

ISBN: 978-979-1465-43-4

PROSIDING

①

SEMINAR NASIONAL BUAH TROPIKA NUSANTARA II

Bukitinggi, 23-25 September 2014



BALAI PENELITIAN TANAMAN BUAH TROPIKA
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HORTIKULTURA
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN



2015

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

BUAH TROPIKA NUSANTARA II

Bukittinggi 23-25 September 2014

Tema

***:“Dukungan Teknologi dan Hasil Penelitian dalam
Membangun Pertanian Bio-industri Buah Tropika
Berkelanjutan”***

Diselenggarakan Oleh:



**BALAI PENELITIAN TANAMAN BUAH TROPIKA
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HORTIKULTURA
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN**

2015

ISBN : 978-979-1465-43-4

PROSIDING

Seminar Nasional Buah Tropika Nusantara II

Bukittinggi, 23 – 25 September 2014

X, 1270 halaman, 2015

Penyunting Pelaksana : Dr. A. Soemargono
Dr. Muryati, MP.
Ir. Sri Hadiati, MP.
Dr. Martias, MP.
Dr. Agus Sutanto, MSc.
Ir. NLP. Indriyani, MP.
Dra. Jumjunidang, M.Si

Setting Layout : M. Nufur, AM.d
Ismuharti, AM.d

Diterbitkan oleh : **Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura.
Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika**

Jl. Raya Solok–Aripan Km 8, Kotak Pos 5 Solok
Sumatera Barat 27301

Telphon : 0755-20137, Faximili : 0755-20592,

Website: www.balitbu.litbang.pertanian.go.id,

E-mail: balitbu@litbang.pertanian.go.id

KATA PENGANTAR



Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan yang Maha Kuasa, Prosiding Seminar Nasional Buah Tropika Nusantara II telah dapat diselesaikan dengan baik. Seminar Nasional yang diselenggarakan pada tanggal 23-25 September 2014 di hotel The Hills Bukittinggi dengan tema: “**Dukungan Teknologi dan Hasil Penelitian dalam Membangun Pertanian Bio-industri Buah Tropika Berkelanjutan**” bertujuan untuk: (1) Menginformasikan hasil-hasil penelitian tanaman buah tropika, (2) Mensosialisasikan dan mengkomunikasikan isu-isu terbaru dalam perbuahan nasional, (3) Mengidentifikasi peluang konservasi, perbenihan, pengolahan dan pemasaran buah tropika dalam mewujudkan pertanian bio-industri berkelanjutan, (4) Mendapatkan umpan balik, masukan, tindak lanjut dari pengguna terhadap penerapan *science, innovation, and networks* dalam pengembangan buah tropika dan (5) Meningkatkan kualitas dan kuantitas Karya Tulis Ilmiah (KTI) komoditas tanaman buah pada jurnal Nasional dan Internasional.

Beberapa rumusan yang telah dihasilkan dalam Seminar Nasional tersebut, berupa rangkuman inovasi dan teknologi buah-buahan yang dihasilkan oleh berbagai lembaga penelitian, dapat ditingkatkan aplikasinya guna membangun pertanian Bio-industri buah tropika secara berkelanjutan.

Makalah yang disampaikan dalam seminar ini disusun dalam Prosiding Seminar Nasional Buah Tropika Nusantara II yang terdiri dari dua bundel. Semua naskah dalam prosiding telah dipresentasikan dalam seminar tersebut, baik secara oral maupun poster dan telah melalui proses evaluasi dan editing oleh tim penyunting.

Pada kesempatan ini saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan Prosiding Seminar Nasional Buah Tropika Nusantara II ini. Semoga prosiding ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membutuhkan.

Jakarta, April 2015
Kepala Pusat,

Dr. Ir. M. Prama Yufdy, MSc.
NIP.: 19591010 198603 1 002



SAMBUTAN
KEPALA BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
Dalam
SEMINAR BUAH TROPIKA NUSANTARA KEDUA
BUKITTINGGI, 23-25 SEPTEMBER 2014

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,
Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua,
Yang saya hormati,

- Direktur Jenderal Hortikultura,
- Para pejabat yang mewakili eselon I lingkup Kementan,
- Kepala Dinas Propinsi Sumatera Barat
- Kepala Dinas Pertanian Kabupaten Agam
- Dekan Fakultas Pertanian UNAND, UMMY, Polítani
- Para Narasumber
- Kepala Pusat/Puslitbang dan Balai Besar lingkup Badan Litbang Pertanian;
- Serta Para Kepala BPTP, Balai Penelitian, Peneliti, Perekayasa, Penyuluh dan Hadirin yang berbahagia,

Pertama tama marilah kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan kesehatan kepada kita semua sehingga dapat berkumpul pada acara “Seminar Nasional Buah Tropika Nusantara II” dengan tema “Dukungan teknologi dan hasil penelitian dalam membangun pertanian bio-industri buah tropika berkelanjutan”. Juga tidak lupa disampaikan salawat dan salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membimbing umat manusia menuju jalan yang terang.

Hadirin yang saya hormati,

Pada pagi hari ini kita menghadiri seminar buah tropika nusantara yang kedua yang merupakan salah satu rangkaian dari Pekan Bakti Agroinovasi dalam rangka hari ulang tahun Badan Litbang Pertanian ke 40. Topik Bio-industri pertanian memang sengaja diangkat pada seminar ini dengan tujuan untuk menghimpun informasi sejauh mana hasil-hasil penelitian bio industri tanaman buah tropika telah dilakukan. Hal ini penting untuk dilakukan guna mendukung program Kementerian Pertanian tahun-tahun berikutnya yang menekankan pada pertanian bio-industri berkelanjutan.

Para hadirin sekalian,

Bidang pertanian saat ini sedang menghadapi permasalahan dan tantangan yang cukup berat, yaitu berkurangnya areal pertanian, berkurangnya sumberdaya air, pemanasan global, pencemaran lingkungan, dan pertumbuhan penduduk. FAO memperkirakan bahwa

produktivitas pertanian harus dua kali lipat pada tahun 2025 untuk memenuhi peningkatan permintaan pangan akibat pertumbuhan populasi penduduk dan penurunan sumberdaya pertanian. Oleh karena itu tantangan terbesar adalah bagaimana menghasilkan pangan dengan efisiensi tinggi namun dengan dampak lingkungan minimal.

Para hadirin sekalian,

Terkait dengan buah-buahan, daya saing buah tropika Indonesia masih rendah terutama untuk pasar ekspor. Hal ini dikarenakan belum optimalnya (1) kuantitas produksi sehingga berpengaruh pada pemenuhan kuota permintaan dan kontinuitas suplai, (2) kualitas produksi yang berpengaruh pada tingkat kesukaan konsumen, (3) penanganan pascapanen yang terutama berkaitan dengan daya simpan buah. Kesemua ini terjadi karena sebagian besar buah tropika Indonesia dihasilkan dari lahan pekarangan atau hutan yang umumnya belum menerapkan teknologi rekomendasi. Tanaman biasanya dirawat dengan teknologi sekedarnya dan beragam sehingga menghasilkan kuantitas dan kualitas produksi yang beragam pula. Sehingga bila dihubungkan dengan persyaratan pasar biasanya hanya sedikit yang memenuhi syarat terutama untuk pasar ekspor, yaitu hanya sekitar 10-15%. Rendahnya daya saing buah tropika terlihat dari data ekspor impor tahun 2012, dimana volume ekspor sebesar 216.752 ton dengan nilai US\$ 227.403.266 sedangkan volume impor sebesar 885.174 ton dengan nilai US\$ 963.684.451. Kondisi ini menjadi tantangan bagi kita semua untuk meningkatkan daya saing buah tropika Indonesia sehingga mampu bersaing dengan buah dari negara lain.

