

Buletin Riset

**TANAMAN REMPAH DAN
ANEKA TANAMAN INDUSTRI**

Bulletin of Research on Spice and Industrial Crops

Volume 2, Nomor 1, 2011

Terakreditasi
No. 312/Akred-LIPI/P2MBI/10/2010
Tanggal 27 Oktober 2010

Buletin Ristri	Vol. 2	No. 1	2011	Halaman 1-116	ISSN : 2085-1685
-----------------------	---------------	--------------	-------------	----------------------	-------------------------



BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
Indonesian Agency for Agricultural Research and Development
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERKEBUNAN
Indonesian Center for Estate Crops Research and Development
Bogor, Indonesia

Buletin Ristri Volume 2 No. 1, 2011

PENANGGUNG JAWAB

Kepala Pusat Penelitian dan
Pengembangan Perkebunan

PENYUNTING AHLI

Ketua merangkap anggota

Agus Wahyudi (Agroekonomi)

Anggota

Syafaruddin (Pemuliaan)

Rita Harni (Fitopatologi)

M. Hadad, EA (Pemuliaan)

Iwa Mara Trisawa (Entomologi)

Usman Daras (Agronomi)

Alamat Redaksi

Jl. Raya Pakuwon km 2 Parungkuda,
Sukabumi 43357

Telp. (0266)7070941/533283

Faks. (0266) 6542087

e-mail: balittri@litbang.deptan.go.id

<http://balittri.litbang.deptan.go.id>

Sumber Dana

DIPA 2011

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan
Aneka Tanaman Industri

MITRA BESTARI

Henkie T. Luntungan (Pemuliaan)

Djiman Sitepu (Proteksi)

Pasril Wahid (Agronomi/Ekofisiologi)

Sri Utami Kuntjoro (Sosial Ekonomi/

Agribisnis)

ISSN: 2085-1685

PENYUNTING PELAKSANA

Gusti Indriati

Intan Nurhayati

Terakreditasi

No.312/Akred-LIPI/P2MBI/10/2010

Tanggal 27 Oktober 2010

Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri
terbit 3 nomor setahun memuat karya tulis ilmiah hasil penelitian dan
tinjauan tentang tanaman rempah dan industri yang belum pernah dipublikasikan

TANAMAN REMPAH DAN ANEKA TANAMAN INDUSTRI

Bulletin of Research on Spice and Industrial Crops

Volume 2 Nomor 1, 2011

Kelayakan penerapan praktek pertanian sehat pada usahatani lada (Bedy Sudjarmoko dan Amrizal M. Rivai)	1-8
Pengaruh bahan pembenah tanah terhadap pertumbuhan lada pada tanah bekas tambang timah Bangka (Kurnia Dewi Sasmita, Yulius Ferry dan Juniaty Towaha)	9-16
Isolasi fungi mikoriza arbuskula asal vegetasi lahan bekas tambang timah dan pertanaman lada (<i>Piper nigrum</i> L.) di Kabupaten Bangka (Khaerati dan Gusti Indriati)	17-20
Karakteristik buah dan minyak kemiri minyak (<i>Reutealis trisperma</i> (Blanco) Airy Shaw) populasi Majalengka dan Garut (Maman Herman dan Dibyo Pranowo)	21-28
Respon pertumbuhan dan tingkat toleransi pembibitan beberapa varietas lada terhadap lamanya cekaman air (Edi Wardiana, Asep Sunarya dan Moh. Saefudin)	29-36
Status of important pepper pests in Indonesia and the management development (Deciyanto S, I Wayan Laba dan Iwa Mara Trisawa)	37-48
Kekerabatan genetik koleksi plasma nutfah piretrum (<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> Trev.) di Kebun Percobaan Gunung Putri (Enny Randriani, Cici Tresniawati dan Edi Wardiana)	49-56
Pengaruh tingkat naungan terhadap keberhasilan grafting jambu mete (Handi Supriadi, Enny Randriani dan Nana Heryana)	57-64
Faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi teknologi lada di Kabupaten Belitung (Agus Wahyudi dan Abdul Muis Hasibuan)	65-74
Peranan <i>Trichoderma</i> dan Fungi Mikoriza Arbuskula untuk pengendalian penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada (Khaerati, Kurnia Dewi Sasmita dan Rita Harni)	75-80
Peluang adopsi inovasi budidaya gambir di Sumatera Barat (Dewi Listyati, Bedy Sudjarmoko dan Abdul Muis Hasibuan)	81-88
Variabilitas genetik plasma nutfah lada (<i>Piper nigrum</i> L.) berdasarkan marka random amplified polymorphic DNA (Syafaruddin dan Cici Tresniawati)	89-98
Pengaruh varietas dan waktu fermentasi terhadap etanol yang dihasilkan dari buah semu jambu mete (Juniaty Towaha, Gusti Indriati dan NR. Ahmadi)	99-104
Induksi kalus embriogenik lada (<i>Pipper nigrum</i> L.) varietas Petaling-1 melalui embriogenesis somatik (Meynarti Sari Dewi Ibrahim, Nurya Yuniati, Indah Sulistiyorini dan Syafaruddin)	105-110
Keragaan pertumbuhan delapan nomor jambu mete grafting asal Sumba Barat Daya, Nusa Tenggara Timur (Saefudin, Nana Heryana dan Usman Daras)	111-116

KELAYAKAN PENERAPAN PRAKTEK PERTANIAN SEHAT PADA USAHATANI LADA

Bedy Sudjarmoko dan Amrizal M. Rivai

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri

Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

bedy_sm@yahoo.com

(Diajukan tanggal 16 November 2010, diterima tanggal 9 Pebruari 2011)

ABSTRAK

Posisi Indonesia sebagai salah satu produsen dan pengekspor utama lada di pasar internasional semakin terdesak oleh Vietnam. Hal ini disebabkan oleh rendahnya produktivitas tanaman. Masalah tersebut terjadi akibat belum diterapkannya teknologi anjuran sesuai GAP. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan penggunaan teknologi anjuran sesuai PPS dibanding cara tradisional yang biasa digunakan oleh petani lada. Penelitian dilaksanakan di Lampung untuk memperoleh data yang meliputi komponen-komponen biaya dan penerimaan usahatani, diperoleh dari hasil pengamatan langsung baik di petani maupun plot percobaan di KP Cahaya Negeri. Analisis menggunakan metode *Discounted Cash Flow* (DCF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi anjuran pada tanaman lada, baik untuk kegiatan intensifikasi maupun rehabilitasi, memberikan kelayakan yang lebih tinggi dibanding cara tradisional petani. Karena penggunaan teknologi anjuran ini sangat berkaitan erat dengan kondisi sosial dan ekonomi petani lada, maka perlu dicari solusi tepat agar budidaya sesuai PPS dapat diadopsi secara cepat dan meluas oleh petani lada Indonesia.

Kata kunci: Lada, Praktek Pertanian Sehat, kelayakan

ABSTRACT

Feasibility of GAP application in black pepper cultivation. The position of Indonesia as a main producer and exporter of black pepper in the international market has been shifted by Vietnam. This is due to low productivity of the crop likely induced by Good Agricultural Practices (GAP) might not be applied at farmers level. The objective of this study was to analyse feasibility of GAP application compared to technology commonly used by farmers. The study was conducted at Lampung, and data were collected from farmers and Cahaya Negeri Research Station, Lampung. Collected Data were then analysed by using Discounted Cash Flow (DCF) method. Results showed that the application of GAP, both intensification and rehabilitation activities, provide greater benefits than the common way usually used by farmers in black pepper growing. This result implies that the application of GAP should be widely adopted by farmers

Keywords: Pepper, Good Agricultural Practices, feasibility

PENDAHULUAN

Lada (*Piper nigrum* L.) termasuk tanaman perkebunan utama yang produksinya menjadi andalan ekspor dan penghasil devisa setelah minyak kelapa sawit (CPO), karet, kakao dan kopi. Pada tahun 2003, ekspor lada Indonesia mencapai 51.546 ton dengan nilai sebesar US\$ 93.445.000. Sedangkan pada tahun 2005, volume ekspor turun menjadi 34.556 ton dengan nilai US\$ 58.468 (Ditjenbun, 2007). Sejak tahun 2006, ekspor lada kembali meningkat menjadi sebesar 36.953 ton dengan nilai US\$ 77.258.000 (Ditjenbun, 2009), dan pada tahun 2008 sebanyak 52.964 ton dengan

nilai US\$ 186.672.492. Jumlah petani yang terlibat dalam usahatani lada mencapai 0,31 juta kepala keluarga dan menghidupi lebih 1,5 juta orang yang tersebar di 28 provinsi dengan sentra utama Bangka Belitung, Lampung, Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah dan Sulawesi Selatan (Ditjenbun, 2009).

Dalam sepuluh tahun terakhir ini, kontribusi lada Indonesia di pasar dunia semakin menurun. Negara utama yang menjadi pesaing lada Indonesia adalah Vietnam. Pada tahun 1995, Vietnam menduduki posisi keempat sebagai produsen lada hitam, sedangkan Indonesia adalah produsen utama. Tetapi sejak tahun 2000, Vietnam

telah menggeser posisi Indonesia dan menjadi negara utama penghasil lada hitam. Demikian juga untuk lada putih, tanpa perbaikan mendasar posisi Indonesia juga terancam oleh Vietnam. Sejak tahun 2003 Vietnam juga menjadi pesaing utama Indonesia untuk produk lada putih (Idris, 2007; Maulida, 2007).

Faktor utama penyebab tergesernya posisi Indonesia oleh Vietnam adalah tidak diterapkannya teknologi anjuran oleh petani lada Indonesia. Teknologi anjuran sesuai *Good Agricultural Practices* (GAP) atau Praktek Pertanian Sehat (PPS) sudah disusun dan sudah disebarluaskan. Namun demikian teknologi tersebut belum mampu diadopsi sepenuhnya oleh petani lada di Indonesia. Beberapa kendala yang dihadapi oleh petani lada untuk menerapkan teknologi anjuran tersebut adalah: 1) lemahnya kondisi sosial ekonomi, khususnya aspek permodalan; 2) terbatasnya akses informasi pasar; 3) lemahnya posisi tawar (*bargaining position*) petani menghadapi pedagang, eksportir, dan pelaku pasar lainnya; 4) sempitnya rataan lahan usahatani yang dikelola; 5) fluktuatifnya harga produk sedangkan harga input produksi terus meningkat; dan 6) kompetisi dari tanaman kelapa sawit dan kakao di daerah sentra produksi.

Akibatnya, petani tidak lagi mampu memelihara tanaman lada dengan baik, bahkan luas areal tanaman lada di daerah-daerah penghasil utama (Lampung dan Bangka Belitung) terus menurun dengan drastis (Ditjenbun, 2009). Tanaman menjadi sangat rentan terhadap serangan hama dan penyakit, khususnya BPB (Busuk Pangkal Batang) dan produktivitasnya menjadi sangat rendah. Kemampuan petani lada untuk dapat mengadopsi teknologi anjuran sesuai PPS menjadi semakin rendah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan penggunaan teknologi lada sesuai dengan PPS, khususnya untuk intensifikasi dan rehabilitasi tanaman lada.

