b> <i>Jeannita Suwondo, Dian Fitriani, Deti Novela dan Mayta Novaliza Isda</i> .....	251
<b>Optimasi Media Perkecambahan Biji dalam Konservasi Karamunting (<i>Rhodomyrtus tomentosa</i>) secara <i>In Vitro</i></b> <i>Mela Rahmah, Nesti Saputri, dan Yusniwati</i> .....	256
<b>Keanekaragaman Genus <i>Mangifera</i> di Pulau Bengkalis dan Pulau Rupat, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau</b> <i>Fitmawati, Endang Puji Purwanti dan Erwina Juliantari</i> .....	259
<b>Evaluasi Beberapa Genotipe Bengkuang (<i>Pachyrrizus erosus</i> L.) di Kota Padang</b> <i>Darti Rahmah, Benni Satria dan P.K. Dewi Hayati</i> .....	268
<b>Eksplorasi Markisa Liar (<i>Passiflora</i> sp.) di Kabupaten Solok</b> <i>Muhammad Ridho Ombri, Redha Sari, Tiara Pitaloka dan P.K. Dewi Hayati</i> .....	274

<b>Evaluasi F1 Hasil Persilangan Beberapa Varietas Okra (<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench) dengan Kultivar Okra Merah</b> <i>Suci Indra Pratiwi, Nalwida Rozen, Gustian dan P.K. Dewi Hayati</i> .....	281
<b>Peningkatan Viabilitas Benih Jahe Putih Besar melalui Aplikasi Bakteri Endofit</b> <i>Melati, Sri Rahayoeningsih, Devi Rusmin dan Joko Pitono</i> .....	286
<b>Fenologi Perkecambahan Jengkol (<i>Pithecellobium jiringa</i>)</b> <i>Aprizal Zainal, Gustian, Netti Herawati, Ariyani Alisah</i> .....	297
<b>Pengaruh Pemberian Sungkup, Dosis Humic Acid, Interval Waktu Aplikasi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kentang Granola</b> <i>Susilawati Barus dan Rasiska Tarigan</i> .....	304
<b>Fenologi Perkecambahan Benih Tanaman Kabau (<i>Archidendron bubalinum</i>)</b> <i>Efderilla, Aprizal Zainal dan Etti Swasti</i> .....	312
<b>Pengaruh Berat Biji terhadap Pertumbuhan Semai Petai (<i>Parkia speciosa</i> Hassk.)</b> <i>Ni Luh Putu Indriyani* dan Deni Emilda</i> .....	319
<b>Fenologi Pembungaan Tanaman Dahlia (<i>Dahlia sp</i>)</b> <i>Sisi Afrianti, Etti Swasti, dan Sutoyo</i> .....	325
<b>Karakterisasi dan konservasi diversitas <i>Nephelium sp</i> Berbasis Komunitas di Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat</b> <i>Noflindawati, Edison Hs dan Ellina Mansyah</i> .....	335
<b>Evaluasi Daya Hasil Kacang Panjang (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.) Berpolong Hijau dan Ungu di Kota Palembang</b> <i>Karlin Agustina, Yursida, Evriani Mareza, Bowi Rapsanjani, Muhammad Syukur, dan M.R.A. Istiqlal</i> .....	343
<b>Induksi Kalus Pasak Bumi (<i>Eurycoma longifolia</i> Jack) Menggunakan BAP dan NAA Secara In-Vitro</b> <i>Zulfahmi, Tuti Rahmana Nasution, Ervina Aryanti, Rosmaina</i> .....	350
<b>Karakterisasi Variabel Kualitatif 14 Genotipe Cabai Hias (<i>Capsicum</i> spp.) Koleksi Universitas Trilogi</b> <i>Warid dan Riska Rosmala Dewi</i> .....	358
<b>Viabilitas Empat Aksesori Benih Manggis Berdasarkan Perbedaan Karakter Genetik</b> <i>Enny Adelina, Nuraeni, dan Yohanis Tambing</i> .....	368
<b>Variabilitas Fenotipik Hasil Persilangan Mentimun Padang Generasi F2</b> <i>P.K. Dewi Hayati dan Nurdiatul Hasnah</i> .....	377

<b>Karakterisasi Morfologi Tanaman Dunian (<i>Durio zibethinus</i> Murr.) di Kabupaten Tanah Datar</b> <i>Netti Herawati, Gustian, Ardi, dan Yuniarti</i> .....	383
<b>Bidang Tanaman Perkebunan (C)</b> .....	390
<b>Karakterisasi Perkembangan Serat dan Anatomi Batang Lima Klon Tanaman Rami (<i>Boehmeria nivea</i> L. Gaud)</b> <i>Reni Mayerni, Netti Herawati, Ella Permata Sari</i> .....	391
<b>Potensi Kolang Kaling dari Aren (<i>Arenga pinnata</i>) sebagai Sumber Pangan Masyarakat Tapanuli Bagian Selatan</b> <i>Syafiruddin Harahap, M. Nizar Hanafiah Nasution, Dini Puspita Nasution</i> .....	400
<b>Induksi Kalus Embriogenik Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i> L.) Secara <i>In Vitro</i></b> <i>Rahmad Zulfitra, Gustian, dan Benni Satria</i> .....	404
<b>Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Karet (<i>Hevea brasiliensis</i>) Klon PB 260</b> <i>Nur Azizah, Aswaldi Anwar dan Ade Noferta</i> .....	413
<b>Induksi Kalus Tanaman Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.) pada Beberapa Konsentrasi Picloram Secara In-Vitro</b> <i>Ranja Sari Surya, Gustian, Aprizal Zainal</i> .....	423
<b>Bidang Peternakan (D)</b> .....	431
<b>Penggunaan Ko-Kultur Sel Tuba Fallopii dan Folikel Untuk Meningkatkan Mutu Genetis Terhadap Maturasi Oosit Sapi Lokal Secara <i>In Vitro</i></b> <i>Ferry Lismanto Syaiful</i> .....	432
<b>Kualitas Semen Ayam Peranakan Pelung (<i>Gallus gallus domesticus</i>) dalam Pengencer Ringer Laktat Setelah Pendinginan</b> <i>Nurul Isnaini, Tedy Wibowo, dan M. Nur Ihsan</i> .....	442
<b>Keragaman Daerah Promotor Gen Myostatin pada Itik Lokal</b> <i>Hidayati, Tahrir Aulawi, dan Ippo Sentia</i> .....	450
<b>Perbandingan Nilai Ekonomis Itik Pitalah dan Bayang Sebagai Itik Pedaging</b> <i>Zasmeli Suhaemi dan Febriani</i> .....	458