Para hadirin yang berbahagia,

Arah kebijakan dan strategi pembangunan hortikultura, termasuk buah-buahan, mengacu pada arah visi, misi, dan sasaran utama pembangunan pertanian dalam SIPP 2013-2045. Pembangunan hortikultura ke depan diarahkan untuk mewujudkan sistem hortikultura yang mandiri, maju, adil dan makmur. Pembangunan hortikultura harus mengarah pada terwujudnya sistem pertanian-bioindustri berkelanjutan yang menghasilkan beragam produk bernilai tambah tinggi dari sumberdaya hayati tropika. Program dan kegiatan utama litbang pertanian adalah melaksanakan penelitian untuk menjawab berbagai permasalahan yang dihadapi, sehingga porsi utama alokasi sumberdaya harus difokuskan untuk melaksanakan kegiatan penelitian yang menghasilkan invensi dan inovasi terobosan. Keunggulan pembangunan hortikultura di dalam negeri dalam era persaingan global haruslah didasarkan pada potensi sumberdaya tropika untuk menghasilkan biomassa dan dijadikan sebagai basis keunggulan kompetitif dalam bioekonomi. Pembangunan hortikultura dilandasi oleh keunggulan kawasan tropika yang secara alami merupakan kawasan yang efektivitas dan produktivitas dalam pemanfaatan energi matahari melalui proses budidaya dan bioengineering hayati untuk menghasilkan biomassa dan energi yang siap pakai. Pembangunan subsektor hortikultura harus diarahkan pada terwujudnya sistem pertanian yang berdaya saing global serta mampu memberi kontribusi nyata terhadap peningkatan pendapatan petani, nilai

ekspor dan mendorong berkembangnya pusat pertumbuhan ekonomi berbasis bioindustri di daerah.

Para hadirin sekalian,

Memasuki periode pembangunan tahun 2015 – 2019, Badan Litbang Pertanian menempuh pendekatan 9 sistem inovasi sesuai dengan segmentasi sistem agribisnis, yaitu (1) Pengelolaan Sumber Daya, (2) Sistem Produksi, (3) Pasca Panen/Pengolahan, (4) Logistik/Distribusi, (5) Pengelolaan Lingkungan, (6) Pemasaran hasil, (7) Inovasi Kelembagaan, (8) Dukungan Manajemen, dan (9) Blok Program. Sistem inovasi tersebut diselaraskan dengan konsep bioekonomi yang bertumpu pada bidang bioteknologi dan bioengineering. Di dalam menerapkan 9 sistem inovasi tersebut, Badan Litbang Pertanian mengembangkan jaringan kerjasama dengan berbagai instansi terkait di dalam maupun luar negeri. Hal ini sejalan dengan tagline Badan Litbang Pertanian yaitu *Science, Innovation, dan Network* yang mengimplementasikan keterpaduan hulu – hilir dalam penciptaan inovasi dan pengembangan inovasi melalui sinergi sistem litkajibangdiklatluhap.

Para hadirin yang saya hormati,

Demikian sambutan yang bisa saya sampaikan pada hari ini. Mudah-mudahan dari kegiatan seminar dapat dihimpun semua teknologi inovasi mendukung pertanian bio-industri sekaligus masukan/saran/pendapat agar pertanian bio-industri berkelanjutan terutama untuk perbuahan dapat diwujudkan. Dengan mengucapkan *Bismilahirrohmanirrohim* seminar “Dukungan teknologi dan hasil penelitian dalam membangun pertanian bio-industri buah tropika berkelanjutan” dengan ini secara resmi dibuka.

Wabillahi taufiq Walhidayah,

Wassalaamu’alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh,

Bukittinggi, 23 September 2014

Kepala Badan Litbang Pertanian

Dr. Haryono, MSc

DAFTAR ISI

	Hal
KATA PENGANTAR	i
SAMBUTAN KEPALA BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN	iii
DAFTAR ISI	vii
MAKALAH UTAMA	
1. System Approach Pertanian Bio-industri Buah Tropika Berkelanjutan Sekretaris Badan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Dr. Agung Hendriadi	1
2. Konsep Dan Penerapan Sistem Pertanian-bioindustri Berkelanjutan Prof. Dr. Pantjar Simatupang	9
3. Penelitian Tanaman Buah Menuju Pertanian Bio-Industri Berkelanjutan Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura Dr. Ir. M. Prama Yufdy, MSc.	37
4. Status Dan Arah Pengembangan Kawasan Buah-buahan Di Indonesia Direktur Budidaya dan Pasca Panen Buah Ir. Rahman Pinem, MM	71
5. Inovasi Alat dan Mesin Pertanian Dalam Meningkatkan Mutu dan Nilai Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian Dr. Astu Unadi, M.Eng	83
6. Dukungan Teknologi Pascapanen Dalam Meningkatkan Nilai Tambah Produk Buah Tropika Dan Pertanian Bio-industri Balai Besar Pasca PanenPertanian Ir. Rudy Tjahjohutomo, MT	103
7. Peranan PKHT-IPB dalam Pengembangan Tanaman Buah Pusat Kajian Hortikultura Tropika Dr. Darda Efendi	137
8. Peluang, Tantangan dan Upaya Mendorong Pengembangan Bio-Industri Tanaman Buah Indonesia Memasuki Masyarakat Ekonomi ASEAN Prof. Dr. Roedhy Poerwanto	165
9. Model Pembangunan Pertanian Bio-industri Berbasis Pertanian PT. Great Giant Pineapple Ruslan Krisno dan Supriyono Loekito	183
10. Potensi Pasar dan Daya Saing Buah Indonesia pada Era Pasar Global ASEIBSSINDO	191
SDG dan Pemuliaan	
11. Konservasi Jangka Pendek Secara In Vitro Sumber Daya Genetik Pisang Menggunakan Media dengan Berbagai Tekanan Osmotik dan Penyimpanan Suhu Rendah Wiwik Hardaningsih dan Muzakkir	199
12. Diversitas Tanaman Buah di Lahan Pekarangan Sumatera Barat (Diversity of Fruit Crops in Home Garden of West Sumatera) Hardiyanto dan Nirmala Friyanti Devy	209
13. Penerapan Konsep Community Based Biodiversity Management (CBM) dalam Konservasi Sumber Daya Genetik Garcinia sp Mendukung Pertanian Bioindustri Idha Widi Arsanti dan Ellina Mansyah	221
14. Karakterisasi 25 Klon Mangga untuk Perbaikan Varietas Mangga Gedong Gincu Karsinah, Rebin, Sri Hadiati, Kusri Setyowati, dan M. Jawal Anwaruddin Syah	231
15. Aegle marmelos (L.) Corr.: Peningkatan Potensi Buah Lokal Indonesia Fitri Fatma Wardani, Frisca Damayanti, dan Inggit Puji Astuti	239
16. Mangifera pajang Kostermann: Mangga Liar Endemik Borneo yang Kritis di Alam dan Persebarannya di Kalimantan Inggit Puji Astuti dan Reni Lestari	245