BAHAN DAN METODE

Kerangka Pemikiran

Intensifikasi adalah kegiatan memperbaiki tanaman dengan cara melakukan pemeliharaan dan pemulihan tanaman bila kondisi kerusakan tanaman lada maksimum 30 persen. Sedangkan rehabilitasi

adalah kegiatan memulihkan tanaman dengan cara melakukan pemeliharaan dan perbaikan tanaman bila kondisi kerusakan tanaman lada telah mencapai 70 persen. Sasaran utama dari intensifikasi dan rehabilitasi tanaman lada ini adalah untuk mencapai populasi ideal (hingga 100 persen) dari satuan lahan yang diusahakan agar produksi optimum dapat tercapai. Dengan demikian, maka produksi per satuan waktu dan luas lahan tanaman lada yang diusahakan akan optimal sesuai dengan potensinya.

Teknologi lada sesuai anjuran Praktek Pertanian Sehat (PPS) atau GAP (*Good Agriculture Practices*) adalah teknologi yang diterapkan dengan mengacu kepada cara-cara budidaya dan pengolahan yang baik, sehingga produksi yang dihasilkan sesuai dengan potensi genetis dan kualitas produknya sesuai dengan standar teknis yang diinginkan pasar. Cara-cara ini meliputi aspek persiapan penanaman (pengolahan lahan, pemilihan benih unggul), penanaman, pemeliharaan (penyulaman tanaman, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, pengendalian gulma), panen dan pengolahan produk, termasuk aspek penanganan produk dalam proses distribusi pemasaran.

Dengan teknologi ini, maka input produksi yang digunakan meningkat, begitu juga biaya produksinya. Pada gilirannya diharapkan output dan nilai produksi yang diperoleh meningkat lebih tinggi sehingga peningkatan biaya produksi dapat dikompensasi oleh meningkatnya nilai produksi (penerimaan usahatani) atau keuntungan usahatani bertambah. Hasil akhir dari penerapan teknologi sesuai PPS ini adalah secara mikro pendapatan petani akan meningkat, secara makro produk lada Indonesia akan meningkat kuantitas dan kualitasnya sehingga dapat memenuhi standar produk yang ditetapkan. Pada tahap lebih lanjut, produk lada Indonesia akan meningkat daya saingnya di pasar internasional karena memiliki keunggulan kompetitif dan komparatif dibanding produk sejenis yang dihasilkan oleh negara pesaing lainnya (Vietnam, Malaysia, dan Brazilia).

Data dan Sumber data

Data yang digunakan meliputi komponen-komponen biaya dan penerimaan usahatani, yaitu: biaya tenaga kerja, biaya penggunaan bahan dan alat, biaya panen, biaya pengolahan dan pemasaran, produksi lada, dan harga lada). Data tersebut

diperoleh dari hasil pengamatan langsung atas plot-plot percobaan yang digunakan. Setiap plot percobaan terdiri atas 16 pohon efektif pada ukuran lahan seluas 100 m². Percobaan dilaksanakan di Kebun Percobaan Cahaya Negeri, Lampung dan kebun petani binaan di kabupaten Lampung Utara, menggunakan teknologi anjuran sesuai PPS. Selain itu untuk perbandingan terhadap yang dilakukan petani menggunakan data sekunder.

Metode Analisis

Analisis data dilakukan dengan cara membandingkan nilai kriteria kelayakan penggunaan teknologi anjuran sesuai PPS dengan teknologi tradisional yang diterapkan oleh petani. Beberapa asumsi yang digunakan sebagai dasar analisis adalah: 1) sistem tanam adalah monokultur, jarak tanam 2.5 m x 2.5 m, dengan populasi tanaman 1.600 pohon/hektar dan menggunakan tiang panjat hidup; 2) semua harga input dan output dihitung menggunakan standar harga yang berlaku pada tahun 2008; 3) periode analisis dihitung sesuai umur ekonomis tanaman, yaitu 12 tahun untuk tanaman lada hasil intensifikasi dan rehabilitasi, dan 7 tahun untuk tanaman lada yang dikelola secara tradisional oleh petani; 4) tingkat bunga diskonto (*discount factor*) ditetapkan sebesar 18% dan 20%; 5) satuan analisis adalah satu hektar pertanaman lada.

a. Analisis kelayakan

Kelayakan pengusahaan tanaman lada menggunakan teknologi anjuran dan tradisional dihitung dengan menggunakan beberapa kriteria kelayakan, yaitu: *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Net Benefit Cost Ratio* (*Net B/C Ratio*) (Gittinger, 2000).

Kriteria NPV adalah selisih antara nilai kini (*present value*) dari arus pendapatan kotor dengan nilai kini (*present value*) dari arus biaya (Persamaan 1).

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{TR_t - TC_t}{(1+i)^t} \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

NPV	= nilai kini pendapatan bersih
TR_t	= total pendapatan kotor tahun ke-t
TC_t	= total biaya pada tahun ke-t
i	= tingkat diskonto
n	= umur investasi/periode analisis

Teknologi dinyatakan layak untuk dilaksanakan apabila NPV lebih dari nol (bernilai positif). Kriteria IRR adalah suatu tingkat suku bunga diskonto (*discount rate*) yang dapat membuat besarnya NPV sama dengan nol, atau yang dapat membuat besarnya nilai B/C-Ratio sama dengan 1 (Persamaan 2). Jika IRR lebih besar dari tingkat suku bunga perbankan yang berlaku, maka teknologi dinyatakan layak dilaksanakan.

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1) \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

i_1	= tingkat diskonto yang menghasilkan NPV bernilai positif
i_2	= tingkat diskonto yang menghasilkan NPV bernilai negatif
NPV_1	= NPV dengan tingkat bunga diskonto i_1
NPV_2	= NPV dengan tingkat bunga diskonto i_2

Kriteria *Net B/C ratio* merupakan perbandingan antara NPV pada masa produksi (bernilai positif) dengan NPV pada masa investasi (bernilai negatif). Jika *Net B/C ratio* lebih besar daripada satu maka teknologi layak untuk dilaksanakan.

b. Analisis sensitivitas

Tingkat kelayakan yang diminta oleh para pemilik modal yang akan menanamkan modalnya akan meningkat sejalan dengan makin tingginya resiko investasi. Resiko investasi dapat dilihat dari kepekaan atau sensitivitasnya bila terjadi beberapa perubahan atas penerapan suatu teknologi. Resiko yang paling sering terjadi dalam bidang perkebunan adalah terjadinya perubahan dalam harga output dan tidak tercapainya target produksi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini analisa sensitivitas akan dihitung dengan menggunakan dua skenario, yaitu: 1) harga produksi lada turun sebesar 10%; dan 2) produksi lada turun sebesar 10%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelayakan Rehabilitasi

Kegiatan rehabilitasi tanaman lada membutuhkan biaya investasi sebesar Rp 24.129.500; terdiri atas biaya tenaga kerja Rp 10.850.000; dan biaya bahan sebesar Rp 13.279.500. Sedangkan biaya pemeliharaan tanaman bervariasi sesuai dengan umur tanaman,

yaitu berkisar antara Rp 10.392.500-Rp 16.645.000. Penerimaan baru diperoleh pada tahun ke tiga yaitu sebesar Rp 13.248.000 dan terus meningkat sesuai dengan produksi yang dihasilkan. Penerimaan tertinggi diperoleh pada saat tanaman berumur 5–10 tahun, yaitu sebesar Rp 55.200.000 dan kembali menurun tinggal Rp 22.080.000 di akhir periode pengusahaan (Lampiran 1).

Berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, rehabilitasi tanaman lada menggunakan teknologi PPS menunjukkan bahwa secara finansial menguntungkan untuk dilaksanakan. Pada tingkat bunga diskonto sebesar 18%, nilai kini penerimaan yang diperoleh adalah sebesar Rp 122.574.912, nilai kini biaya sebesar Rp 89.451.645, NPV sebesar Rp 33.123.267; *Net B/C-Ratio* sebesar 1,81; dan IRR sebesar 32,02%. Nilai-nilai tersebut menurun pada tingkat bunga diskonto 20%, masing-masing menjadi Rp 118.429.392; Rp 86.823.015; Rp 31.606.377; 1,68; dan 30,16% (Tabel 1). Walaupun nilai kriteria-kriteria tersebut turun, akan tetapi NPV tetap bernilai positif, *Net B/C-Ratio* masih lebih besar dari satu, dan IRR masih cukup tinggi. Nilai kriteria tersebut lebih tinggi dibanding kegiatan yang dilakukan oleh petani lada di daerah Lampung yang hanya memberikan NPV sebesar Rp 273.840, *Net B/C-Ratio* sebesar 1,02 dan IRR sebesar 24, 63% (Nurasa dan Supriatna, 2005).

Perbedaan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu: penggunaan benih, intensitas pemupukan, dan pemeliharaan tanaman. Dalam hal benih tanaman, petani di Lampung masih menggunakan benih lokal yang potensi produksinya memang lebih rendah dibanding varietas unggul. Menurut Kemala (2007), dominannya penggunaan benih lokal ini disebabkan oleh masih belum terjangkaunya industri perbenihan lada oleh petani, terutama dari segi harga benih. Dengan benih lokal, produksi optimum yang mampu diperoleh petani hanya mencapai 0,70 ton/ha/tahun, sementara varietas unggul mencapai 2,4-4,0 ton/ha/tahun.

Untuk pemupukan, petani lada di Lampung tidak pernah memupuk sesuai dengan dosis anjuran, maksimal hanya setengah dari dosis pupuk yang direkomendasikan dalam PPS. Bahkan untuk pemeliharaan tanaman, terutama dalam hal serangan penyakit, petani relatif tidak melakukan

pengendalian sama sekali (Nurasa dan Supriatna, 2005).

Disamping masalah-masalah tersebut di atas, secara umum lada petani dihadapkan pada masalah: 1) produktivitas tanaman dan mutu produk yang rendah; 2) tingginya kehilangan hasil akibat serangan hama dan penyakit; 3) usahatani yang belum efisien; 4) rendahnya usaha peningkatan mutu dan diversifikasi produk; dan 5) lambatnya proses alih teknologi ke tingkat petani (Mahmud, *et. al.*, 2003 dan Zaubin, 2003).

Sensitivitas Rehabilitasi

Kemampuan usahatani lada untuk merespon perubahan-perubahan yang terjadi selama berlangsungnya usahatani, ditunjukkan oleh tingkat sensitivitasnya atas perubahan-perubahan tersebut.

Berdasarkan skenario yang sudah ditetapkan, maka hasil analisis sensitivitas dari rehabilitasi tanaman lada menggunakan teknologi PPS dengan turunnya harga output sebesar 10%, maka akan mengakibatkan nilai NPV dan *Net B/C-Ratio* turun masing-masing menjadi Rp 24.178.103 dan 1,54 (pada tingkat diskonto 18 %), atau menjadi Rp. 22.924.076 dan 1,51 (pada tingkat diskonto 20%). Sedangkan nilai IRR turun menjadi 28,45%. Begitu juga bila produksi turun sebesar 10%, NPV dan *Net B/C-Ratio* turun masing-masing menjadi Rp 20.865.776 dan 1.51 (pada tingkat diskonto 18 %) atau menjadi Rp. 19.763.438 dan 1.49 (pada tingkat diskonto 20%).

Nilai *Internal Rate of Return* IRR turun menjadi 28,04% (Tabel 2). Walaupun dua skenario perubahan tersebut telah menyebabkan semua nilai kriteria kelayakan turun, akan tetapi secara finansial rehabilitasi tanaman lada dengan teknologi anjuran PPS tetap layak untuk dilaksanakan.