### **C-03**

## **Induksi Kalus Embriogenik Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Secara *In Vitro***

### **Embryogenic Callus Induction of Arabica Coffee (*Coffea arabica* L.) In Vitro**

**Rahmad Zulfitra\*, Gustian, dan Benni Satria**

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Andalas

\*e-mail: rahmadzulfitra1995@gmail.com

#### **ABSTRACT**

Embryogenic callus induction using plant growth regulators of arabica coffee (*Coffea arabica* L.) in vitro was conducted from May 2018 until July 2018 at the Tissue Culture Laboratory of the Agriculture Faculty, Andalas University, Padang. The objective of the research was determine the interaction between BAP and Kinetin, and to obtain the best BAP and Kinetin concentration in embryogenic callus formation of arabica coffee. The media used was MS added 2,4-D of plant growth regulator 5 mg/l media. The explant used was the shoots of arabica coffee. The experiment used Completely Randomized Design in a factorial which consist two factors with nine treatments and three replications. The first factor consists of three levels of BAP *i.e.* 0 mg/l, 3 mg/l dan 5 mg/l, while the second factor consists of three level of Kinetin *i.e.* 0 mg/l, 0.1 mg/l and 0,5 mg/l. Results showed that there is interaction between BAP and Kinetin for embryogenic callus induction. Concentration of BAP 3 mg/l and kinetin 0.1 mg/l is the best treatment on embryogenic callus induction of arabica coffee.

**Keywords:** BAP, kinetin, embryogenic callus, arabica coffee

#### **ABSTRAK**

Penelitian tentang induksi kalus embriogenik tanaman kopi arabika (*coffea arabica* L.) secara in vitro telah dilakukan pada bulan Mei 2018 sampai Juli 2018 di laboratorium Kultur Jaringan Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat interaksi antara BAP dan Kinetin, serta mendapatkan konsentrasi BAP dan Kinetin terbaik dalam menginduksi kalus embriogenik kopi arabika. Media yang digunakan adalah MS yang ditambah dengan zat pengatur tumbuh 2,4D 5 mg/L media, dan eksplan yang digunakan yaitu pucuk daun kopi arabika. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam faktorial yang terdiri dari 2 faktor dengan 9 perlakuan dan 3 kali ulangan. Faktor pertama terdiri dari 3 taraf yaitu BAP dengan dosis 0 mg/l, 3 mg/l dan 5 mg/l. Faktor kedua terdiri dari 3 taraf yaitu Kinetin dengan dosis 0 mg/l, 1.0 mg/l, 0,5 mg/l. Dari hasil penelitian, terdapat interaksi antara zat pengatur tumbuh BAP dan Kinetin dalam menginduksi kalus embriogenik kopi arabika. BAP dengan konsentrasi 3 mg/l dan kinetin 1.0 mg/l merupakan dosis terbaik dalam menginduksi kalus embriogenik kopi arabika.

**Kata kunci:** BAP, kinetin, kalus embriogenik, kopi arabika

## PENDAHULUAN

Tanaman kopi (*Coffea* sp.) merupakan spesies tanaman berbentuk pohon yang tergolong ke dalam famili Rubiaceae dan genus *Coffea*. Kopi merupakan minuman pembangkit stamina yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh karena mengandung kafein dan antioksidan (Muhibatul, 2014). Permasalahan yang dihadapi agribisnis kopi Indonesia cukup kompleks, disisi on farm, tingkat produktivitas kopi Indonesia lebih rendah dibandingkan dengan negara produsen utama kopi dunia lainnya seperti Brazil (3 juta ton/ha/thn), dan Vietnam (1,32 juta ton/ha/thn). Sebagai negara penghasil kopi terbesar ketiga di dunia setelah Brazil dan Vietnam, Indonesia mampu memproduksi sedikitnya (0,6 juta ton/ha/thn) dari produksi kopi dunia pada tahun 2014, dari jumlah tersebut, produksi kopi robusta mencapai lebih dari 601 ribu ton (80,4%) dan produksi kopi arabika mencapai lebih dari 147 ton (19,6%). Luas lahan perkebunan kopi di Indonesia mencapai 1,3 juta ha dengan luas lahan perkebunan kopi robusta mencapai 1 juta ha dan luas lahan kopi arabika 0,30 juta ha. Produktivitas tanaman kopi di Indonesia baru mencapai 700 kg biji kopi/ha untuk robusta dan 800 kg biji kopi/ha untuk arabika masing-masing pertahunnya (BPS, 2015).