17.	Inventarisasi dan Karakterisasi Morfologi Tanaman Durian (<i>Durio zibethinus</i>) di Langkahan dan Sawang Kabupaten Aceh Utara. Rd. Selvy Handayani dan Ismadi	253
18.	Analisis Keragaman Sumber daya Genetik Buah-Buahan di Kabupaten Karimun Provinsi Kepulauan Riau melalui Pendekatan Indeks Shanon dan Koofisien Sorenson Dahono, Yayu Zurriyati dan Lutfi Izhar	263
19.	Keanekaragaman Gandaria (<i>Bouea oppositifolia</i> (Roxb.) Adelb., Anacardiaceae) Asal Sumatra dan Kebun Raya Bogor Tri Harsono, Nursahara Pasaribu, Sobir, Fitmawati, Yusron E. Ritonga	271
20.	Karakterisasi dan evaluasi Koleksi Plasma Nutfah Durian Berdasarkan Karakter Morfologi Buah Sri Hadiati, S., F. Nasution dan D. Sunarwati	279
21.	Pendugaan Keragaman <i>Garcinia</i> sp dan <i>Nephelium</i> sp di Propinsi Sumatera Barat dan Jambi serta Potensi Pemanfaatannya dalam Pertanian Bioindustri, Ellina Mansyah dan Edison Hs	289
22.	Karakterisasi Beberapa Aksesori Indigenous Durian di Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah Ni Luh Putu Indriyani dan Sri Hadiati	301
23.	Seleksi Karakter Agronomis beberapa Hasil Persilangan Pepaya, Sunyoto, Tri Budiyaniti, Liza Octriana, dan Dewi Patria	307
24.	Karakterisasi Buah Galur Melon Generasi Lanjut Makful, Hendri, Sunyoto dan Sahlan	319
25.	Performa Beberapa Galur Harapan Melon Serta Prospeknya Sebagai Calon Kultivar Unggul Baru Suharyon Mayunar dan Busyra	331
26.	Teknologi Genomika Untuk Akselerasi Pemuliaan Tanaman Buah Tahunan I Made Tasma dan Puji Lestari	341
27.	Analisis Sidik Jari DNA pada Mangga (<i>Mangifera indica</i> L.) Puji Lestari, Reflinur dan I Made Tasma	351
28.	Konservasi In Vitro Tanaman Jeruk (<i>Citrus</i> sp.) dan Pengaruhnya Terhadap Stabilitas Genetik Farida Yulianti, F. Devy	361
29.	Sebaran dan Keragaman Plasma Nutfah Jenis Buah-buahan di Kalimantan Selatan Aidi Noor dan Rina Dirgahayu Ningsih	367
30.	Keragaan Morfologi dan Kualitas Buah Pepaya Di Empat Lokasi di Wilayah Bogor pada Dua Musim Siti Noorohmah, Sobir, Sriani Sujiprihati	377
31.	Morfogenesis Aksis Bunga Pisang Kepok Kuning dan Kluthuk Awu Ika Roostika, Suci Rahayu, Edison, Agus Sutanto	385
32.	Kajian Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Genetik Lokal Tanaman Buah-Buahan di Bali I Gusti Komang Dana Arsana	393
33.	Eksplorasi dan Karakterisasi Duku (<i>Lansium</i> sp.) Unggulan Lokal Kabupaten Dharmasraya Edison, HS, Catur Hermanto, dan Titin Purnama	401
34.	Pemanfaatan SNP berbasis Gen Spesifik sebagai Marka Molekuler yang Menunjang Program Pemuliaan Tanaman Buah Tropika Agus Sutanto	407
35.	Studi Keragaman Genetik Nangka (<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.) Berdasarkan Marka Morfologi Sulassih, Sobir, Santosa E, Tirtawinata MR	417
36.	Keanekaragaman Spesies Tanaman Pekarangan di Wilayah Pedesaan di Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur) Noor Roufig Ahmadi dan Farid R. Abadi	425
37.	Potensi dan Konservasi Durian Hutan Kalimantan (<i>Durio kutejensis</i>) Tri Atmoko	437

38.	Inventarisasi dan Prospek pengembangan Sumber Daya Genetik Tanaman Buah spesifik Kabupaten Muaro Jambi Propinsi Jambi Julistia B, Desi Hernita dan Endrizal	449
39.	Kajian Dampak Deforestasi terhadap Ancaman Kepunahan Sumber Daya Genetik Buah-Buahan Tropika Nasional Dian Kurniasih	457
40.	Pendugaan Nilai Heterosis dan Heterobeltiosis Pepaya Koleksi Balitbu Tropika di Kebun Percobaan Subang Noflindawati dan Dewi Fatria	465
BUDIDAYA		
41.	Pengaruh Sumber Eksplan dan Teknik Sterilisasi pada Perbanyakan Tin (<i>Ficus carica</i>) melalui Kultur Jaringan Agustina E. Marpaung, Rina C. Hutabarat dan Liza Octriana	471
42.	Pengaruh Kombinasi Benzil Amino Purin (BAP) dan Napthalene Acetic Acid (NAA) terhadap Pertumbuhan Kultur Tunas Manggis (<i>Garcinia mangostana</i> L.) Andre Sparta dan Rahayu Triatminingsih	479
43.	Induksi dan Pendewasaan Embrio Somatik Asal Eksplan Tangkai Benang Sari Durian Rahayu Triatminingsih, Yosi Zendra Joni dan Ida Fitrianiingsih	487
44.	Regenerasi Manggis (<i>Garcinia mangostana</i> L.) Melalui Embriogenesis Somatik Yosi Zendra Joni, Darda Efendi, dan Ika Roostika	495
45.	Evaluasi Aplikasi Perbanyakan Bibit Jeruk Melalui Embriogenesis Somatik (SE) Secara In Vitro Nirmala Friyanti Devy dan Hardiyanto	505
46.	Induksi Kalus Embriogenik Jeruk Siam Medan Triploid Sebagai Eksplan dalam Transformasi Gen Ap1 dan Lfy untuk Memperpendek Fase Juvenil Mia Kosmiatin, Diani Damayanti, Ali Husni	517
47.	Studi Pendahuluan : Perkembangan Jaringan Endosperma dan Induksi Pembentukan Kalus dari Endosperma Jeruk Siam (<i>Citrus nobilis</i> L) M. Kosmiatin, A. Husni dan A. Purwito	527
48.	Efek Pemberian Kapur Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Pisang pada Lahan Marjinal di Kalimantan Timur Irwan Muas, Jumjunidang, Hendri, D.Emilda dan D. Fatria	535
49.	Keragaman Pertumbuhan Beberapa Varietas Manggis (<i>Garcinia mangostana</i> L.) Djoko Mulyono, M. Jawal Anwarudin Syah, Adhitya Marendra Kiloes	555
50.	Perencanaan Kebun Buah Tropika di Kawasan Pusat Inovasi Agroteknologi (Piat) Ugm Mangunan Girirejo Kabupaten Bantul Yogyakarta Siti Nurul Rofiqo Irwan, Taryono, Susilo, Erlina Ambarwati, Sri Trisnowati, Rohlan Rogomulyo, Dyah Wenny Respatie	563
51.	Status Budidaya dan Harapan Pelaku Usaha Durian Terhadap Idiotipe Durian Nasional Panca J. Santoso dan Fitriana Nasution	571
52.	Pengaruh Jenis Pembungkus dan Saat Pembungkusan Terhadap Kehilangan Hasil dan Kualitas Buah Mangga Arumanis Rebin, Karsinah, A. Soemargono, Djoko Sudarso dan Kusrini Setyowati	579
53.	Aktivitas Fotosintesis Bibit Durian (<i>Durio zibethinus</i> Murr.) 'Monthong' yang disemprot Giberelin Nursuhud, Liferdi, dan Andina Sukmabudiarto	587
54.	Induksi Pembungaan <i>Hylocereus undatus</i> di Luar Musim dengan Penyinaran Palupi, ER, dan Farida, S	593
55.	Kalender Budidaya Durian TM: Panduan Budidaya Durian Masa Produksi Selama Satu Tahun Panca Jarot Santoso	601
56.	Efek Pembungkusan terhadap Kandungan Nutrisi Buah Mangga Hibrida Syarif Husen, Kuswanto, Rebin	609
57.	Pengaruh Dosis Iradiasi Sinar Gamma terhadap Pertumbuhan Benih Sambungan Mangga (<i>Mangifera indica</i> L.) Karsinah, NLP. Indriyani, dan Sukartini	619