Kelayakan Intensifikasi

Kegiatan intensifikasi tanaman lada membutuhkan biaya investasi sebesar Rp 17.850.000; terdiri atas biaya tenaga kerja Rp 6.000.000; dan biaya bahan sebesar Rp 11.850.000. Sedangkan biaya pemeliharaan tanaman bervariasi sesuai dengan umur tanaman, yaitu berkisar antara Rp 10.392.500-Rp 16.645.000. Penerimaan baru diperoleh pada tahun ke tiga yaitu sebesar Rp 13.248.000 dan terus meningkat sesuai dengan produksi yang

dihasilkan. Penerimaan tertinggi diperoleh pada saat tanaman berumur 5–10 tahun, yaitu sebesar Rp 55.200.000 dan kembali menurun tinggal Rp 22.080.000 di akhir periode pengusahaan (Lampiran 2).

Berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, intensifikasi tanaman lada menggunakan teknologi PPS menunjukkan bahwa secara finansial juga menguntungkan untuk dilaksanakan. Pada tingkat bunga diskonto sebesar 18%, nilai kini penerimaan yang diperoleh adalah sebesar Rp 122.574.912, nilai kini biaya sebesar Rp 83.172.145, NPV sebesar Rp 39.402.767; *Net B/C-Ratio* sebesar 2,21; dan IRR sebesar 32,82%. Nilai-nilai tersebut menurun pada tingkat bunga diskonto 20%, masing-masing menjadi Rp 118.429.392; Rp 80.543.515; Rp 37.885.877; 2,05; dan 29,24% (Tabel 1). Walaupun nilai kriteria-kriteria tersebut turun, akan tetapi NPV tetap bernilai positif, *Net B/C-Ratio* masih lebih besar dari satu, dan IRR masih cukup tinggi. Nilai kriteria tersebut masih lebih tinggi dibanding kegiatan yang dilakukan oleh petani lada di daerah Bangka yang hanya memberikan NPV sebesar Rp 4.120.000, *Net B/C-Ratio* sebesar 1,23 dan IRR sebesar 32,19% (Nurasa, 2003).

Rendahnya kelayakan lada putih di Kabupaten Bangka khususnya, dan Provinsi Bangka-Belitung umumnya, yang sejak lama dikenal menjadi pusat produksi lada putih, kondisi sebagian besar pertanaman petani sangat memprihatinkan, pemeliharaan sangat minimum bahkan tanpa pemeliharaan (Syakir, *et. al.* 2009). Disamping itu, Sumberdaya manusia yang terlibat dalam agribisnis lada di Bangkakitandai dengan usia rata-rata 40 tahun, lama pendidikan formal rata-rata 8 tahun, dan rata-rata pengalaman selama 19 tahun (Elizabeth, 2006). Hal ini juga sejalan dengan fenomena yang disampaikan Muis (2007), bahwa permasalahan yang umum terjadi pada komoditas rempah termasuk lada adalah masalah budidaya, produktivitas yang sangat rendah, mutu hasil yang rendah sehingga tidak dapat bersaing dan juga sistem kelembagaan petani yang sangat lemah. Kondisi inilah yang menyebabkan dalam satu dasawarsa terakhir, situasi perkebunan lada Indonesia mengalami kemunduran dari semua segi. Dari segi yang paling umum seperti luas areal tanaman, produksi, dan ekspor mengalami kemunduran yang sangat signifikan, apalagi dari

segi inovasi hampir tidak ada kemajuan walaupun tidak disebut kemunduran.

Oleh karena itu, meskipun pelaku yang terlibat telah memiliki pengalaman yang sangat panjang, namun sifat keahlian yang turun temurun dan tingkat pendidikan yang rendah, telah mengakibatkan orientasi produktivitas, potensi kreati-vitas, dan motivasi kemajuan secara personil bernilai rendah. Sebagai akibatnya, tingkat kemajuan yang menunjukkan kemampuan untuk menggunakan teknologi untuk pekerjaan, kemampuan untuk mengoptimalkan kerja dari seluruh komponen, dan kemampuan untuk menjalankan komponen inovasi untuk peningkatan kesejahteraan tidak optimal (Wahyudi dan Wulandari, 2009).

Tabel 1. Kelayakan Rehabilitasi dan Intensifikasi

Table 1. Feasibility of Rehabilitation and Intensification

Nilai Kini	Tingkat Diskonto	
	18%	20%
Rehabilitasi		
Penerimaan (Rp)	122.574.912	118.429.392
Biaya (Rp)	89.451.645	86.823.015
Penerimaan Bersih (Rp)	33.123.267	31.606.377
Net B/C-Ratio	1,81	1,68
IRR (%)	32,02	30,16
Intensifikasi		
Penerimaan (Rp)	122.574.912	118.429.392
Biaya (Rp)	83.172.145	80.543.515
Penerimaan Bersih (Rp)	39.402.767	37.885.877
Net B/C-Ratio	2,21	2,05
IRR (%)	32,82	29.24

Tabel 2. Analisis Sensitivitas Rehabilitasi dan Intensifikasi

Table 2. Sensitivity Analysis for Rehabilitation and Intensification

Komponen Analisis	Kriteria Investasi				
	NPV (Juta Rp)		Net B/C		IRR (%)
	18%	20%	18%	20%	
Rehabilitasi					
Harga Output Turun 10%	24,2	22,9	1.54	1.51	28.45
Produksi Turun 10 %	20,9	19,8	1.51	1.49	28.04
Intensifikasi					
Harga Output Turun 10%	31,1	29,8	1.80	1.58	27.32
Produksi Turun 10 %	27,1	26,0	1.77	1.45	28.89

Sensitivitas Intensifikasi

Hasil analisis sensitivitas dari intensifikasi tanaman lada bila harga output turun sebesar 10%, maka NPV dan *Net B/C-Ratio* turun masing – masing menjadi Rp 24.178.103; dan 1.54 (pada tingkat diskonto 18 %) atau menjadi Rp. 22.924.076; dan 1.51 (pada tingkat diskonto 20%). Sedangkan nilai IRR turun menjadi 28.45% (Tabel 2).

Begitu juga bila produksi turun sebesar 10%, maka NPV dan *Net B/C-Ratio* turun masing-masing menjadi Rp 20.865.776; dan 1.51 (pada tingkat diskonto 18 %). Sedangkan atau menjadi Rp. 19.763.438; dan 1.49 (pada tingkat diskonto 20%). Sedangkan nilai IRR turun menjadi 28.04%.

Walaupun dua perubahan tersebut telah menyebabkan semua nilai kriteria kelayakan menurun, akan tetapi secara finansial rehabilitasi tanaman lada dengan teknologi anjuran sesuai PPS tetap layak untuk dilaksanakan.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

Kesimpulan

Pengusahaan lada menggunakan teknologi Praktek Pertanian Sehat (PPS), baik untuk kegiatan intensifikasi maupun rehabilitasi tanaman, secara finansial sangat layak untuk dilaksanakan dan jauh lebih menguntungkan bila dibanding cara tradisional yang biasa digunakan oleh petani.

Untuk mengejar ketertinggalan dari Vietnam yang telah menggeser posisi Indonesia di pasar dunia, maka petani harus segera didorong untuk menerapkan teknologi PPS (penggunaan benih unggul, penggunaan pupuk dan pestisida secara mandiri, produksi lada sehat, pengolahan dan pemasaran produk lada yang diperoleh melalui inovasi). Agar teknologi PPS dapat digunakan secara luas oleh petani lada Indonesia, kebijakan lain yang dibutuhkan adalah kebijakan penyediaan permodalan, kebijakan alokasi anggaran khusus, dan kebijakan pengembangan industri hilir.

Implikasi

Upaya untuk memperbaiki kondisi lada Indonesia, hanya dapat dilakukan jika petani lada di Indonesia menerapkan teknologi sesuai dengan Praktek Pertanian Sehat/PPS (penggunaan benih unggul, penggunaan pupuk dan pestisida secara mandiri, produksi lada sehat, pengolahan dan pemasaran produk lada yang diperoleh melalui inovasi). PPS merupakan inovasi teknologi dan kelembagaan dari praktek pertanian berkelanjutan, pertanian yang mampu menghasilkan biomas bermanfaat secara maksimal, dengan mengambil materi dari alam secara minimal sehingga tidak menyebabkan ketidakseimbangan alam dalam jangka panjang.

Untuk memproduksi lada dengan tetap mempertahankan keseimbangan sumberdaya alam, diperlukan paling tidak empat upaya yaitu: (a) Intensifikasi lada pada satuan-satuan usahatani lada yang lebih dari 75% tanamannya masih sehat; (b) Rehabilitasi lada pada satuan-satuan usahatani lada yang 50-75% tanamannya masih sehat; (c) Peremajaan lada pada satuan-satuan usahatani yang sebagian besar tanamannya sudah rusak atau tua; dan (d) Ekstensifikasi lada pada lahan-lahan baru yang memiliki kesesuaian tanah dan iklim.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Dyah Manohara, Peneliti Utama Balitro untuk arahan dan bimbingannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2007. Statistik Perkebunan Indonesia 2004 – 2006: Lada (*Pepper*). Direktorat Jenderal Perkebunan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2009. Statistik Perkebunan Indonesia 2008: Lada (*Pepper*). Direktorat Jenderal Perkebunan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Elizabeth, R. 2005. Keragaan komoditas lada Indonesia (Studi Kasus di Kabupaten Bangka). *Socio Economic of Agriculture and Agribusiness*. Volume 5, No. 1. Februari 2005.
- Gittinger, J.P. 2000. Analisis Ekonomi Proyek-Proyek Pertanian (Terjemahan), Universitas Indonesia Press, Edisi Revisi. Jakarta.
- Idris, D.K.E. 2007. Potensi dan masalah pemasaran lada. Prosiding Seminar Nasional Rempah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Badan Litbang Pertanian. Bogor, 21 Agustus 2007.

- Kemala, S. 2007. Strategi Pengembangan Sistem Agribisnis Lada untuk Meningkatkan Pendapatan Petani. Perspektif. Review Penelitian Tanaman Industri. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor. Volume 6 - Nomor 1: 47 – 55.
- Mahmud, Z., S. Kemala, S. Damanik, dan Y. Ferry. 2003. Profil Komoditas Perkebunan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor. 45 p.
- Maulida, D. 2007. Strategi pengembangan ekspor dan perdagangan rempah. Prosiding Seminar Nasional Rempah. Bogor, 21 Agustus 2007. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.
- Muis, R. 2007. Kebijakan pengembangan rempah Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Rempah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Badan Litbang Pertanian. Bogor, 21 Agustus 2007.
- Nurasa, T. 2003. Analisis Kelayakan Finansial Lada Putih Di Kabupaten Bangka. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian. Bogor.
- Nurasa, T. dan A. Supriatna, 2005. Analisis kelayakan finansial lada hitam. Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis. Fakultas Pertanian Universitas Udayana 5 (1): 10 - 15.
- Syakir, M., A. Wahyudi, dan A. M. Hasibuan. 2009. Strategi Revitalisasi Lada di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Inovasi Revitalisasi Perkebunan Lada Bangka Belitung. Unit Penerbitan Balittri. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. p: 1 – 10.
- Wahyudi, A. dan S. Wulandari. 2009. Peningkatan Daya Saing Lada Melalui Penerapan Manajemen Teknologi Terpadu. Inovasi Revitalisasi Perkebunan Lada Bangka Belitung. Unit Penerbitan Balittri. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. p: 11 - 22
- Zaubin, R. 2003. Strategi Pemeliharaan Kebun Lada Menghadapi Fluktuasi Harga. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 25 (6): 14 – 17.