Seiring dengan perkembangan teknologi dan industri serta tingginya kebutuhan konsumsi kopi sehingga mendorong dalam peningkatan produksi dari hasil tanaman kopi tersebut. Rendahnya produktivitas kopi Indonesia disebabkan karena 95% kopi Indonesia merupakan perkebunan rakyat yang umumnya belum menggunakan bibit kopi unggul, teknik budidaya yang masih sederhana serta lambat melakukan peremajaan tanaman, minimnya sarana dan prasarana pendukung mengakibatkan rendahnya mutu kopi Indonesia (Direktorat Jendral Perkebunan, 2014). Permintaan kopi harus dipenuhi melalui peningkatan produksi. Peningkatan produksi yakni dengan cara meningkatkan kualitas dan kuantitas bibit yang ada. Perbanyak kopi dapat dilakukan dengan cara generatif melalui biji namun memiliki kelemahan seperti sifat morfologi anakan yang berbeda dengan induknya serta keterbatasan jumlah bahan tanam yang dihasilkan. Perbanyak kopi juga dapat dilakukan dengan cara vegetatif melalui stek, okulasi, dan sambung pucuk, cara tersebut masih terdapat beberapa kelemahan, antara lain perbanyak hasil stek butuh waktu lama untuk diproduksi dan butuh ketersediaan lahan yang memadai untuk menyimpan bibit stek, sehingga sangat membatasi produksi bibit kopi untuk skala besar. Kultur jaringan merupakan teknik perbanyak tanaman yang dapat digunakan untuk memproduksi bahan tanam dalam jumlah yang banyak dengan waktu yang relatif singkat. Selain itu melalui kultur jaringan sangat diperlukan dalam program pemuliaan tanaman untuk mendapatkan bibit unggul, bebas hama penyakit, dan produktivitas yang tinggi (Zulkarnain, 2009).

Pengembangbiakan dalam kultur jaringan dapat dilakukan melalui jalur organogenesis dan embriogenesis somatik. Perbanyak kopi melalui embriogenesis somatik dari berbagai jenis sumber eksplan telah dilakukan dengan menggunakan kultur anther, akar, biji, daun, epikotil, dan kultur meristem. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penggunaan eksplan daun kopi paling responsif dalam menghasilkan embrio somatik paling banyak dibandingkan bagian tanaman yang lain (Oktavia et al., 2003). Usaha perbanyak tanaman kopi melalui kultur jaringan telah lama dilakukan akan tetapi belum diperoleh hasil yang memuaskan, sampai saat ini masih menghadapi berbagai kendala. Hal ini dikarenakan kemampuan regenerasi spesies kopi dengan teknik embriogenesis somatik sangat bervariasi dan tergantung pada media, spesies yang dikulturkan dan lingkungannya serta hormon pertumbuhan tanaman yang digunakan (Priyono, 2010).

Senyawa yang biasanya digunakan untuk menginduksi embrio somatik adalah zat pengatur tumbuh dari golongan auksin seperti 2,4-D, NAA, IAA, Picloram dan IBA, pada umumnya auksin digunakan untuk memacu pemanjangan dan pembelahan sel, pembentukan kalus embriogenik dan struktur embrio somatik. Sedangkan zat pengatur tumbuh golongan sitokinin seperti BAP, Thidiazuron, BA, zeatin dan kinetin berperan penting dalam memacu proses pembelahan sel, khususnya di dalam proses regenerasi tunas, menstimulasi pertumbuhan tunas lateral dan menghasilkan tunas ganda serta pembentukan embrio somatik (Lestari, 2011).



Teknik-teknik seperti kultur jaringan diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan produksi bahan tanam kopi dan mempercepat pelepasan varietas dengan sifat-sifat baru. Perbaikan kualitas dan teknik pembibitan kopi yang dimungkinkan lebih cepat dan efisien adalah melalui teknik kultur in vitro. Tujuan dari induksi embrio somatik antara lain untuk memperbanyak tanaman melalui pembentukan organ dan embrio, regenerasi keragaman genetik, mendapatkan tanaman bebas virus, sebagai sumber untuk produksi protoplasma, sebagai bahan awal untuk kriopreservasi, produksi metabolit sekunder, dan biotransformasi. Kalus yang didapatkan dapat dijadikan sebagai bahan pelestarian plasma nutfah kopi untuk keperluan pemuliaan tanaman seperti mutasi, rekayasa genetika, dan hibridisasi somatik (Zulkarnain, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat interaksi antara BAP dan Kinetin, serta mendapatkan konsentrasi BAP dan Kinetin terbaik dalam menginduksi kalus embriogenik kopi arabika.

### **BAHAN DAN METODE**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Bahan yang digunakan adalah pucuk daun kopi arabika yang masih berwarna merah dari tanaman asal biji yang ditumbuhkan di rumah kaca. Media yang digunakan adalah media MS + 2,4-D 5 mg/l yang diperkaya oleh Sukrosa dan bacto agar.