58.	Pengaruh Panjang Entris Terhadap Keberhasilan Penyambungan Benih Sirsak var. Ratu Sudjijo	625
59.	Studi Komparasi Struktur Anatomi Perikarp Durian (<i>Durio zibethinus</i> Murr.) Tahan Simpan dan Tidak Tahan Simpan Asal Pulau Bengkalis Provinsi Riau Fitmawati, Liastiana Aisyah, and Dyah Iriani ¹⁾	631

Regenerasi Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Melalui Embriogenesis Somatik
(Regeneration of Mangosteen [*Garcinia mangostana*] through Somatic Embryogenesis)

Yosi Zendra Joni¹⁾, Darda Efendi²⁾, dan Ika Roostika,³⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Jl. Raya Solok–Aripan, Km. 8, Solok 27301

²⁾Departemen Agronomi dan Hortikultura Institut Pertanian Bogor, Fakultas Pertanian, IPB, Jl. Meranti, Dramaga, Bogor 16680

³⁾Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Jalan Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111

Email: zendrajoni@gmail.com

Abstrak

Embriogenesis somatik merupakan salah satu teknik regenerasi tanaman manggis secara kultur *in vitro*. Pada tanaman manggis, teknik embriogenesis somatik bermanfaat untuk memperbanyak benih manggis secara masal dan perbaikan kultivar secara bioteknologi. Penelitian ini bertujuan menentukan media yang optimal untuk regenerasi manggis melalui embriogenesis somatik. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, mulai dari bulan Mei 2013 sampai April 2014. Eksplan yang digunakan adalah batang muda *in vitro*. Penelitian ini terdiri atas 2 percobaan, yaitu induksi kalus embriogenik dan pembentukan embrio somatik. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Percobaan induksi kalus embriogenik terdiri atas 8 perlakuan, yaitu kombinasi TDZ (0; 0,1; 0,5 dan 1,0 mg/l) dan BA (0; 0,7 mg/l). Percobaan pembentukan embrio somatik terdiri atas 4 perlakuan, yaitu penambahan kasein hidrolisat dan ekstrak malt (masing-masing 500 dan 1000 mg/l) dalam media. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media terbaik untuk induksi kalus embriogenik adalah media dasar MS yang diberi TDZ 0,1 mg/l. Kalus yang mempunyai struktur *semi friable* dengan berwarna putih berpotensi membentuk embrio somatik. Kasein hidrolisat dan ekstrak malt tidak dapat menginduksi pembentukan embrio somatik manggis. Penggunaan kombinasi TDZ 0,5 mg/l dan BA 0,7 mg/l dapat menginduksi pembentukan embrio somatik manggis setelah dua kali subkultur ke media yang sama.

Kata kunci: *Garcinia mangostana* L., kalus embriogenik, embrio somatik, globular.

Abstract

Somatic embryogenesis is one of regeneration techniques of mangosteen through *in vitro* culture. On mangosteen, somatic embryogenesis supports mass propagation and cultivar improvement through biotechnological approaches. Optimal medium for regeneration through somatic embryogenesis of mangosteen was determined in this study. The experiment was conducted in the Tissue Culture Laboratory, Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development (ICABIOGRAD), from May 2013 to April 2014. Young stems of *in vitro* shoots were used for explants. The study consisted of two experiments: the induction of embryogenic callus and formation of somatic embryos. The experiments were designed in a completely randomized design (CRD). Induction of embryogenic callus experiment consisted of 8 treatments, the combination of TDZ (0, 0.1, 0.5 and 1.0 mg/l) and BA (0, 0.7 mg/l). Formation of somatic embryos experiment consisted of 4 treatments, the addition of casein hydrolysate and malt extract (500 and 1000 mg/l respectively) in the media. The study revealed that the best medium for embryogenic callus induction was MS medium added by TDZ 0.1 mg/l. Whitish and semi-friable callus were potentially to form somatic embryos. Casein hydrolysate and malt extract could not induce the formation of mangosteen somatic embryos. The use of combination of 0.5 mg/l TDZ and 0.7 mg/l BA could induce the formation of somatic embryos after twice subcultures to the same medium.

Keywords: *Garcinia mangostana* L.; Embryogenic callus; Somatic embryos; Globular.

Pendahuluan

Manggis (*Garcinia mangostana* L) merupakan tanaman buah tropika yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh manfaat yang sangat banyak dari buah manggis. Perkebunan manggis di Indonesia masih sangat terbatas. Untuk memenuhi kebutuhan dalam dan luar negeri diperlukan pengembangan dan perbaikan kualitas tanaman manggis. Teknologi kultur *in vitro* dapat dimanfaatkan untuk memproduksi benih yang berkualitas dan perbaikan klon manggis secara bioteknologi. Salah satu teknik kultur *in vitro* yang dapat digunakan adalah embriogenesis somatik. Embriogenesis somatik merupakan pembentukan embrio dari sel somatik. Pola pertumbuhan embriogenesis somatik ada dua macam, yaitu embriogenesis somatik langsung dan tidak langsung. Keberhasilan embriogenesis somatik manggis akan sangat membantu pemuliaan manggis secara *in vitro*, baik berupa variasi somaklonal ataupun transformasi genetik.