Lampiran 1. Analisis biaya dan penerimaan rehabilitasi tanaman lada dengan teknologi PPS

Tahun	Penerimaan (Rp)			Biaya (Rp)		
	Produksi (Kg)	Harga (Rp/kg)	Total Penerimaan (Rp)	Gaji/Upah	Bahan	Total Biaya
0	0	23,000	0	10,850,000	13,279,500	24,129,500
1	0	23,000	0	7,825,000	2,567,500	10,392,500
2	0	23,000	0	5,550,000	5,715,000	11,265,000
3	576	23,000	13,248,000	6,950,000	5,777,500	12,727,500
4	1440	23,000	33,120,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
5	2400	23,000	55,200,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
6	2400	23,000	55,200,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
7	2400	23,000	55,200,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
8	2400	23,000	55,200,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
9	2400	23,000	55,200,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
10	2400	23,000	55,200,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
11	1200	23,000	27,600,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
12	960	23,000	22,080,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
			427,248,000	102,725,000	105,594,500	208,319,500

Lampiran 2. Analisis biaya dan penerimaan intensifikasi tanaman lada dengan teknologi PPS

Tahun	Penerimaan			Biaya		
	Produksi (Kg)	Harga (Rp/kg)	Total Penerimaan (Rp)	Upah (Rp)	Bahan (Rp)	TotalBiaya
0	0	23,000	0	6,000,000	11,850,000	17,850,000
1	0	23,000	0	7,825,000	2,567,500	10,392,500
2	0	23,000	0	5,550,000	5,715,000	11,265,000
3	576	23,000	13,248,000	6,950,000	5,777,500	12,727,500
4	1440	23,000	33,120,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
5	2400	23,000	55,200,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
6	2400	23,000	55,200,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
7	2400	23,000	55,200,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
8	2400	23,000	55,200,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
9	2400	23,000	55,200,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
10	2400	23,000	55,200,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
11	1200	23,000	27,600,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
12	960	23,000	22,080,000	7,950,000	8,695,000	16,645,000
			427,248,000	97,875,000	104,165,000	202,040,000

PENGARUH BAHAN PEMBENAH TANAH TERHADAP PERTUMBUHAN LADA PADA TANAH BEKAS TAMBANG TIMAH BANGKA

Kurnia Dewi Sasmita, Yulius Ferry dan Juniaty Towaha

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri

Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

kdsasmita@yahoo.co.id

(Diajukan tanggal 19 November 2010, diterima tanggal 9 Pebruari 2011)

ABSTRAK

Usaha perluasan lahan pertanaman lada (*Piper nigrum* L.) di bekas lahan tambang yang cukup luas di Bangka merupakan solusi alternatif dalam upaya meningkatkan produksi lada putih. Namun demikian tanah bekas tambang menghadapi kendala yaitu masalah fisik, kimia dan biologi. Aplikasi pembenh tanah dianggap dapat memecahkan masalah tersebut sebelum revegetasi dilakukan. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan teknik pembenh tanah untuk meningkatkan pertumbuhan lada di tanah bekas tambang timah. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, dengan faktor pertama adalah campuran media tanam yaitu campuran tanah tambang + tanah liat (3:2); campuran tanah tambang + kompos limbah pasar (3:2); campuran tanah tambang + tanah liat + kompos limbah pasar (3:1:1). Faktor kedua adalah taraf pemberian zeolit yaitu tanpa zeolit; zeolit 0,5 kg/pot; zeolit 1 kg/pot; zeolit 1,5 kg/pot. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian tanah liat dan kompos limbah pasar meningkatkan kandungan hara tanah bekas tambang. Media tanah bekas tambang + tanah liat (3:2) secara nyata meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah cabang primer lada dibandingkan komposisi media lainnya. Penambahan zeolit pada media tanah bekas tambang + tanah liat (3:2) dapat meningkatkan kandungan N total, P tersedia, dan K dapat ditukar pada tanah serta serapan N dan P daun lada. Pertumbuhan paling tinggi dicapai oleh perlakuan tanah bekas tambang + tanah liat (3:2) dan zeolit 1,5 kg/pot. Sedangkan penambahan zeolit pada media tanah bekas tambang + kompos limbah pasar (3:2) justru menurunkan kandungan N total dan P tersedia tanah serta serapan N dan P daun lada.

Kata Kunci : *Piper nigrum* L., lada, tanah bekas tambang, pembenh tanah

ABSTRACT

*Effects of soil conditioners on the growth of black pepper grown on post-tin mining soil of Bangka. An effort of extension of black pepper (*Piper nigrum* L.) growing on post-tin mining soil (pms) in Bangka may be a solution alternative to increase production of black pepper in the areas. However, there are some of problems that may be faced such as physical, chemical and biological constraints if used as a planting media. Application of soil conditioners is expected may solve the problems before growing the crop will be established. The purposes of this research were to investigate effects of soil conditioners on the growth of black pepper grown on post-tin mining soil and chemical properties of the soil. Experimental design used is completely randomized design (CRD) with 3 replicates. Factors examined were planting media and application of zeolite. The planting media tested consists of 4 levels: (1) mixture of pms+clay (3:2), (2) pms+compost of market waste (3:2), and (3) pms+clay+compost of market waste (3:1:1). Application of zeolite consists of 3 levels (without, 0.5, 1.0 and 1.5 kg/pot). Results showed that added clay and compost of market waste increases a number of soil nutrition. Treated media of Pms+clay (3:2) significantly increases plant height, number of leaf and number of primary branch of pepper vine compared to the others. While application of zeolite combined with pms+clay (3:2) increases total N, available P, exchangeable K in the soil, and N and P contents in leaves. The highest growth of the crop was obtained from those plants treated of pms+clay (3:2) and zeolite 1,5 kg/pot. Zeolite with pms+compost of market waste (3:2) decreased total N and available P in the soil, also N and P uptake in leaves.*

Keywords : *Piper nigrum* L., black pepper, post-tin mining soil, soil conditioners

PENDAHULUAN

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung (Babel) merupakan salah satu daerah sentra pengembangan lada (*Piper nigrum* L.) dengan produk unggulannya lada putih. Di pasar

internasional, lada putih Babel dikenal dengan “Muntok White Pepper”. Namun perkembangannya akhir-akhir ini, luas areal dan produksi lada putih Babel mengalami penurunan. Pada tahun 2005 luas areal lada di kepulauan Babel adalah 20.887 ha dengan produksi sebanyak 20.780 ton, dan pada

tahun 2007 luas areal lada menurun menjadi 16.268 ha dengan produksi 16.424 ton (Universitas Bangka Belitung, 2008). Penurunan ini antara lain disebabkan karena terlantarnya tanaman lada akibat beralihnya sebagian petani ke usaha penambangan timah, dan pengembangan tanaman lain.

Kegiatan penambangan timah yang tidak terkendali di Bangka Belitung telah menimbulkan dampak buruk terhadap kelestarian lingkungan dan ekosistem. Bekas penambangan timah meninggalkan lahan-lahan berupa kolong darat dan kolong air yang memiliki derajat keasaman yang rendah (pH 4-5), kandungan mikroba dan unsur hara rendah, serta kandungan mineral berat terlarut tinggi (Noviardi *et al.*, 2003). Selain itu, perubahan secara fisik seperti morfologi dan topografi lahan serta perubahan iklim mikro (Suprpto, 2008). Gangguan ekosistem juga terjadi pada lahan di luar areal penambangan karena adanya pengendapan limbah proses pengolahan bahan galian (Mulyanto dan Suwardi, 2006).

Usaha revegetasi dengan pengembangan lada di lahan bekas tambang dan sekitarnya merupakan salah satu alternatif dalam usaha mereklamasi sekaligus usaha meningkatkan kembali produksi lada di Bangka Belitung. Lahan bekas tambang timah masih mempunyai peluang untuk dilakukan usaha reklamasi karena umumnya masih ada tumbuhan yang dapat hidup, jumlah air melimpah, dan umumnya lahan dan air tidak tercemar bahan kimia beracun seperti air raksa dan cadmium (BPS Bangka Belitung, 2008). Namun dalam usaha revegetasi lahan bekas tambang menghadapi masalah fisik, kimia, dan biologi. Masalah fisik tanah mencakup tekstur dan struktur tanah. Masalah kimia tanah berhubungan dengan reaksi tanah (pH), kekurangan unsur hara, dan keracunan sisa mineral. Sedangkan masalah biologi dijumpai dengan tidak adanya penutupan vegetasi dan tidak adanya mikroba potensial (Suprpto, 2008). Perbaikan sifat fisik dan kimia tanah perlu dilakukan dengan penambahan bahan pembenah tanah seperti bahan organik, tanah mineral, kapur atau fosfat alam, pupuk kandang, dan abu bakaran (Sitorus *et al.*, 2008).

Zeolit merupakan kelompok mineral yang mempunyai prospek sebagai bahan pembenah tanah di lahan bekas tambang. Berdasarkan hasil penyelidikan Direktorat Sumberdaya Mineral,

sumber zeolit di Indonesia relatif banyak dengan jumlah cadangan sumberdaya zeolit tidak kurang dari 205.825.080 ton (Dariah, 2007). Zeolit adalah kelompok mineral aluminosilikat yang mempunyai struktur khas, permukaan yang luas dan muatan negatif yang tinggi (Handoko, 2002; Reha'kova'a *et al.*, 2005), dengan demikian bahan ini dapat digunakan sebagai: a) penjerap unsur atau senyawa yang tidak diinginkan seperti logam berat, b) pembawa unsur hara, dan c) meningkatkan kapasitas penyangga tanah (Mulyanto dan Suwardi, 2006). Zeolit dapat meningkatkan asimilasi nitrogen, mengurangi nitrifikasi nitrogen dan mengurangi pencucian pupuk dari tanah (Turk *et al.*, 2006).

Beberapa percobaan menunjukkan bahwa zeolit yang dikombinasikan dengan unsur-unsur dan bahan lain dapat memperbaiki pertanian, yang salah satunya adalah bahan organik. Bahan organik dapat meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Sumber organik baik yang bersifat insitu maupun eksitu seperti limbah pasar perlu digalakkan. Berdasarkan perkiraan, produksi kompos yang dapat dihasilkan dari sampah organik di kabupaten Bangka Barat mencapai 35.340.000 kg kompos per tahun (Djakamihardja dan Noviardi, 2009). Potensi produksi kompos sampah organik yang besar ini membuka peluang untuk pemanfaatannya sebagai suplai bahan organik di lahan bekas tambang.

Upaya perbaikan sifat fisik lahan bekas tambang, juga dapat melalui pemberian bahan pembenah tanah liat. Penggunaan tanah liat bertujuan untuk memperbaiki tekstur tanah bekas tambang yang didominasi fraksi pasir. Penambahan tanah liat sebagai bahan pembenah dapat mempercepat pembentukan lapisan kedap air, mengurangi pelindian hara dan meningkatkan kemampuan menahan air.