Tahap pelaksanaan, pucuk daun kopi diambil dari tanaman yang dipelihara di rumah kaca, dicuci bersih dengan air mengalir dan dibilas menggunakan aquades steril, lalu direndam dalam larutan fungisida dan bakterisida 2 mg/l yang ditambahkan dengan empat tetes larutan tween 20% selama 30 menit sambil diaduk, dibilas menggunakan aquades sebanyak dua kali. Sebelum dikulturkan eksplan direndam dengan klorox 20% selama 5 menit dan dibilas dengan aquadest, lalu dipotong berbentuk segi empat dengan ukuran 1 cm x 1 cm, direndam selama 2 menit dengan alkohol 70%. Kemudian eksplan dicelupkan ke dalam antibiotik dan ditanam dalam botol kultur yang telah berisi media dengan masing-masing perlakuan dan ditanam pada posisi abaxial dengan menanam 2 potong daun disetiap botol. Kemudian botol ditutup dengan menggunakan selotip dan dibalut dengan plastik wrap. Botol-botol diberi label dan disusun pada rak kultur sesuai dengan denah penempatan perlakuan. Pelaksanaan penelitian meliputi pengamatan terhadap persentase eksplan hidup, waktu mulai berkalus persentase eksplan hidup berkalus, warna dan tekstur kalus. Pemeliharaan dilakukan dengan menjaga suhu dan kelembaban ruangan inkubasi dan untuk pemeliharaan botol kultur dengan menyemprot botol menggunakan alkohol 70% setiap kali pengamatan, sedangkan eksplan serta media yang terkontaminasi segera dikeluarkan dari ruang inkubasi.

Penelitian ini didesain dengan rancangan acak lengkap (RAL). Data dianalisis menggunakan uji F taraf 5%, bila berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf 5%. Perlakuan yang digunakan adalah media dengan kombinasi konsentrasi BAP dan kinetin yaitu:

P<sub>1</sub>= 0 mg/l BAP + 0 mg/l Kinetin

P<sub>2</sub>= 0 mg/l BAP + 0,1 mg/l Kinetin

P<sub>3</sub>= 0 mg/l BAP + 0,5 mg/l Kinetin

P<sub>4</sub>= 3 mg/l BAP + 0 mg/l Kinetin

P<sub>5</sub>= 3 mg/l BAP + 0,1 mg/l Kinetin

P<sub>6</sub>= 3 mg/l BAP + 0,5 mg/l Kinetin

P<sub>7</sub>= 5 mg/l BAP + 0 mg/l Kinetin

P<sub>8</sub>= 5 mg/l BAP + 0,1 mg/l Kinetin

P<sub>9</sub>= 5 mg/l BAP + 0,5 mg/l Kinetin

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksplan yang diinduksi pada media kultur merupakan jaringan daun yang bersifat meristematis yang memiliki kemampuan untuk membelah sel, eksplan dinyatakan hidup apabila eksplan mampu hidup pada media induksi sejak penanaman sampai selesai. Rata-rata pada umur 2 minggu setelah kultur beberapa eksplan mengalami kontaminasi. Kontaminasi ini terjadi disebabkan karena sumber eksplan diperoleh dari pohon induk di lapangan, sehingga memungkinkan bahwa sumber eksplan terserang oleh jamur dan bakteri, untuk mengatasi beberapa eksplan yang mati maka perlu disiapkan sisipan pada media yang sama.

Berdasarkan data persentase eksplan hidup (Tabel 1), perlakuan 5 mg/l BAP yang dikombinasikan dengan beberapa dosis kinetin menghasilkan eksplan hidup paling tinggi, dengan persentase eksplan hidup mencapai 100%. Sedangkan perlakuan 0 mg/l BAP yang dikombinasikan dengan beberapa dosis kinetin adalah media induksi paling rendah dalam menghasilkan eksplan hidup. Sedangkan, BAP 3 mg/L adalah perlakuan terbaik dalam persentase hidup. Persentase eksplan hidup bertambah seiring dengan penambahan dosis BAP, ini disebabkan dengan bertambahnya konsentrasi BAP maka terjadi keseimbangan antara sitokinin dengan auksin pada media kultur. Pada media BAP 0 mg/L yang dikombinasikan dengan kinetin terjadi penambahan persentase eksplan hidup, tetapi berbanding terbalik dengan penambahan dosis kinetin pada BAP 3 mg/l, dimana terjadi penurunan persentase eksplan hidup, ini diduga bahwa tidak seimbang perbandingan dosis BAP dan kinetin dengan ZPT auksin pada media induksi sehingga terjadinya penurunan persentase eksplan hidup.

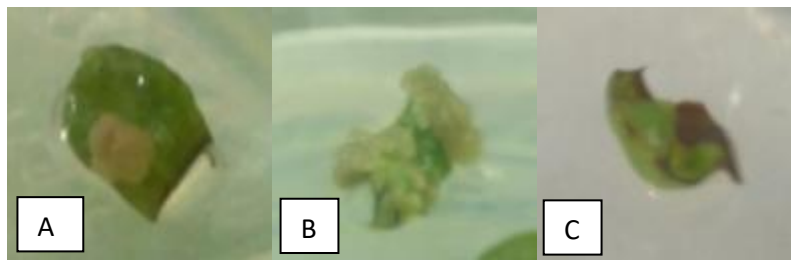
Tabel 1. Jumlah eksplan hidup setelah 2 bulan dikulturkan.