Keberhasilan regenerasi melalui embriogenesis somatik berbagai tanaman telah banyak dilaporkan, di antaranya pada tanaman mangga (Patena *et al.* 2002; Ermayanti & Rantau 2009), jeruk manis (Cardoso & Martinelli 2012), dan kopi (Oktavia *et al.* 2003; Riyadi & Tirtoboma 2004). Pada tanaman manggis, regenerasi embriogenesis somatik telah dilaporkan oleh Elviana *et al.* (2011), Rohani *et al.* (2012), dan Rineksane *et al.* (2012).

Induksi embrio somatik umumnya menggunakan ZPT auksin, terutama 2,4-D dan pikloram. Penggunaan 2,4-D untuk embriogenesis somatik telah dilaporkan pada tanaman kopi (Oktavia *et al.* 2003, Riyadi dan Tirtoboma 2004), jeruk (Kiong *et al.* 2008), pepaya (Sutanto *et al.* 2008) dan sagu (Riyadi *et al.* 2005), sedangkan penggunaan pikloram telah dilaporkan pada tanaman nenas (Roostika 2012), persik (Steinmacher *et al.* 2007), dan anyelir (Karami 2007). Namun penggunaan 2,4-D untuk induksi embriogenesis somatik pada manggis menghasilkan kalus yang sulit beregenerasi (Te-chato 1998; Rohani *et al.* 2012). Selain auksin, penggunaan sitokinin (khususnya TDZ dan BA) untuk induksi embriogenesis somatik juga telah dilaporkan pada tanaman kakao (Li *et al.* 1998), gula bit (Zhang *et al.* 2001), kacang tanah (Murch *et al.* 1999; Victor *et al.* 1999) dan cabe (Khan *et al.* 2006). Penggunaan kombinasi TDZ 0,7 mg/l dan BA 0,7 mg/l pada manggis menghasilkan embrio somatik (struktur globular) sebesar 40% (Elviana *et al.* 2011).

Keberhasilan embriogenesis somatik, selain ditentukan oleh ZPT, juga ditentukan oleh penggunaan senyawa organik lainnya, misalnya kasein hidrolisat dan ekstrak malt. Al-khayri (2011) melaporkan bahwa penggunaan kasein hidrolisat 1000 mg/l pada tanaman kurma dapat menginduksi embrio somatik sebanyak 29 embrio/eksplan. Menurut George & de Klerk (2008), kasein hidrolisat dapat menjadi sumber kalsium, fosfat, beberapa unsur mikro, vitamin dan campuran 18 asam amino. Penggunaan ekstrak malt 1000 mg/l pada tanaman arbei dapat menginduksi embrio somatik sekunder sebesar 88% (Agarwal *et al.* 2004).

Penelitian mengenai embriogenesis somatik pada manggis masih sangat sedikit dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menentukan media yang optimal untuk regenerasi manggis melalui somatik embriogenesis.

Metodologi

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari bulan Mei 2013 sampai April 2014, di Laboratorium Kultur Jaringan, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor. Uji Histologi di Laboratorium Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan, Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada (UGM).

Preparasi Bahan Tanaman

Bahan tanaman yang digunakan adalah batang muda *in vitro* dari klon Leuwiliang. Batang muda *in vitro* yang digunakan adalah yang telah berumur 10 minggu setelah inisiasi, dengan tinggi tunas ≥ 2 cm. Setiap batang tersebut dipotong sepanjang 0,5 cm. Setelah itu baru diinisiasi ke media induksi kalus embriogenik.

Bahan kimia yang digunakan antara lain media dasar MS (hara makro, hara mikro, dan vitamin), BA, TDZ, kasein hidrolisat (CH), ekstrak malt (EM), glutamin, PVP, sukrosa, dan *phytagel*. Bahan yang digunakan untuk uji histologi, yaitu larutan FAA, larutan dehidrasi, parafin, dan pewarna *safranin* dan *fast green*.

Prosedur dan Analisis Data Penelitian

Penelitian terdiri atas dua percobaan, yaitu induksi kalus embriogenik dan pembentukan embrio somatik. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan program *Statistical Analysis System* (SAS 9.1). Nilai rata-rata dihitung dan dibandingkan menggunakan uji selang berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5% ($P < 0.05$).

Induksi Kalus Embriogenik

Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdapat delapan kombinasi perlakuan ZPT, yaitu TDZ (0; 0,1; 0,5 dan 1,0 mg/l) dan BA (0 dan 0,7 mg/l). Eksplan yang digunakan adalah batang muda manggis yang diperbanyak secara *in vitro* dari klon Leuwiliang. Setiap perlakuan diulang 8 kali (botol) sehingga terdapat 64 satuan percobaan. Pada setiap botol dikulturkan empat potongan batang muda *in vitro* dengan panjang $\pm 0,5$ cm. Media dasar yang digunakan adalah media MS (dilengkapi dengan sukrosa 30 g/l, *phytagel* 2,5 g/l, glutamin 300 mg/l, dan PVP 100 mg/l). Eksplan diinkubasi pada ruang gelap dengan suhu 25 ± 1 °C. Pengamatan dilakukan selama 10 minggu. Peubah yang diamati adalah jumlah eksplan berkalus, bobot kalus, volume kalus, struktur kalus secara visual dan warna kalus. Pengukuran volume kalus menggunakan sistem skoring. Skor 1 apabila kalus menutupi $< 1/4$ bagian eksplan, skor 2 apabila kalus menutupi $1/4 - 1/2$ bagian eksplan, skor 3

apabila kalus menutupi 1/2–3/4 bagian eksplan, dan skor 4 apabila kalus menutupi >3/4 bagian eksplan.

Pembentukan Embrio Somatik

Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdapat empat macam perlakuan, yaitu penambahan kasein hidrolisat (CH) dan ekstrak malt (EM) (masing-masing 500 dan 1000 mg/l) ke dalam media. Setiap perlakuan diulang 10 kali (botol). Pada setiap botol perlakuan ditanami empat agregat kalus. Media dasar yang digunakan adalah media MS (dilengkapi dengan sukrosa 30 g/l, *phytagel* 2,5 g/l, TDZ 0,1 mg/l, glutamin 300 mg/l, dan PVP 100 mg/l). Kultur diinkubasi pada ruang gelap dengan suhu 25 ± 1 °C. Pengamatan dilakukan selama 10 minggu. Peubah yang diamati adalah jumlah kalus yang membentuk embrio somatik, jumlah embrio/eksplan, struktur embrio secara mikroskopis.

Hasil dan Pembahasan

Induksi Kalus Embriogenik

Pengaruh pemberian TDZ baik secara tunggal maupun yang dikombinasikan dengan BA baru terlihat pada 2 minggu setelah kultur (msk). Hal tersebut ditandai dengan pembengkakan jaringan pada bagian bekas potongan batang. Kalus umumnya sudah terbentuk pada 3 MST dengan volume yang sedikit.