Berdasarkan uraian di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan teknik pembenahan tanah untuk meningkatkan pertumbuhan lada di tanah bekas tambang timah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dalam skala percobaan pot di Kebun Percobaan (KP) Sukamulya, Sukabumi, Jawa Barat dari bulan Mei sampai Desember 2009. Bahan-bahan yang

digunakan dalam penelitian adalah bibit lada varietas Petaling 2, tanah dari daerah bekas tambang di Bangka Belitung, zeolit, kompos limbah pasar, tanah liat, pot, paranet, pupuk campur NPK, dan kiserit. Paranet yang digunakan mempunyai tinggi tiang paranet 2 m dengan intersepsi cahaya sebesar 40%.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktorial. Faktor pertama adalah campuran media yaitu: tanah bekas tambang + tanah liat (3:2), tanah bekas tambang + kompos limbah pasar (3 : 2) dan tanah bekas tambang + tanah liat + kompos limbah pasar (3:1:1). Bobot campuran media tanam adalah seberat 15 kg. Sedangkan faktor kedua adalah taraf pemberian zeolit : tanpa zeolit; zeolit 0,5 kg/pot, 1 kg/pot dan 1,5 kg/pot. Masing-masing perlakuan mempunyai 3 ulangan dengan subsampel 6 pot tiap ulangan. Semua perlakuan diberi pupuk dasar 40 g NPK (15-15-15) + 4,2 g KCl + Kiserit 3,7 g tiap tanaman yang diberikan secara split 4 kali interval 3 bulan sekali dengan perbandingan 1:2:3:4.

Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang primer pada umur lada 4 bulan setelah tanam. Analisis data dengan menggunakan Analisis Ragam dan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati digunakan uji Duncan dengan taraf signifikan 5%. Analisis hara daun (N, P, K) dan analisis tanah (pH, N total, P tersedia dan K dapat ditukar) dilakukan dengan sampel komposit dari 3 ulangan pada saat 4 bulan setelah tanam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Tanah Bekas Tambang

Tanah yang digunakan untuk penelitian mempunyai kandungan pasir tinggi dimana tanah yang bertekstur pasir didominasi oleh pori makro sehingga daya memegang air rendah. Hasil analisis tanah bekas tambang sebelum tanam adalah pH 5,0 (masam); N 0,02% (sangat rendah); C-organik 0,16% (rendah); P tersedia 0,2 ppm (sangat rendah); K dapat ditukar 0,03 cmol(+)/kg (sangat rendah). Menurut Sitorus *et al.* (2008), kadar C-organik tanah bekas tambang rendah disebabkan karena sewaktu proses penambangan terjadi pencucian bahan organik, liat dan bahan perekat lainnya yang berfungsi sebagai pengikat butir tanah.

Hal ini menunjukkan tanah bekas tambang mempunyai sifat fisik dan kimia yang kurang baik sehingga perlu upaya mengatasi kendala tersebut dalam merehabilitasi lahan.

Sifat Bahan Pembenah Tanah yang Digunakan

Zeolit yang digunakan dalam penelitian berasal dari deposit Bayah, Banten, Jawa Barat. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh Suwardi *et al.* (1995), zeolit dari Bayah mempunyai sifat sebagai berikut: pH H₂O (1:5) 7,9; EC 0,15 dS/m; KTK 78,6 cmol/kg; kation dapat ditukar CaO 43,7 cmol(+)/kg; MgO 6,09 cmol(+)/kg; K₂O 18,9 cmol(+)/kg; Na₂O 11,1 cmol(+)/kg; P tersedia 675 mg/kg; dan P terlarut 172 mg/kg. Zeolit dari Bayah mempunyai KTK yang tidak terlalu tinggi yaitu di bawah 80 cmol(+)/kg. Rendahnya KTK pada zeolit disebabkan oleh rendahnya kandungan mineral zeolit dan pengaruh mineral pengotor. Zeolit Bayah mempunyai mineral pengotor feldspar yang mempunyai KTK yang rendah. Jumlah kation tukar didominasi oleh CaO diikuti oleh K₂O, Na₂O dan MgO. Sehingga ada kemungkinan Ca dan K merupakan hara makro yang dapat disediakan oleh zeolit ini (Suwardi, 1995).

Beberapa keuntungan penggunaan zeolit adalah dapat mengontrol pelepasan kation dalam tanah, dapat menyerap sementara ammonium dan kalium, dan struktur zeolit relatif stabil di dalam tanah. Zeolit berfungsi selain untuk meningkatkan daya mengikat air, juga berfungsi meningkatkan kemampuan tanaman mengisap unsur hara.

Tabel 1. Hasil analisis kompos limbah pasar

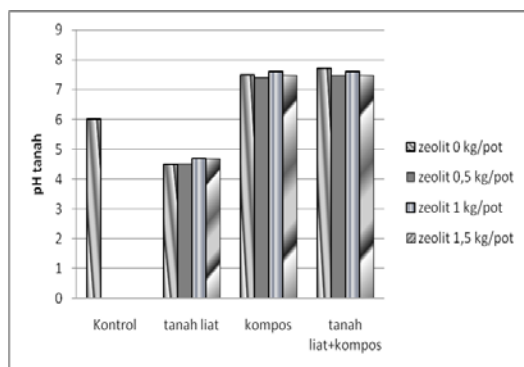
Table 1. Content analysis of organic waste from vegetable market

Parameter	Hasil analisis	Standar kualitas kompos
pH	7,9	6,8-7,89
Bahan organik (%)	15,9	27-58
N total (%)	0,63	>0,4
Nisbah C/N	15	10-20
P ₂ O ₅ (%)	0,23	>0,1
K ₂ O (%)	0,85	>0,2
CaO	8,39	<25,5
MgO	0,56	<0,6
Na	0,11	
Fe (%)	2,08	<2,00
Cu (%)	0,26	
Zn (ppm)	600	<500
Mn (%)	0,09	<0,1

Tanah liat yang digunakan mempunyai sifat kimia sebagai berikut: pH 5,1; N 0,11%; P tersedia 2,3 ppm dan K dapat ditukar 0,50 cmol(+)/kg (Tabel 1).

Respon Sifat Kimia Tanah Bekas Tambang terhadap Pemberian Bahan Pembenah

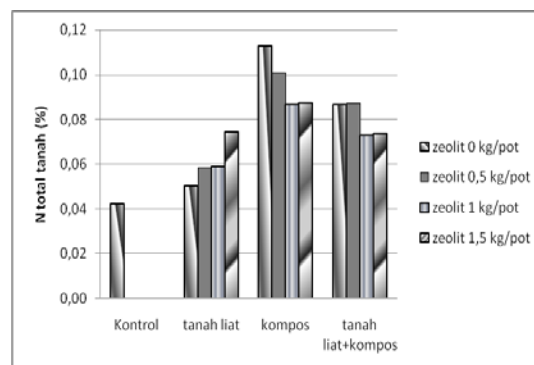
Pengaruh perlakuan campuran media dan dosis zeolit terhadap pH tanah bekas tambang menunjukkan bahwa campuran kompos meningkatkan pH > 7 karena kompos limbah pasar mempunyai pH yang basa (Gambar 1). Kompos yang digunakan mempunyai pH basa karena selama proses pengomposan pH cenderung meningkat. Peningkatan ini disebabkan pelepasan kation-kation seperti K, Ca, dan Mg selama pengomposan. Sedangkan campuran tanah liat cenderung menurunkan pH dari kontrol. Hal ini dapat disebabkan karena tanah liat yang digunakan diambil dari tanah yang cenderung masam (pH < 6). Pemberian zeolit cenderung tidak mempengaruhi pH tanah. Menurut Manohara *et al.* (2006), kemasaman tanah yang terbaik untuk tanaman lada adalah antara 5,5 – 6,9. Campuran kompos limbah pasar meningkatkan pH sampai mencapai 7,4 – 7,7, sedangkan campuran tanah liat pHnya hanya 4,5 – 4,7.



Gambar 1. pH tanah setelah 4 bulan tanam lada
Figure 1. pH of soil 4 months after planting

Pemberian pembenah tanah dapat meningkatkan kandungan N total tanah dibandingkan dengan kontrol (tanpa bahan pembenah) (Gambar 2). Campuran kompos menghasilkan kandungan N tanah yang paling tinggi. Campuran tanah liat juga meningkatkan kandungan N tanah bekas tambang karena N yang terkandung di tanah liat lebih tinggi serta perannya dalam memperbaiki sifat fisik tanah melalui

peningkatan daya simpan lengas, sehingga juga akan mengurangi proses pencucian nitrat dari pupuk urea yang diberikan sebagai pupuk dasar. Pemberian zeolit dapat meningkatkan kandungan N tanah pada campuran tanah liat namun menurunkan N total pada campuran kompos (Gambar 2).



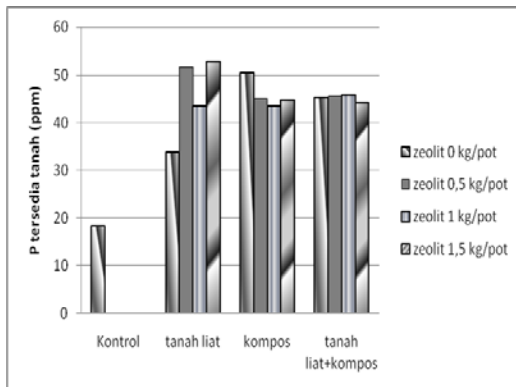
Gambar 2. Kandungan N total pada tanah setelah 4 bulan tanam lada

Figure 2. Total N content in soil 4 months after planting

Pemberian tanah liat dan/atau kompos bila dibandingkan dengan kontrol, dapat meningkatkan P tersedia (Gambar 3). Gambar 3 juga menunjukkan bahwa pemberian zeolit meningkatkan P tersedia pada campuran tanah liat. Meningkatnya ketersediaan P dengan pemberian zeolit dapat disebabkan karena Ca dalam zeolit mengikat P dalam tanah yang semula diikat oleh Fe dan Al, dan karena Ca dalam zeolit mudah dilepaskan dalam bentuk dapat dipertukarkan, maka P yang diikat Ca menjadi tersedia (Al-Jabri, 2008). Namun demikian pemberian zeolit dapat menurunkan ketersediaan P pada campuran kompos. Hal ini menunjukkan penambahan zeolit lebih dari 0,5 kg/pot telah merubah komposisi media dan persentase kompos otomatis menurun sehingga kandungan hara media khususnya N dan P juga akan menurun. Zeolit mempunyai kandungan N dan P lebih rendah dibandingkan kompos.

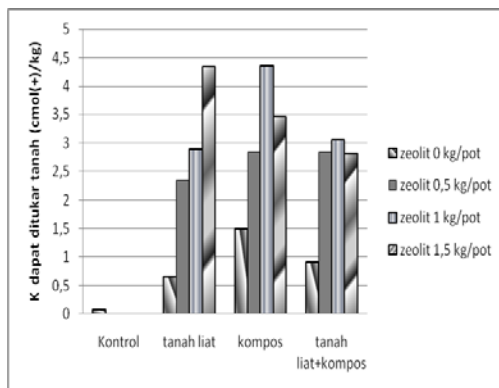
Pemberian tanah liat, kompos, dan zeolit dapat meningkatkan K tanah (Gambar 4). Zeolit meningkatkan K tertinggi pada campuran tanah liat dengan dosis 1,5 kg/pot, sedangkan pada campuran kompos dan kompos+tanah liat tertinggi pada dosis 1 kg/pot. Apabila dibandingkan pemberian tanah liat dan kompos tanpa zeolit, kandungan hara yang diberikan kompos lebih baik dibandingkan tanah liat. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh penelitian Khodijah (2011) yang

menunjukkan bahwa kandungan hara kompos juga lebih baik dibanding tanah top soil untuk pembenh tanah bekas tambang timah.