BAP	Kinetin			Rataan
	0 mg/l	0,1 mg/l	0,5 mg/l	
0 mg/l	61,11	72,22	100	77,77B
3 mg/	100	100	88,88	96,29AB
5 mg/	100	100	100	100A
Rataan	87,03	90,74	96,74	

Analisis statistik menunjukkan bahwa adanya interaksi antara BAP dan Kinetin terhadap persentase eksplan hidup, dimana respons yang dihasilkan antara kedua jenis sitokinin ini berlawanan arah. Penambahan dosis BAP dapat meningkatkan persentase eksplan hidup, sedangkan Kinetin menurunkan persentase eksplan hidup. Penambahan dosis BAP memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase eksplan hidup, sedangkan untuk penambahan dosis kinetin tidak memberikan pengaruh yang nyata. Namun, hal ini belum tentu terjadi pada genotipe kopi Arabika lainnya. Oktavia *et al.* (2003) menyatakan setiap genotipe dan jaringan tanaman memiliki kandungan zat pengatur tumbuh endogen yang berbeda sehingga kemampuan jaringan dalam penyerapan nutrisi pada media dan respons yang ditimbulkan juga berbeda.

Kalus terinduksi akibat adanya interaksi antara jaringan tanaman dengan media induksinya. Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menginduksi kalus pada setiap eksplan berbeda-beda tergantung pada genotipe, usia jaringan dan jenis/kandungan media yang digunakan. Waktu munculnya kalus dari berbagai kombinasi perlakuan cukup seragam pada media yang mengandung BAP, dimana media yang mengandung BAP mampu menginduksi kalus pada umur 5 minggu setelah pengkulturkan. Namun berbeda pada media tanpa BAP yang membutuhkan 7 minggu untuk menginduksi kalus, ini terjadi karena media induksi yang digunakan memiliki kandungan sitokinin yang rendah dan rasio auksin dan sitokinin juga rendah sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menginduksi kalus. Hal ini juga dipaparkan oleh Dewi (2008) untuk mendapatkan hasil kultur jaringan yang optimal diperlukan kombinasi komposisi ZPT berupa hormon auksin dan sitokinin yang tepat. Proses munculnya kalus ini diawali dengan pembengkakan jaringan eksplan yang diikuti dengan munculnya kalus pada bagian

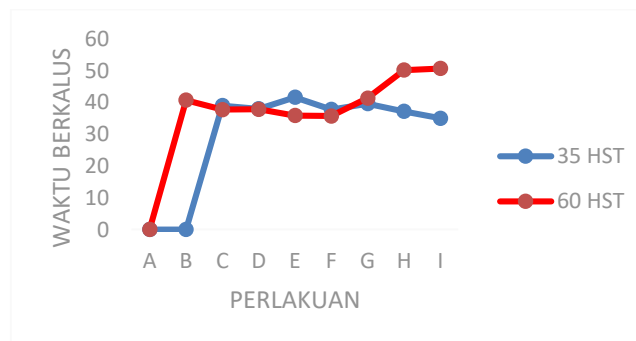
permukaan daun (Gambar 1A) dan bagian sayatan (Gambar 1B), kemudian menyebar keseluruhan bagian eksplan. Bagian eksplan yang pertama kali berkalus adalah bagian eksplan yang mengalami kontak langsung dengan media induksi.



Gambar 1. Kondisi eksplan pada umur 5 minggu setelah tanam, (A) eksplan berkalus pada bagian permukaan, (B) eksplan berkalus pada bagian sayatan dan (C) eksplan tidak berkalus

Jaringan dan jenis media yang digunakan mempengaruhi waktu dan bagian sisi munculnya kalus, pada jaringan yang muda umumnya muncul pada bagian sayatan sedangkan jaringan yang mulai menua muncul pada permukaan daun. Pada penelitian ini, eksplan yang digunakan adalah jaringan muda yang berasal dari pucuk daun kopi yang diinduksikan pada media perlakuan. Pada media kultur yang mengandung BAP (Gambar 1A) dan (Gambar 1B) mampu menginduksi kalus pada 5 minggu setelah tanam. Sedangkan media tanpa BAP (Gambar 1C) belum mampu untuk menginduksi kalus, pada gambar terlihat bahwa jaringan eksplan mulai menua seiring waktu pengkulturan. Maka gambar diatas membuktikan bahwa jenis media memang benar mempengaruhi waktu dan sisi munculnya kalus.

Proses pembentukan kalus tidak hanya dipengaruhi oleh konsentrasi dari kombinasi sitokinin yang diberikan, namun karena tingginya konsentrasi auksin yang diberikan pada media kultur sehingga dengan penambahan sitokinin sedikit saja media mampu menginduksi kalus, ini sesuai dengan pernyataan (Priyono 2010), kalus akan terbentuk apabila diinduksi dalam media yang berisi auksin dan sitokinin yang seimbang dan memiliki rasio yang tinggi, dalam menginduksi kalus lingkungan yang optimum akan mempercepat proses induksi. Faktor lingkungan yang berpengaruh tersebut adalah suhu, kelembaban dan cahaya. Pada suhu yang optimum sel akan aktif membelah sehingga dapat membentuk gumpalan sel. Interaksi antara zat pengatur tumbuh yang ada pada media dan hormon yang diproduksi sendiri oleh jaringan eksplan secara endogen menentukan arah perkembangan suatu kultur. Rata-rata waktu pembentukan kalus pada umur 45 dan 60 hari setelah pengkulturan ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rata-rata waktu pembentukan kalus pada umur 45 dan 60 hari setelah pengkulturan. ) 0 mg/l BAP + 0 mg/l kinetin, (B) 0 mg/l BAP + 0,1 mg/l kinetin, (C) 0 mg/l BAP + 0,5 mg/l kinetin, (D) 3 mg/l BAP + 0 mg/l kinetin, (E) 3 mg/l BAP + 0,1 mg/l kinetin, (F) 3 mg/l BAP + 0,5 mg/l kinetin, (G) 5 mg/l BAP + 0 mg/l kinetin, (H) 5 mg/l BAP + 0,1 mg/l kinetin, dan (I) 5 mg/l BAP + 0,5 mg/l kinetin