Hasil analisis ragam pada Tabel 1 menunjukkan bahwa formulasi media berpengaruh nyata terhadap peubah yang diamati. Dari delapan perlakuan, tujuh formulasi media mampu menginduksi pembentukan kalus. Kombinasi TDZ 0,5 mg/l dan BA 0,7 mg/l tidak mampu menginduksi kalus. Persentase eksplan berkalus berkisar antara 42,86–100%. Bobot basah kalus terbesar (0,36 g per eksplan) diperoleh dari kombinasi perlakuan TDZ 1,0 mg/l dan BA 0,7 mg/l. Volume kalus terbesar (skor 4) diperoleh dari perlakuan TDZ 0,1 mg/l, kombinasi TDZ 0,1 mg/l dan BA 0,7 mg/l serta kombinasi TDZ 1,0 mg/l dan BA 0,7 mg/l (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa TDZ sangat berperan penting dalam menginduksi kalus pada eksplan. Pada percobaan ini, kombinasi TDZ 0,5 mg/l dan BA 0,7 mg/l tidak mampu menginduksi kalus. Diduga bahwa respon eksplan bersifat *genotype dependent*, karena pada percobaan Elviana *et al.* (2011) dan Rohani *et al.* (2012) perlakuan yang sama dapat menginduksi kalus embriogenik masing-masing sebesar 3.33% dan 20%.

Tabel 1. Pengaruh perlakuan TDZ dan BA terhadap perkembangan kalus manggis klon Leuwiliang dari eksplan batang muda *in vitro*, 10 msk.

ZPT (mg/l)	Eksplan berkalus (%)	Bobot kalus (g)	Volume kalus (skor)
MS0 (tanpa ZPT)	42,86c	0,04c	1,00c
TDZ 0,1	100,00a	0,28ab	4,00a
TDZ 0,5	100,00a	0,20b	3,63b

TDZ 1,0	100,00a	0,22b	3,75ab
BA 0,7	71,88b	0,03c	1,00c
TDZ 0,1 + BA 0,7	96,88a	0,26ab	4,00a
TDZ 0,5 + BA 0,7	0,00d	0,00c	0,00d
TDZ 1,0 + BA 0,7	100,00a	0,36a	4,00a

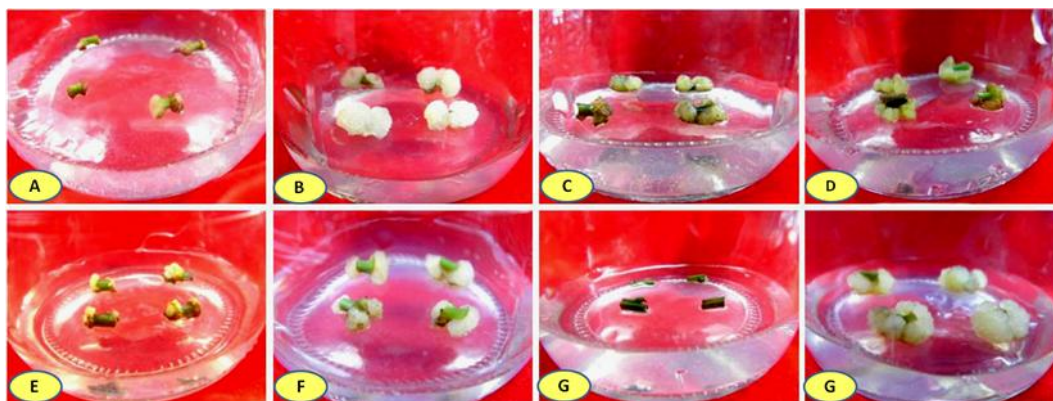
Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji selang berganda Duncan.

Pada percobaan ini, perlakuan media MS0 (tanpa pemberian ZPT) mampu menginduksi kalus. Munculnya kalus pada media tersebut serupa dengan yang ditemukan pada tanaman tembakau (George & Sherrington, 1984). Selain itu, pemberian BA 0,7 mg/l secara tunggal juga menghasilkan tunas dalam jumlah sedikit (data tidak ditampilkan). Struktur kalus yang terdapat pada perlakuan MS0 dan BA 0,7 mg/l agak berbeda dengan perlakuan lainnya, yaitu sangat kompak dengan nodul-nodul yang tidak terlalu jelas (Gambar1).

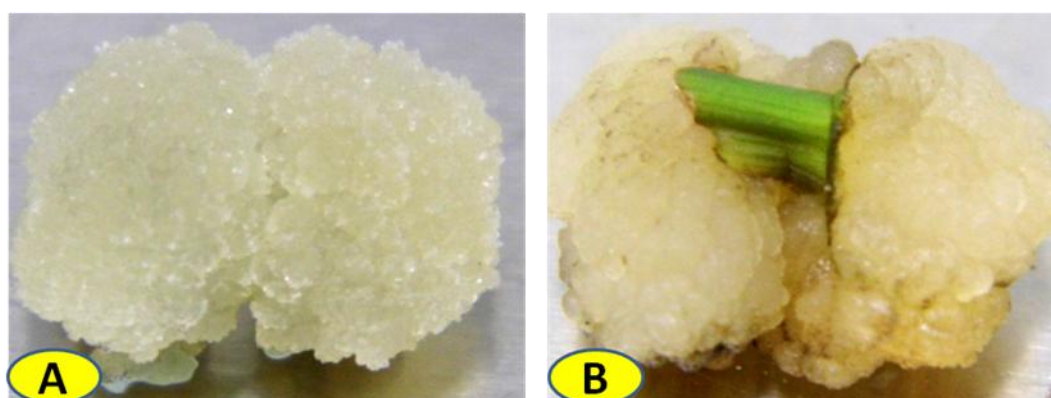
Tabel 2. Pengaruh perlakuan TDZ dan BA terhadap struktur dan warna kalus manggis klon Leuwiliang dari eksplan batang muda *in vitro*, 10 msk.

ZPT (mg/l)	Struktur kalus	Warna kalus
MS0 (tanpa ZPT)	Kompak	Putih kekuningan
TDZ 0,1	<i>semi friable</i>	Putih
TDZ 0,5	Kompak	putih kekuningan
TDZ 1,0	Kompak	putih kekuningan
BA 0,7	Kompak	putih kekuningan
TDZ 0,1 + BA 0,7	<i>semi friable</i>	Putih
TDZ 0,5 + BA 0,7	-	-
TDZ 1,0 + BA 0,7	Kompak	putih kekuningan

Pada setiap perlakuan juga terdapat perbedaan struktur dan warna kalus. Struktur kalus dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *semi friable* (agak remah) dan kompak. Struktur kalus *semi friable* dengan warna putih diperoleh dari perlakuan TDZ 0,1 mg/l dan kombinasi TDZ 0,1 mg/l dengan BA 0,7 mg/l, sedangkan perlakuan lainnya menghasilkan struktur kalus yang kompak dan berwarna putih kekuningan (Tabel 2 dan Gambar 2). Kalus yang bersifat *semi friabel* berpotensi membentuk embrio somatik, diawali dengan pembentukan struktur globular. Berdasarkan percobaan ini, TDZ memegang peranan penting dalam membentuk struktur kalus. TDZ dalam konsentrasi rendah (0,1 mg/l) dapat digunakan untuk menginduksi kalus embriogenik manggis. Menurut Fiola *et al.* (1990), penggunaan TDZ >1 µM dapat merangsang pembentukan kalus, tunas adventif, dan embrio somatik.