Gambar 3. Kandungan P tersedia tanah pada 4 bulan setelah tanam lada

Figure 3. P availability in soil 4 months after planting



Gambar 4. Kandungan K dapat ditukar pada tanah setelah 4 bulan tanam lada

Figure 4. Exchangeable K in soil 4 months after planting

Respon Tanaman terhadap Pemberian Bahan Pembenh

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa ada interaksi nyata antara perlakuan campuran media dan dosis zeolit terhadap pertumbuhan tinggi tanaman lada, jumlah daun, dan jumlah cabang primer umur tanaman 4 bulan. Hasil tinggi tanaman tertinggi dicapai pada perlakuan campuran media tanah liat + zeolit 1,5 kg/pot, sedangkan jumlah daun dan cabang primer terbanyak pada perlakuan campuran media tanah liat + zeolit 0 kg/pot (Tabel 2).

Pemberian tanah liat lebih meningkatkan pertumbuhan lada di tanah bekas tambang dibandingkan pemberian kompos (Tabel 2). Respon tanaman ini bertolak belakang dengan hasil analisis tanah bahwa kompos limbah pasar mempunyai kandungan hara yang lebih tinggi

dibandingkan tanah liat. Hal ini karena kualitas kompos limbah pasar yang digunakan kurang sesuai menjadi bahan pembenh tanah bekas tambang seperti pH kompos melebihi ambang ($> \text{maks } 7,49$), $\text{Fe} > \text{maks } 2,00\%$ dan $\text{Zn} > \text{maks } 500 \text{ ppm}$. pH yang sangat tinggi akan mempengaruhi serapan hara tanaman dan pertumbuhan lada yang sesuai pada pH 5,5 – 6,9. Kandungan Fe yang tinggi dapat menurunkan penyerapan P karena unsur tersebut menjadi kurang tersedia melalui ikatan Fe-P. Sedangkan tingginya Zn juga akan menurunkan penyerapan P (Roesmarkam dan Yuwono, 2002). Kompos limbah pasar juga berpotensi mengandung logam-logam berat seperti Arsenik (As), Boron (B), Kadmium (Cd), Kuprum (Cu), Merkuri (Hg), Molibdenum (Mo), Nikel (Ni), Plumbum (Pb), Selenium (Se), dan Seng (Zn) yang dapat meracuni tanaman. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak semua kompos sesuai untuk pembenh tanah tambang. Beberapa amelioran organik yang pernah diteliti berpengaruh baik terhadap tanaman di tanah bekas tambang adalah limbah kelapa sawit, kotoran ayam, dan kotoran sapi (Juairiyah, 2011; Khodijah, 2011).

Tabel 2. Pengaruh interaksi campuran media tanam dan dosis zeolit terhadap pertumbuhan vegetatif lada pada umur 4 bulan sesudah tanam.

Table 2. Interaction effect of plant media, zeolit dosage to vegetative growth of plantat 4 months after planting

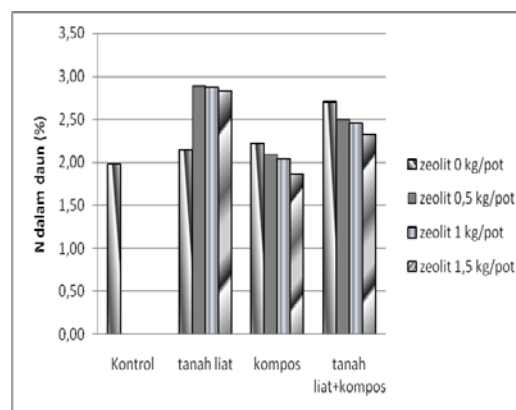
Campuran media	Dosis zeolit	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (helai)	Jumlah cabang primer
Kontrol /Tanah bekas tambang		32,3	16,9	4,1
Tanah bekas tambang + tanah liat (3:2)	0 kg/pot	36,1 bc	29,6 a	5,6 a
	0,5 kg/pot	40,2 ab	23,4 b	3,8 c
	1 kg/pot	43,8 a	25,2 ab	3,9 c
	1,5 kg/pot	45,3 a	29,3 a	4,6 b
Tanah bekas tambang + kompos (3:2)	0 kg/pot	32,2 cd	8,5 d	2,8 de
	0,5 kg/pot	27,9 d	8,1 d	2,7 de
	1 kg/pot	32,2 cd	8,7 d	2,7 de
	1,5 kg/pot	31,0 cd	9,3 d	2,5 e
Tanah bekas tambang + kompos + tanah liat (3:1:1)	0 kg/pot	34,5 c	14,4c	3,9 c
	0,5 kg/pot	34,1 c	11,1 cd	2,8 de
	1 kg/pot	33,1 cd	10,3 cd	2,6 e
	1,5 kg/pot	30,5 cd	11,3 cd	3,4 cd

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncan

Hasil analisis N pada daun lada berkisar antara 1,86%-2,89%, P berkisar antara 0,10-0,14%, dan K berkisar antara 1,50-2,90% (Gambar 5, 6, 7). Status hara tanaman lada di tanah bekas tambang ini masih di bawah kandungan hara lada yang sehat karena menurut Waard (1969) *cit.* Manohara *et al.* (2006), kandungan hara pada tanaman lada yang sehat adalah 3,40-3,10 % N, 0,18-0,16 % P_2O_5 , 4,30-3,40 % K_2O , 1,68-1,66 % CaO dan 0,45-0,44 % MgO. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian bahan pembenah pada tanah tambang masih belum cukup menciptakan kondisi tanaman yang sehat seperti pada jenis tanah lainnya. Namun demikian apabila dibandingkan dengan kontrol, pemberian bahan pembenah telah berhasil meningkatkan kandungan hara tanaman.

Respon Kandungan Hara Daun Lada terhadap Pemberian Pembenah Tanah

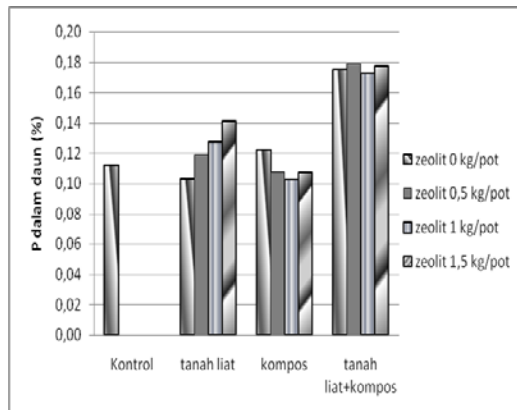
Pemberian zeolit meningkatkan kandungan N tanah dan penyerapan N tanaman terutama pada campuran media tanah liat (Gambar 2 dan 5). Hal ini karena zeolit yang mempunyai Kapasitas Tukar Kation (KTK) tinggi dapat menyerap sementara amonium. Rongga-rongga di dalam zeolit mempunyai ukuran yang sesuai dengan ukuran ion amonium sehingga zeolit mempunyai daya jerap yang tinggi terhadap amonium. Dengan sifat ini maka zeolit sering digunakan sebagai bahan pupuk penyedia lambat (Suwardi, 1995). Namun demikian peningkatan dosis zeolit pada tanah bekas tambang+ kompos limbah pasar dan tanah bekas tambang+kompos limbah pasar+tanah liat justru menurunkan serapan N. Hal ini dapat disebabkan karena penurunan N total media dan zeolit juga dapat mendorong immobilisasi N sehingga serapan N oleh tanaman berkurang. Menurut Wiedenfeld (2003), zeolit menunjukkan respon positif hanya pada tanah yang miskin hara dan memiliki KTK tanah yang rendah. Berdasarkan penelitian pada tanah yang subur, KTK yang tinggi dan daya simpan air yang bagus, zeolit memberikan respon yang negatif terhadap pertumbuhan karena zeolit dapat mendorong immobilisasi NH_4-N dalam tanah dan menurunkan ketersediaan N bagi tanaman. Wiedenfeld (2003) juga mengemukakan bahwa aplikasi zeolit akan mengurangi proses nitrifikasi dan kehilangan melalui pelindian.



Gambar 5. Kandungan N pada daun lada umur 4 bulan

Figure 5. N content in leaf 4 months after planting

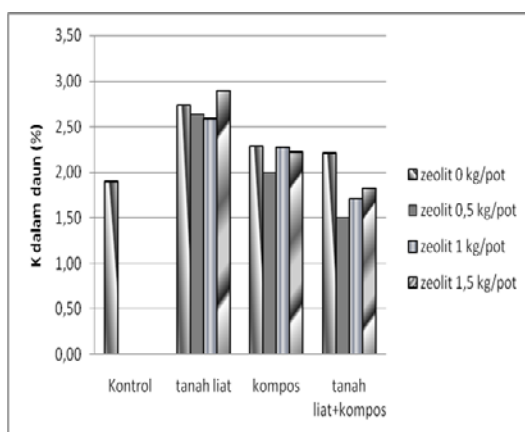
Campuran kompos dan kompos+tanah liat dapat meningkatkan serapan hara P dibandingkan dengan kontrol dan campuran tanah liat. Campuran tanah liat menurunkan serapan P karena tanah liat yang digunakan bertipe kaolin yang dapat menyerap P dan adanya kandungan oksida besi membentuk ikatan Fe-P, keduanya merajai pada tanah mineral masam (Gambar 6). Menurut Siradz (2009), mineral lempung golongan kaolin maupun oksida-oksida besi dan aluminium mampu menyerap P, sehingga pemupukan P menjadi kurang efisien. Gambar 6 juga menunjukkan bahwa pemberian zeolit meningkatkan penyerapan P pada campuran tanah liat. Hal ini karena pengaruh tidak langsung dari kandungan Ca dalam zeolit yang meningkatkan ketersediaan P melalui pelepasan ikatan Al-P dan Fe-P dari campuran media yang masam. Namun peningkatan dosis zeolit justru menurunkan serapan P pada campuran kompos hal tersebut disebabkan karena kandungan Ca yang tinggi dari kompos dan zeolit justru menekan ketersediaan P melalui ikatan Ca-P. Hal ini didukung oleh hasil analisis tanah yang menunjukkan bahwa pemberian zeolit menurunkan ketersediaan P tanah pada campuran kompos (Gambar 3). Zeolit Bayah didominasi oleh CaO, K_2O , Na_2O dan MgO, sehingga ada kemungkinan zeolit ini meningkatkan Ca dapat tukar di tanah (Suwardi, 1995).



Gambar 6. Kandungan P pada daun lada umur 4 bulan

Figure 6. P content in leaf 4 months after planting

Serapan K pada daun lada dengan pemberian kompos lebih rendah dibandingkan tanah liat. Hal tersebut karena kompos mempunyai suplai Ca dan Mg yang tinggi dan dapat menurunkan serapan K (Gambar 7). Serapan K oleh tanaman dipengaruhi secara antagonis oleh serapan Ca dan Mg (Kasno *et al.*, 2004).