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh data bahwa perlakuan (I) 5 mg/l BAP + 0,5 mg/l kinetin adalah media induksi paling cepat dalam pembentukan kalus pada 45 HST, media ini mampu menginduksi kalus dengan rata-rata waktu berkalus 35 hari (tabel 2). Sedangkan perlakuan (A) 0 mg/l BAP + 0 mg/l kinetin, dan (B) 0 mg/l BAP + 0,1 mg/l kinetin pada 45 HST media ini belum juga mampu menginduksi kalus. Media ini belum bisa menginduksi kalus dikarenakan hanya mengandung 2,4 D dan kinetin dalam dosis yang rendah, sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menginduksi kalus. Kemudian pada 60 HST, rata-rata dari seluruh waktu eksplan berkalus diperoleh bahwa data perlakuan (F) 3 mg/l BAP + 0,5 mg/l kinetin merupakan media induksi paling cepat dalam waktu pembentukan kalus dimana media membutuhkan 35,72 hari untuk menginduksi kalus sebanyak 74,99% dari rata-rata seluruh eksplan hidup berkalus. Sedangkan perlakuan (A) 0 mg/l BAP + 0 mg/l kinetin adalah media paling lama dalam menginduksi kalus.

Media (A) 0 mg/l BAP + 0 mg/l kinetin tidak mampu menginduksi kalus sampai akhir pengamatan (Gambar 3), diduga hormon endogen dari eksplan belum mencukupi untuk menginduksi pembentukan kalus sedangkan 2,4-D dengan dosis 5 mg/l yang ditambahkan belum mampu untuk merangsang pertumbuhan kalus kopi. Karena media yang hanya mengandung auksin tidak mampu dalam pembentukan kalus maka perlu tambahan hormon pertumbuhan jenis sitokinin untuk merangsang pertumbuhan sel, Ini sesuai dengan Oktavia *et al.*, (2003) bahwa tanaman kopi memerlukan sitokinin dan auksin dengan konsentrasi yang cukup tinggi (10 $\mu$ M dan 5 $\mu$ M) untuk menginduksi kalus sedangkan untuk pembentukan kalus embriogenik memerlukan sitokinin dengan konsentrasi yang cukup rendah (5 $\mu$ M) dan auksin dengan konsentrasi tinggi (5 $\mu$ M).

Hasil uji statistik yang diperoleh dengan penambahan konsentrasi BAP dan Kinetin terlihat adanya pengaruh yang nyata terhadap waktu pembentukan kalus. Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya interaksi antara perlakuan BAP dan Kinetin, terlihat dengan adanya perubahan respons eksplan disetiap kombinasi perlakuan terhadap waktu mulai berkalus.

Pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa pemberian kombinasi BAP dan Kinetin yang berbeda memang memberikan respon yang berbeda pula terhadap hari pembentukan kalus pada setiap perlakuan, pertumbuhan kalus cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi perlakuan yang diberikan. Hasil ini juga menunjukkan bahwa BAP 5 mg/l dan kinetin 0,1 mg/l adalah dosis terbaik dalam menginduksi kalus kopi arabika. Induksi kalus pada berbagai genotipe dengan konsentrasi media yang berbeda akan menghasilkan respon yang berbeda pula. Hal ini dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal dari eksplan yang digunakan. Faktor internal eksplan mencakup bagian tanaman yang digunakan, usia jaringan dan kandungan hormon endogen. Faktor internal tersebut akan berinteraksi dengan faktor eksternal yaitu kondisi kultur seperti konsentrasi zat pengatur tumbuh yang diberikan, tekanan osmotik, pH media, kandungan asam amino dan konsentrasi hara makro dan mikro. Kombinasi yang seimbangan antara auksin dan sitokinin dapat mengatur pertumbuhan kalus pada kultur *in vitro*. Oleh karena itu untuk mendapatkan hasil kultur jaringan yang optimal diperlukan kombinasi komposisi ZPT berupa hormon auksin dan sitokinin yang tepat (Ali, 2007).

Tabel 2. Waktu pembentukan kalus

BAP	Kinetin			Rataan
	0 mg/l	0,1 mg/l	0,5 mg/l	
0 mg/l	0	40,69	37,72	26,13C
3 mg/l	37,81	35,88	35,72	36,47B
5 mg/l	41,34	50,16	50,66	47,38A
Rataan	26,38B	42,24A	41,36AB	

Eksplan dikatakan berkalus jika terdapat massa sel yang belum terdiferensiasi pada salah satu bagian eksplan atau pada seluruh bagian eksplan, massa sel ini berupa bintil bintil yang muncul pada permukaan eksplan maupun bekas sayatan. Terbentuknya

kalus pada eksplan dipengaruhi oleh genotipe, usia jaringan dan jenis/kandungan media yang digunakan. Jaringan muda merupakan bagian yang aktif membelah atau meristematik sehingga dengan pemberian zat pengatur tumbuh pada media kultur akan dapat merangsang terbentuknya kalus.