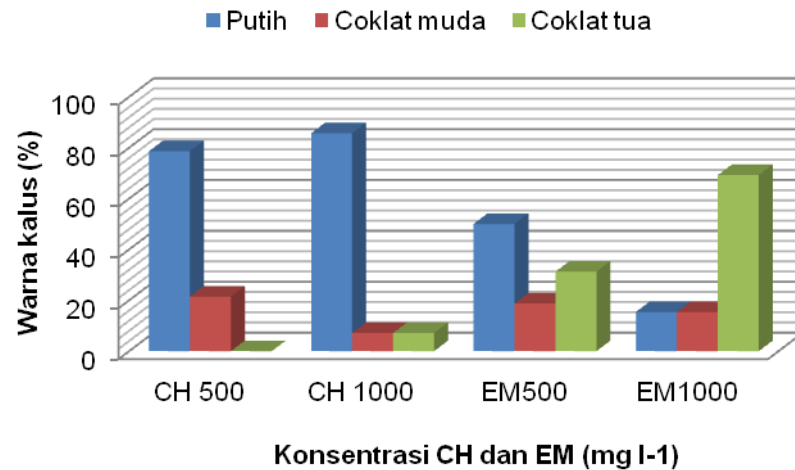
Gambar 1. Penampilan kalus embriogenik manggis klon Leuwiliang dari eksplan batang muda *in vitro* pada media induksi kalus embriogenik, 10 MSK (A) MS0 (B) TDZ 0,1 mg/l; (C) TDZ 0,5 mg/l; (D) TDZ 1,0 mg/l; (E) BA 0,7 mg/l; (F) TDZ 0,1 mg/l + BA 0,7 mg/l; (G) TDZ 0,5 mg/l + BA 0,7 mg/l; dan (H) TDZ 1,0 mg/l + BA 0,7 mg/l.



Gambar 2. Bentuk kalus pada manggis (A) *semi friable*, dan (B) kompak.

Pembentukan Embrio Somatik

Hasil percobaan menunjukkan bahwa penambahan CH dan EM tidak mampu menginduksi pembentukan embrio somatik. Secara visual, kalus yang awalnya *semi friable* berubah menjadi kompak. Selain itu, pemberian CH dan EM pada media membuat sebagian besar kalus menjadi mencoklat. Media yang paling banyak menyebabkan kalus mencoklat adalah perlakuan EM 500 dan EM 1000 (masing-masing 31,25% dan 69,23%) (Gambar 3). Selain itu, kalus yang awalnya *semi friable* dan berwarna putih, ketika disubkultur ke media yang mengandung CH dan EM, kalusnya menjadi agak kompak dan warna berubah menjadi putih kekuningan. Kalus yang berada dekat media berangsur-angsur berubah menjadi coklat. Pada umur 2 MSK telah dapat dilihat proses perubahan warna tersebut, kalus menjadi lebih berair dan berangsur-angsur berubah menjadi berwarna coklat muda dan selanjutnya coklat tua. Perubahan warna menjadi coklat tersebut kemudian diikuti oleh seluruh bagian kalus (Gambar 4). Proses pencoklatan sangat cepat sekali terjadi apabila kalus manggis disubkultur pada media yang tidak tepat.



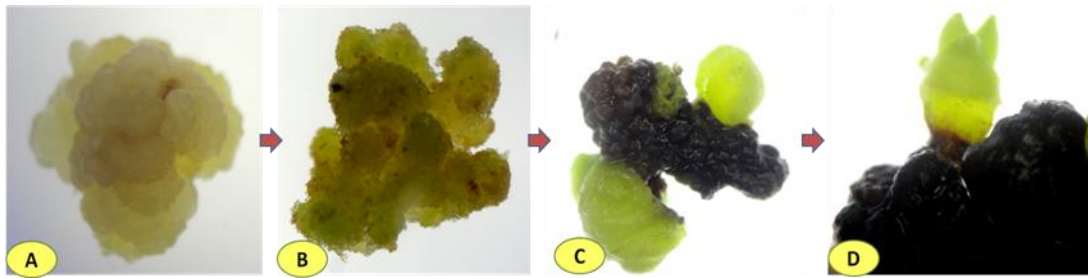
Gambar 3. Pengaruh CH dan EM terhadap perubahan warna kalus pada media pembentukan embrio somatik manggis klon Leuwiliang dari eksplan batang muda *in vitro*, 8 MSK.



Gambar 4. Perubahan warna kalus pada media pembentukan embrio somatik manggis klon Leuwiliang dalam media MS yang mengandung CH dan EM, 8 MSK (A) kalus berwarna putih kekuningan, (B) kalus coklat muda, dan (C) kalus coklat tua dan mati.

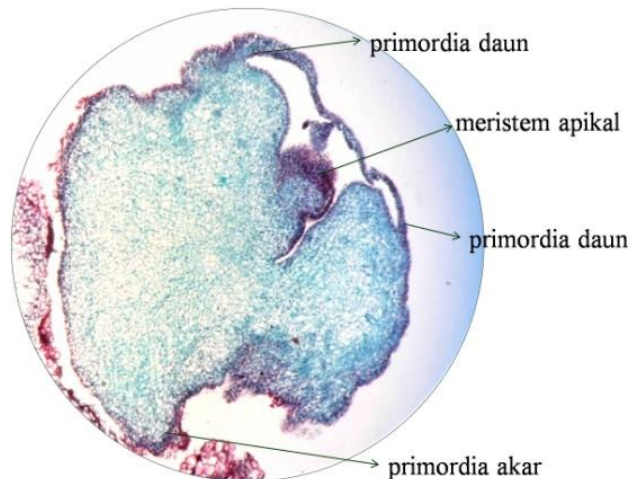
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan CH dan EM tidak efektif untuk meningkatkan pembentukan embrio somatik pada manggis. Hasil yang berbeda dilaporkan oleh Gholami *et al.* (2013), bahwa pemberian EM 500 mg/l pada media pembentukan embrio somatik jeruk menghasilkan struktur globular 36,50%, hati 35,15%, torpedo 33,70%, dan berkotiledon 31,90%. Pada embriogenesis somatik sawit, pemberian CH 500 mg/l menghasilkan sebanyak 29,3 embrio/eksplan (Al-Khayri 2011).

Karena terjadi pencoklatan, kalus-kalus yang masih hidup dan berwarna putih atau putih kekuningan disubkultur ke media MS dengan penambahan TDZ 0,5 mg/l dan BA 0,7 mg/l. Pada subkultur pertama, terjadi perubahan struktur kalus menjadi lebih seragam dan padat, kemudian menghitam dan mulai terlihat struktur globular. Pada subkultur kedua, biakan diinkubasi di ruang terang dengan cahaya intensitas rendah, struktur-struktur globular tersebut mulai menghitam dan membentuk tunas (Gambar 5). Jumlah rata-rata embrio yang terbentuk adalah 33,8 embrio/eksplan.



Gambar 5. Tahapan perkembangan embriogenesis somatik manggis klon Leuwiliang (A) kalus *semi friable*; (B) kalus menghiijau; (C) globular; dan (D) kotiledon.

Berdasarkan analisis histologi (Gambar 6), pada setiap tahap perkembangan kalus embriogenik, terjadi perubahan morfologi. Pada tahap awal, seluruh sel memiliki bentuk dan ukuran yang sama. Pada tahap globular dan pendewasaan embrio, jelas terlihat bahwa antar embrio saling berpisah, tidak lagi menyatu dengan jaringan induk. Haccius (1978) mendefinisikan bahwa embrio somatik merupakan individu yang mempunyai struktur bipolar dengan jaringan pembuluh yang tidak lagi terhubung dengan jaringan induk.