Gambar 7. Kandungan K pada daun lada umur 4 bulan

Figure 7. K content in leaf 4 months after planting

Hasil analisis kandungan hara di daun sinergis dengan hasil pengamatan pertumbuhan lada. Pertumbuhan tanaman lada di tanah tambang meningkat lebih baik dengan pemberian tanah liat dibandingkan kompos limbah pasar karena beberapa sifat kompos yang di atas ambang standar kualitas kompos seperti pH kompos > maks 7,49, Fe > maks 2,00%, Zn > maks 500 ppm, penurunan serapan K akibat suplai Ca dan Mg yang tinggi pada kompos serta kemungkinan adanya kandungan logam-logam berat di dalam kompos yang dapat meracuni tanaman.

Penambahan zeolit pada media tanah bekas tambang + tanah liat (3:2) dapat meningkatkan

kandungan N total, P tersedia, dan K dd tanah dan serapan N dan P daun lada. Sedangkan penambahan zeolit pada media media tanah bekas tambang + kompos (3:2) justru menurunkan kandungan N dan P tanah serta serapan N dan P daun lada.

KESIMPULAN

Pemberian tanah liat dan kompos limbah pasar meningkatkan kandungan hara tanah bekas tambang. Media tanah bekas tambang + tanah liat (3:2) secara nyata meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah cabang primer lada dibandingkan komposisi media lainnya. Penambahan zeolit pada media tanah bekas tambang + tanah liat (3:2) dapat meningkatkan kandungan N total, P tersedia, dan K dapat ditukar pada tanah serta serapan N dan P daun lada. Pertumbuhan paling tinggi dicapai oleh perlakuan tanah bekas tambang + tanah liat (3:2) dan zeolit 1,5 kg/pot. Sedangkan penambahan zeolit pada media tanah bekas tambang + kompos limbah pasar (3:2) justru menurunkan kandungan N total dan P tersedia pada tanah serta serapan N dan P daun lada.

SARAN

Perlu dipertimbangkan penggunaan kompos limbah pasar sebagai bahan pembenah tanah bekas tambang untuk lada, untuk itu perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang penggunaan sumber bahan organik lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Jabri, M. 2008. Tantangan dan Peluang Pengembangan Pembenah Tanah Zeolit pada Lahan Terdegradasi untuk Peningkatan Produksi Tanaman Pangan. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id/>. Diakses pada tanggal 21 April 2011.
- Badan Pusat Statistik. 2008. Kepulauan Bangka Belitung dalam Angka 2007/2008. Kerjasama Badan Perencanaan Pembangunan Daerah dan Statistik dengan Badan Pusat Statistik Babel. Hal 136.

- Dariah, A. 2007. Bahan Pembenah Tanah: Prospek dan Kendala Pemanfaatannya . *Sinar Tani*. Edisi 16 - 22 Mei 2007.
- Djakamihardja, A.S. dan R. Noviard. 2009. Rehabilitasi Lahan Paska Tambang Timah di Kabupaten Bangka Barat : Alternatif Pemanfaatan Sampah Organik. <http://dspace.ipk.lipi.go.id>. diakses pada tanggal 18 Desember 2009.
- Handoko, D. S. P. 2002. Preparasi Katalis Cr/Zelolit Melalui Modifikasi Zelolit Alam *Jurnal ILMU DASAR*, 3(1):15-23
- Juairiyah, L. 2011. Pengujian Berbagai Jenis Amelioran Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Di Media Bekas Tambang Timah. <http://lppm.ubb.ac.id>. Diakses tanggal 18 Maret 2011.
- Kasno, A., A. Rachinz, Iskandar, dan J.S. Adiningsih. 2004. Hubungan nisbah K/Cu dalam larutan tanah dengan dinamika hara K pada Ultisol dan Vertisol lahan kering. *Jurnal Tanah Lingkungan* 6(1):7-13.
- Khodijah. N.S. 2011. Potensi pengembangan jarak pagar di lahan bekas penambangan timah. <http://www.ubb.ac.id>. Diakses tanggal 18 Maret 2011.
- Manohara, D., P. Wahid, D. Waluyo, Y. Nuryani, I. Mustika, I. W. Laba, Yuhono, A.M. Rivai dan Saefudin. 2006. Status teknologi tanaman lada. Dalam Prosiding Status Teknologi Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri. Sukabumi. Hal 1-57.
- Mulyanto, B. dan Suwardi. 2006. Prospek Zeolit sebagai Bahan Penjerap dalam Remediasi Lahan Bekas Tambang. Seminar Nasional PKRLT Fakultas Pertanian UGM. 11 Februari 2006.
- Noviardi, Razista, Irianta, B. Sukmayadi, D. Kumoro, Y. Djakamiharja, dan A. Subardja. 2003. Studi Pengelolaan dan Pemanfaatan Lahan Bekas Penambangan Timah Di Pulau Bangka. <http://opac.geotek.lipi.go.id>. Diakses tanggal 25 Januari 2009.
- Reha'kova'a, M., S. C' uvanova'a, M. Dziva'k , J. Rima'r, Z. Gaval_ova'. 2005. *Agricultural and Agrochemical Uses of Natural Zeolite of the Clinoptilolite Type*. *Current Opinion in Solid State and Materials Science* 8 (2004) 397–404. www.sciencedirect.com. Diakses pada tanggal 25 Januari 2009.
- Roesmarkam A. dan N. W. Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius. Yogyakarta.
- Siradz, S.A. 2009. Peranan Lempung Kaolinit Dalam Retensi P Pada Tanah-Tanah Mineral Masam. <http://soil.faperta.ugm.ac.id>. Diakses pada tanggal 18 Desember 2009.
- Sitorus, S.R.P., E. Kusumastuti, dan L. N. Badri. 2008. Karakteristik dan Teknik Rehabilitasi Lahan Pasca Penambangan Timah di Pulau Bangka dan Singkep. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 27 : 57-73.
- Suprpto, S. J. 2008. Tinjauan Reklamasi Lahan Bekas Tambang dan Aspek Konservasi Bahan Galian. <http://psdg.bgl.esdm.go.id>. Diakses pada tanggal 10 Juni 2010.
- Suwardi. 1995. Pemanfaatan zeolite sebagai media tumbuh tanaman hortikultura. *Proceedings Temu Ilmiah IV. PPI-Jepang*. Tokyo. 1-3 September 1995. Hal: 510-516.
- _____, A. Sastiono and I. Goto. 1995. Some mineralogical and chemical properties of natural zeolite in Indonesia and its proposed applications in agriculture. *Indon. J. Trop. Agric*. 6(2) : 15 – 20.
- Turk, M., G. Bayram, E. Budakli, and N. Celik. 2006. A Study on Effect of Different Mixtures of Zeolite with Soil Rates on Some Yield Parameters of Alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Journal of Agronomy*. 5(1) : 118-121.
- Universitas Bangka Belitung. 2008. Revitalisasi Lahan Bekas Tambang Timah. http://www.ubb.ac.id/menuleng_kap.php. Diakses pada tanggal 25 Januari 2009.
- Wiedenfeld, B. 2003. Zeolite as a soil amendment for vegetable production in the lower Rio Grande Valley. *Subtropical Plant Science*, 55: 7-10.

ISOLASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA ASAL VEGETASI LAHAN BEKAS TAMBANG TIMAH DAN PERTANAMAN LADA (*Piper nigrum* L.) DI KABUPATEN BANGKA

Khaerati dan Gusti Indriati

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri

Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

era_kindly@yahoo.com

(Diajukan tanggal 19 November 2010, diterima tanggal 9 Pebruari 2011)

ABSTRAK

Bangka dikenal sebagai daerah penghasil lada putih dan timah, yang mana penambangan timah menyebabkan penurunan areal perkebunan lada dan lahan menjadi kritis, yaitu terjadi perubahan tekstur dan struktur tanah, penurunan kesuburan tanah. Untuk mengatasinya antara lain dengan memanfaatkan mikroorganisme Fungi Mikoriza Arbuskula. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan isolat Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) di vegetasi lahan bekas penambangan dan pertanaman lada di Bangka. Metode penelitian, eksplorasi FMA dilakukan di daerah perkebunan lada dan di vegetasi lahan bekas tambang timah. Hasil isolasi ditemukan 3 genus FMA yaitu *Glomus*, *Gigaspora* dan *Acaulospora*. Jumlah spora perakaran tanaman lada lebih banyak dibanding di lahan bekas tambang timah. Spora paling banyak ditemukan pada tanaman lada varietas petaling yaitu 95 spora.

Kata kunci : *Piper nigrum* L., Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA), Bangka

ABSTRACT

*Isolation of vesicular-arbuscular mycorrhizae from post-tin mining soil and black pepper (*Piper nigrum* L.) plantation in Bangka. Bangka is well-known as white pepper and tin producing areas in Indonesia. The presence of tin mining activities has caused to some extent decreases in black pepper plantation areas, and declines of soil fertility. These are due to changes in soil texture and structure, in turn, its soil fertility declines, and drought stress of the crop occurs. The objective of this study was to obtain isolates of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae (VAM) taken from former tin mining lands and growing areas of black pepper in Bangka. Exploration of VAM was carried out at black pepper plantation areas and some vegetation grown on tin mining lands. Results showed that there were found a number of VAM spores classified into three genera i.e. *Glomus*, *Gigaspora* and *Acaulospora*. A number of VAM spores found in rhizosphere of black pepper were more abundant than those of tin mining lands. Spore of VAM easily observed in the fields (95 spores) was found in cultivar of Petaling.*

Keywords: *Piper nigrum* L., Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza (VAM), Bangka

PENDAHULUAN

Bangka dikenal sebagai penghasil utama lada putih dengan trademark "muntok white papper". Lada putih ini sangat dikenal di pasar dunia dan sangat spesifik. Namun saat ini areal pertanaman lada di Provinsi Bangka Belitung menurun tajam dari 80.000 ha menjadi hanya 7.000 ha (Rahma, 2008). Penurunan areal disebabkan antara lain berpindahnya petani lada menjadi penambang timah, dan adanya areal lada dikonversi menjadi lahan pertanaman karet atau kelapa sawit.

Kegiatan penambangan timah telah meninggalkan perubahan bentang alam, seperti temperatur, struktur dan tekstur tanah, serta temperatur permukaan tanah dapat mencapai 45°C

pada siang hari. Perubahan tekstur dan struktur tanah tersebut secara nyata menyebabkan menurunnya kesuburan tanah. Untuk memperbaiki kondisi lahan bekas penambangan, sangat perlu dilakukan reklamasi atau revegetasi lahan agar dapat dimanfaatkan secara optimal salah satunya dengan penanaman kembali lahan tersebut.

Adanya penanaman lada di lahan bekas tambang di Bangka Belitung diharapkan dapat memperbaiki kerusakan tersebut. Namun karena kondisi lahan bekas penambangan kesuburan tanahnya sangat rendah, maka perlu ditambahkan mikroorganisme tanah salah satunya adalah aplikasi *fungi mikoriza arbuskula* (FMA).

FMA adalah fungi yang mampu tumbuh dan berkembang dengan baik pada lingkungan yang

kurang menguntungkan bagi mikroba tanah lainnya (Prihastuti, 2007). FMA dapat dimanfaatkan pada daerah kering atau lahan kritis untuk meningkatkan kemampuan tanaman bertahan pada kondisi kurang air, cekaman logam berat, perubahan pH, membantu dalam penyerapan unsur hara terutama unsur Fosfor (P), pengendalian penyakit tanaman dan dapat membentuk sistem perakaran yang baik. Menurut Trisilawati & Rochimat (2005), perlakuan bibit tanaman lada dengan FMA dan pupuk organik nyata mempengaruhi tinggi, jumlah daun, bobot kering akar, dan bobot kering bagian atas bibit.