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa pemberian kombinasi BAP dan Kinetin memberikan respon yang nyata terhadap persentase eksplan berkalus, penambahan persentase eksplan berkalus meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi perlakuan yang diberikan. Hasil ini juga menunjukkan bahwa kombinasi BAP 5 mg/l dan kinetin 0,1 mg/l adalah media terbaik dalam menginduksi kalus, dan untuk perlakuan BAP 5 mg/l dan kinetin 0,1 mg/l adalah dosis terbaik dalam menginduksi kalus kopi arabika.

Tabel 3. Jumlah eksplan hidup berkalus

BAP	Kinetin			Rataan
	0 mg/l	0,1 mg/l	0,5 mg/l	
0 mg/l	0	69,44	72,21	47,21B
3 mg/	72,21	72,21	74,99	73,13AB
5 mg/	83,33	83,33	100	88,88A
Rataan	51,84B	74,99AB	82,40A	

Persentase eksplan hidup membentuk kalus paling tinggi terdapat pada media perlakuan (I) 5 mg/l BAP + 0,5 mg/l kinetin, dimana dari total 100 % eksplan yang hidup, seluruhnya mampu membentuk kalus. Sedangkan media perlakuan (A) 0 mg/l BAP + 0 mg/l kinetin tidak mampu dalam menghasilkan kalus (gambar 1). Meskipun perlakuan (I) 5 mg/l BAP + 0,5 mg/l kinetin memiliki hasil yang paling tinggi diantara perlakuan lainnya, namun berdasarkan uji statistik pengaruh yang diberikan berbeda tidak nyata dengan pengaruh yang diberikan oleh (E) 3 mg/l BAP + 0,1 mg/l kinetin dengan persentase eksplan membentuk kalus mencapai 72,21%. Sehingga media perlakuan yang terbaik adalah (E) 3 mg/l BAP + 0,1 mg/l kinetin.

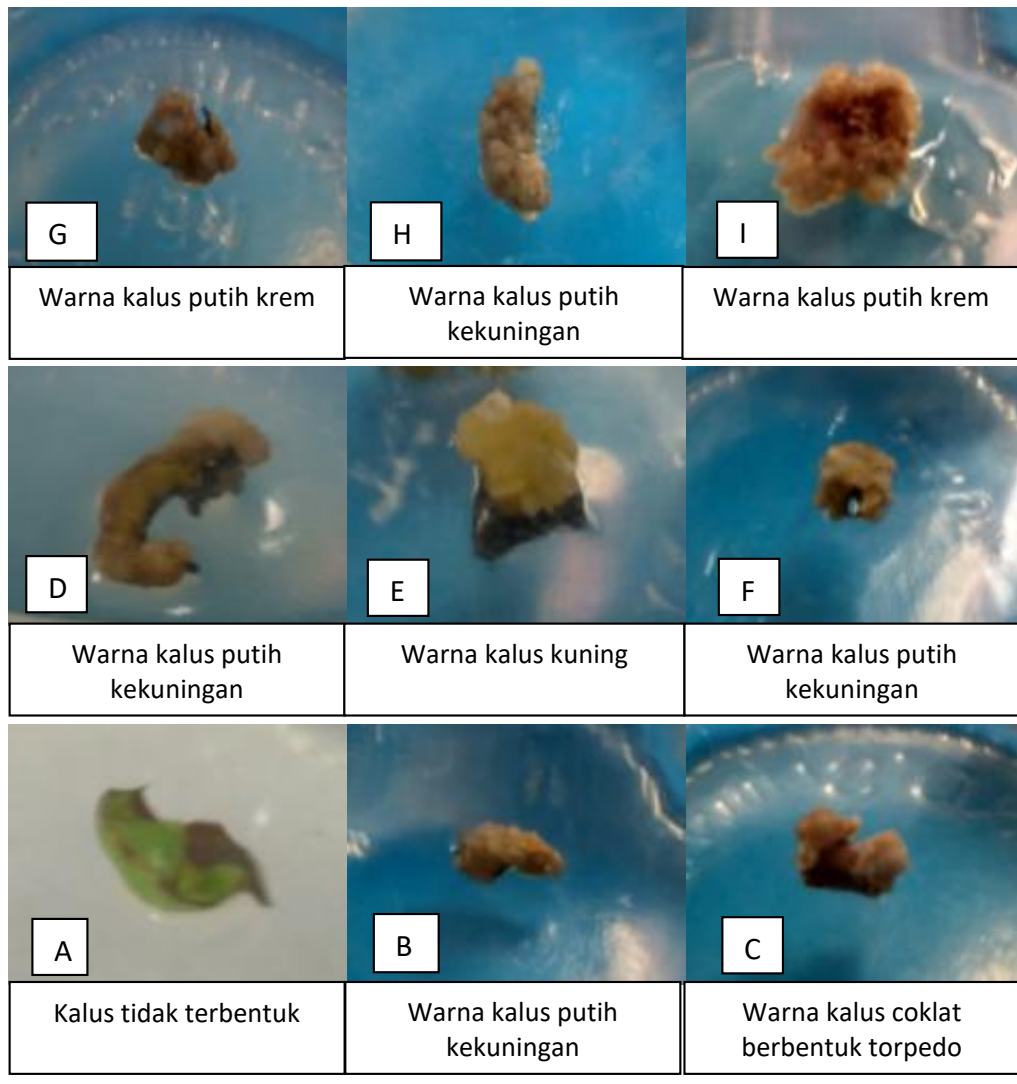
Kalus merupakan kumpulan sel-sel yang belum terdiferensiasi yang memiliki kemampuan membelah diri secara terus menerus. Kalus terbentuk akibat adanya interaksi antara eksplan pada media dengan konsentrasi zat pengatur tumbuh yang ditambahkan. Husni (2015), menyatakan bahwa kalus terdiri dari dua jenis yaitu embriogenik dan organogenik. Kalus embriogenik adalah kalus yang memiliki tekstur yang remah dan memiliki warna putih kekuningan, kuning, dan kuning kecoklatan. Sedangkan kalus yang bertekstur kompak dan berwarna putih menandakan bahwa kalus tersebut bersifat organogenik.