Gambar 6. Struktur embrio manggis pada tahap pendewasaan berdasarkan analisis histologi dengan pewarnaan *safranin* 1% dan *fast green* 1% (dengan perbesaran 40X).

Kesimpulan

Kombinasi TDZ dan BA dapat menginduksi kalus embriogenik manggis. Media terbaik untuk induksi kalus embriogenik adalah TDZ 0,1 mg/l. Kalus yang mempunyai struktur *semi friable* dengan warna putih berpotensi membentuk embrio somatik. Kasein hidrolisat dan ekstrak malt tidak dapat menginduksi pembentukan embrio somatik manggis. Penggunaan kombinasi TDZ 0,5 mg/l dan BA 0,7 mg/l dapat menginduksi pembentukan embrio somatik manggis setelah dua kali subkultur ke media yang sama.

Daftar Pustaka

- Agarwal, S, Kanwar, K & Sharma, DR 2004, 'Factors affecting secondary somatic embryogenesis and embryo maturation in *Morus alba* L.', *Sci. Hort.*, vol. 102, pp. 359-368.
- Al-Khayri, JM 2011, 'Influence of yeast extract and casein hydrolysate on callus multiplication and somatic embryogenesis of date palm (*Phoenix dactylifera* L.)' *Sci. Hort.*, vol. 130, pp. 531-535.
- Cardoso, JC & Martinelli, AP 2012, 'Somatic embryogenesis from ovaries of sweet orange cv. Tobias', *Plant Cell Tiss. Organ Cult.*, vol. 109, pp. 171-177.
- Elviana, M, Rohani, ER, Ismanizan, I & Normah, MN 2011, 'Morphological and histological changes during the somatic embryogenesis of mangosteen', *Biol. Plant*, vol. 55, pp. 731-736.
- Ermayanti, TM & Rantau, DE 2009, 'Establishment of somatic embryogenesis of some mango cultivars (*Mangifera indica* L.) grown in Indonesia', *J. of bio. research in tropical region*. vol. 2, no. 2, pp. 1-5.
- George, EF & de Klerk, GJ 2008, 'The component of plant tissue culture media: macro- dan micro-nutrients'. Di dalam: George EF, Hall MA, de Klerk GJ, editor. *Plant propagation by tissue culture*. 3rd Edition. Volume 1. *The Backgorund*, Dordrecht: Springer-Verlag, pp.65-113.
- Gholami, AA, Alavi, SV, Majd A & Fallahian, F 2013, 'Plant regeneration through direct and indirect somatic embryogenesis from immature seeds of citrus', *Euro. J. Exp. Bio.*, vol. 3, no. 3, pp. 307-310.
- Haccius, B 1978, 'Question of unicellular origin of non-zygotic embryos in callus cultures', *Phytomorphology*, vol. 28, pp. 74-81
- Karami, O, Deljou, A & Pour, AM 2007, 'Repetitive somatic embryogenesis in carnation on pikloram supplemented media' *Plant Growth Regul.*, vol. 51, pp. 33-39.
- Khan, H, Siddique, I & Anis M 2006, 'Thidiazuron induced somatic embryogenesis and plant regeneration in *Capsicum annuum*', *Biologia Plantarum*, vol. 50, no. 4, pp. 789-792.
- Kiong, ALP, Wan, LS, Hussein, S & Ibrahim, R 2008, 'Induction of somatic embryos from different explants of *Citrus sinensis*', *J. of Plant Sci.*, vol. 3, no. 1, pp.18-32.
- Li, Z, Traore, A, Maximova, S & Guiltinan, MJ 1998, 'Somatic embryogenesis and plant regeneration from floral explants of cacao (*Theobroma cacao* L.) using thidiazuron', *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant*, vol. 4, pp. 293-299.
- Murch, SJ, Victor, JMR, Krishnaraj, S & Saxena, PK 1999, 'The role of proline in thidiazuron induced somatic embryogenesis of peanut', *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant*, vol. 35, pp. 102-105.
- Oktavia, F, Siswanto, Budiani, A & Sudarsono 2003, 'Embriogenesis somatik langsung dan regenerasi planlet kopi arabika (*Coffea arabika*) dari berbagai eksplan', *Menara Perkebunan*, vol. 71, no. 2, pp. 44-55.
- Patena, LF, Carlos-Refuerzo, LR & Barba, RC 2002, 'Embryogenesis and planlet regeneration in mango (*Mangifera indica* L.)', *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant*, vol. 38, pp. 173-177
- Rineksane, IA, Kadir, MA, Kadzimin, S & Zaman, FQ 2012, 'In vitro development of embryogenic calli and embryogenic stage in suspension culture of mangosteen', *J. Medical Plant Research*, vol. 6, no. 13, pp. 2549-2559.
- Riyadi, I & Tirtoboma 2004, 'Pengaruh 2,4-D terhadap induksi embrio somatik kopi arabika', *Buletin Plasma Nutfah*, vol. 10, no. 2, pp. 82-89.
- Riyadi, I, Tahardi, JS & Sumaryono 2005, 'The development of somatic embryos of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) on solid media' *Menara Perkebunan*, vol. 73, no. 2, pp. 35-43.

- Rohani, ER, Ismail, I & Normah, MN 2012, 'Somatic embriogenesis of mangosteen', *Plant Cell Tiss. Organ Cult.*, vol. 110, pp. 251-259.
- Roostika 2012, 'Pengembangan metode organogenesis dan embriogenesis somatik pada nenas (*ananas comosus* (L.) merr.) serta deteksi dini untuk mereduksi keragaman somaklonal, Disertasi, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Steinmacher, DA, Krohn, NG, Dantas, ACM, Stefenon, VM, Clement, CR & Guerra, MP 2007, 'Somatic embryogenesis in peach palm using the thin cell layer technique: induction, morpho-histological aspects and AFLP analysis of somaclonal variation', *Annals of Botany*, vol. 100, pp. 699-709.
- Sutanto, A, Aziz, MA & Rebin 2008, 'Perbanyakan *in vitro* pepaya (*Carica papaya* L.) melalui kultur suspensi sel', *Agrivita*, vol. 30, no. 2, pp. 99-104.
- Te-chato, S 1998, 'Recent potential in the biotechnology of mangosteen I: Micropropagation', *Songklanarin J. Sci. Technol.*, vol. 20, no. 3, pp. 275-284.
- Victor, JMR, Murch, SJ, KrishnaRaj, S & Saxena, PK 1999, 'Somatic embryogenesis and organogenesis in peanut: The role of thidiazuron and N6-benzylaminopurine in the induction of plant morphogenesis. *Plant Growth Regul.*, vol. 28, no. 9-15.
- Zhang, CL, Chen, DF, Elliott, MC & Slater, A 2001, 'Thidiazuron-induced organogenesis and somatic embryogenesis in sugar beet (*Beta vulgaris* L.)', *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant.* vol. 37, no. 305-310.