Auksin merupakan zat pengatur tumbuh yang berperan dalam menginduksi kalus, dalam perkembangannya, dibutuhkan sitokinin dalam konsentrasi yang rendah untuk mempercepat proses perkembangan kalus sehingga diperoleh kalus yang friabel. Tekstur kalus merupakan salah satu penanda yang digunakan untuk menilai pertumbuhan suatu kalus. Tekstur kalus dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu kalus berstruktur remah yang memiliki ruang antar sel yang besar dan ikatan antar sel yang renggang, sehingga kalus mudah pecah bila dipisahkan, dan yang kedua adalah kalus berstruktur kompak (non-friabel) yang memiliki ikatan antar sel yang padat serta partikel-partikel kalus tidak mudah dipisahkan. Tekstur kalus menggambarkan daya regenerasinya dalam membentuk tunas dan akar. Kalus yang berbentuk globular (friabel), berwarna bening dan putih kekuningan mempunyai kemampuan lebih tinggi untuk membentuk tunas dari pada kalus yang bersifat kompak dan berwarna coklat kehitaman.

Secara morfologi hampir seluruh perlakuan membentuk kalus. Kalus yang terbentuk memiliki warna putih saat pertama kali, dan secara berangsur-angsur kalus berubah warna menjadi putih kekuningan, krem bahkan coklat. Warna kalus pada setiap eksplan meunjukkan tingkat perkembangan eksplan, perbedaan tersebut dapat terjadi sebagai bentuk interaksi antara eksplan dan lingkungan seperti ZPT yang diberikan, suhu

ruangan inkubasi dan eksplan tanaman. Perubahan warna ini juga terjadi karena kalus mulai menua dan nutrisi hara pada media induksi mulai habis.

Tipe kalus dapat diduga dengan melihat ciri-ciri dari suatu kalus yang terbentuk. Berdasarkan ciri-ciri tersebut, kalus yang diperoleh ini dapat digolongkan kedalam kalus embriogenik. Kalus embriogenik adalah kalus yang dapat berkembang menjadi embrio somatik. Rataan persentasi pembentukan kalus sangatlah tinggi, dari seluruh eksplan yang membentuk kalus semuanya menghasilkan kalus yang remah dan mudah dipisahkan. Kalus ini dapat diarahkan menjadi embrio somatik. Gambar 3, menunjukkan diferensiasi warna kalus pada setiap eksplan yang merupakan hasil interaksi antara faktor lingkungan, komposisi media yang digunakan (ZPT) dan eksplan tanaman.



Gambar 3. Penampilan eksplan dengan berbagai warna kalus setelah 60 hari setelah tanam.

### KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu terdapat interaksi antara zat pengatur tumbuh BAP dan Kinetin dalam menginduksi kalus, dan BAP 3 mg/l dan kinetin 1.0 mg/l merupakan dosis terbaik dalam menginduksi kalus embriogenik kopi arabika.

### REFERENSI

Ali, G. 2007. Callus Induction and in vitro Complete Plant Regeneration of Different Cultivars of Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) on media of Different Hormonal



- Concentration. *Biotechnology*. 6 : 561-566.
- Badan Pusat statistik, 2015. Daya saing dan Pemetaan Peremajaan Komoditi Perkebunan. Desember. Jakarta.
- Dewi, I.R. 2008. Peranan dan Fungsi Fitohormon bagi Pertumbuhan Tanaman. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Direktorat Jendral Perkebunan, 2014. Statistik Perkebunan Indonesia 2013-2015. Desember. Jakarta.
- Husni, K. 2015. Respon Tiga Genotipe Jeruk Manis Lokal (*Citrus sp.*) dalam Induksi Kalus dengan Pemberian Beberapa Konsentrasi 2,4-D secara In Vitro. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Muhibatul, 2014. Analisis Kandungan Kafein pada Kopi. Skripsi. Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan. IAIN. Semarang.
- Oktaviana, F, Siswanto, A. Budiani dan Sudarsono (2003). Embriogenesis Somatik Langsung dan Regenerasi Planlet Kopi Arabika (*Coffea arabica*L.) dari berbagai Eksplan. *Jurnal Menara Perkebunan* 71(2): 44-55.
- Priyono, 2010. Evaluasi Kemampuan Embriogenesis Somatik pada Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre). *Jurnal Pelita Perkebunan* 26 (2): 77-89.
- Zulkarnain. 2009. Kultur Jaringan Tanaman. Jakarta: Bumi Aksara. hal 249.