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan isolat FMA asal vegetasi lahan bekas tambang timah dan pertanaman lada di Kabupaten Bangka.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dari bulan Mei sampai Desember 2009. Eksplorasi FMA dilakukan di daerah Bangka dari 2 lokasi yaitu di lahan bekas tambang timah (tanaman pakis (*Dryopteris filix*), alang-alang (*Imperata cylindrica*), dan rumput kawat) serta di kebun lada (varietas Petaling-2, LDK, Natar dan Bengkayang). Metode pengambilan sampel dilakukan secara acak, sampel tanah diambil dari pertanaman lada, pakis, alang-alang dan rumput kawat sebanyak 1 kg dimasukkan ke dalam kantong plastik untuk diisolasi di Laboratorium Balai Penelitian Rempah dan Aneka Tanaman Industri, Sukabumi.

Isolasi spora dilakukan dengan metode penyaringan bertingkat *wet-sieving and decanting* (Gardeman, 1975). Sampel tanah 100 gram dimasukkan kedalam gelas ukur berkapasitas 1000 ml, selanjutnya diberi air hingga volume 800 ml, diaduk sampai rata, selanjutnya disaring dengan saringan berukuran 125 μ m dan 45 μ m dicuci dengan air mengalir. Spora-spora FMA yang tertinggal dalam saringan dimasukkan dalam cawan petri untuk dihitung jumlah spora.

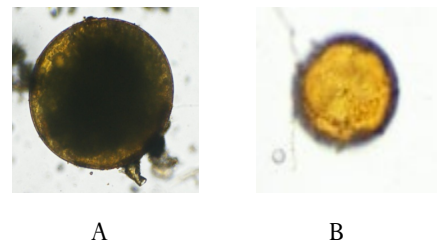
Selanjutnya hasil isolasi diidentifikasi dengan pembuatan slide preparat spora FMA, dengan memindahkan spora-spora ke kaca objek yang telah ditetesi larutan PVLG dan larutan Melzer. Spora-spora tersebut diamati di bawah mikroskop, yaitu bentuk spora (*spora shape*), warna spora (*spora colour*), ornament spora (*spora ornamentation*), serta perubahan warna pada larutan Melzer (Hall, 1984; Bundrett *et al*, 1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan jumlah spora FMA dari setiap lokasi pengambilan sampel berkisar 5-95 spora (Tabel 1). Hal ini terjadi karena kondisi fisik dan kimia tanah, serta pH yang berbeda. Menurut Smith dan Read (1997) kepadatan spora dalam tanah dan diversitas jenisnya sangat bervariasi. Jumlah spora FMA yang diperoleh di lahan bekas tambang timah lebih sedikit yaitu 5-17 spora, hal ini terjadi karena pada tanah bekas tambang telah mengalami perubahan pada sifat fisik dan kimia tanah. Perubahan struktur tanah terjadi akibat penggalian top soil untuk mencapai lapisan bertimah yang lebih dalam. Top soil hilang karena tertimbun tailing atau terendam genangan air. Akibatnya tanah miskin hara, bahan organik dan kandungan logam yang tinggi sehingga aktivitas mikroorganismenya rendah. Menurut Pujiyanto (2001) pada tanah-tanah berbau organik kurang dari 0,5 persen kandungan spora sangat rendah.

Jumlah spora FMA di perakaran lada lebih banyak dibanding di lahan bekas tambang. Spora paling banyak ditemukan di perakaran lada varietas Petaling-2 yaitu 95 spora/100g tanah. Hal ini terjadi karena kondisi lahan merupakan daerah perkebunan yang tidak terganggu atau rusak oleh aktifitas penambangan, dengan pemupukan seadanya.

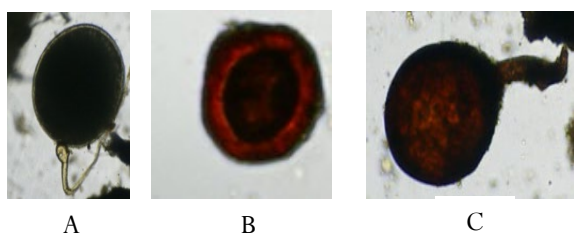
FMA menginfeksi akar tumbuhan melalui tiga sumber inokulum yaitu spora, hifa cendawan dan potongan akar yang terinfeksi di dalam tanah. Hasil penelitian dari lahan bekas tambang ditemukan 2 genus FMA yaitu *Glomus* dan *Gigaspora* (Gambar 1). Sedangkan di kebun lada ditemukan 3 genus yaitu *Glomus*, *Gigaspora* dan *Acaulospora* (Gambar 2).



Gambar 1. Spora FMA pada perakaran tanaman di lahan bekas tambang. (A) *Gigaspora* sp (B) *Glomus* sp
Figure 1. VAM spore in root plant on post-mining soil (A) *Gigaspora* sp (B) *Glomus* sp

Tabel 1. Karakteristik morfologi FMA di perakaran tanaman yang tumbuh di bekas lahan tambang timah dan di pertanaman lada
 Table 1. VAM morphology characteristic in root plant which grown on post-minning soil and on pepper plant

Lokasi/ pH	Tanaman	Tipe spora	Karakteristik			Jumlah spora	Total spora
			Bentuk	Warna	Ornamen Spora		
Lahan Bekas Tambang Bangka- Belitung pH= 5,5	Pakis	<i>Glomus</i> sp	Bulat Bulat	Kuning Putih		2 3	5
	Alang-alang	<i>Gigaspora</i> sp	Bulat	Kuning	hifa <i>bulbus suspensor</i>	2	17
		<i>Glomus</i> sp	Bulat	Putih		4	
		<i>Glomus</i> sp	Bulat kecil	Kuning		10	
	Rumput Kawat	<i>Glomus</i> sp	Lonjong	kuning		1	16
		<i>Glomus</i> sp	Bulat	Putih		2	
		<i>Glomus</i> sp	Bulat	Kuning		11	
Kebun Lada di Bangka- Belitung pH 4,6	Natar	<i>Glomus</i> sp	Lonjong	Coklat Coklat		3	89
		<i>Glomus</i> sp	Bulat	Kuning Putih		24	
		<i>Glomus</i> sp	Lonjong	Kuning		7	
		<i>Glomus</i> sp	Bulat			12	
		<i>Glomus</i> sp	Bulat			1	
	Petaling-2	<i>Glomus</i> sp	Lonjong	Coklat tua	-	45	95
		<i>Glomus</i> sp	Bulat	Coklat tua	-	2	
		<i>Glomus</i> sp	Lonjong	Kuning	Hifa	20	
		<i>Glomus</i> sp	Bulat	Coklat tua	Hifa	2	
		<i>Glomus</i> sp	Bulat	Kuning muda	Hifa	6	
		<i>Glomus</i> sp	Lonjong	Kuning		41	
		<i>Gigaspora</i> sp	Bulat	Putih		20	
	LDK	<i>Glomus</i> sp	Lonjong	kekuningan		2	55
		<i>Gigaspora</i> sp	Bulat		Hifa <i>Bulbus suspensor</i>	2	
		<i>Glomus</i> sp	Lonjong		Hifa <i>Bulbus suspensor</i>		
		<i>Glomus</i> sp	Bulat			11	
		<i>Gigaspora</i> sp	Bulat			7	
Bengkayang	LDK	<i>Glomus</i> sp	Lonjong	Coklat	Hifa	1	18
		<i>Glomus</i> sp	Bulat	Coklat		7	
		<i>Glomus</i> sp	Lonjong	Merah		9	
		<i>Glomus</i> sp	Bulat	Kuning		1	
		<i>Gigaspora</i> sp	Bulat b	Kuning		6	
	Bengkayang	<i>Glomus</i> sp	Lonjong	Kuning	Hifa dan <i>Bulbus suspensor</i>	5	55
		<i>Glomus</i> sp	Bulat	Kuning muda	Hifa	1	
		<i>Glomus</i> sp	Bulat	Putih		5	
		<i>Glomus</i> sp	Lonjong			19	
		<i>Gigaspora</i> sp	Bulat			1	



Gambar 2. Spora FMA pada perakaran tanaman Lada di Bangka-Belitung. (A) *Gigaspora* sp (B) *Glomus* sp (C) *Acaulospora* sp

Figure 2. VAM spore on pepper root plant in Bangka-Belitung (A) *Gigaspora* sp (B) *Glomus* sp (C) *Acaulospora* sp

Tipe spora yang dominan ditemukan dari kedua lokasi penelitian adalah genus *Glomus* (Gambar 1.b dan Gambar 2.b), bentuk bulat dan lonjong, warna spora berwarna terang sampai gelap (putih, kuning muda, kuning, coklat dan coklat tua). Dinding spora sangat beragam (tebal dan tipis). Umumnya spora ditemukan dalam bentuk tunggal, tidak semua spora yang ditemukan

memiliki hifa serta tidak bereaksi dengan reagen Melzer. Menurut Simanungkalit (2001) spora *Glomus* ada yang tunggal dan ada yang berkoloni, berukuran 50-100 µm, bentuknya bulat hingga lonjong dan jika sporanya dipecahkan bentuknya beraturan. Dinding spora tidak bersambung dengan pori-pori pada hifa subtending.

Genus *Glomus* memiliki penyebaran yang sangat luas, karena perkembangannya lebih cepat dibanding yang lainnya. Hal ini sejalan dengan pendapat Clark (1997) dalam Delvian (2003) yang telah mempelajari perkecambahan dari 5 jenis *Glomus*, 4 jenis *Scutellospora* dan 4 jenis *Gigaspora*, dimana rata-rata waktu perkecambahan spora *Glomus*, *Scutellospora*, *Gigaspora* secara berurutan adalah 6, 14 dan 21 minggu.

Genus *Gigaspora* (Gambar 1a dan Gambar 2a) berbentuk bulat dan lonjong, memiliki pelekut yang menggembung berbentuk bulat (*bulbus*

suspensor). Menurut Schenck dan Perez (1990) dalam Riyanti(1994) dinding spora halus dan hialin dengan ketebalan 5-24 μm , permukaan spora tanpa ornament, ciri khas spora ini berukuran besar. Jenis genus ini bereaksi dengan reagent Melzer.

Genus *Acaulospora* ditemukan pada perakaran lada Bengkayang (Gambar 2c) spora berwarna coklat berukuran besar, dinding spora terdiri dari dua lapis (*wall* dan *membranous wall*) bereaksi dengan reagen Melzer, lapisan dalam menyerap warna sehingga berubah menjadi merah tua, ditemukan hanya 1 spora. Spora berwarna putih sampai coklat (kuning, kuning kecoklatan, coklat dan putih) berukuran 100-335 μm .

Perbedaan jumlah spora dan tipe spora juga dipengaruhi oleh sifat fisik tanah dan kimia tanah, iklim dan pH. Setiap jenis FMA mempunyai kisaran pH luas dan sempit (Sieverding, 1991). Hasil analisis pH tanah yang berasal dari 2 lokasi menghasilkan nilai pH 4,6-5,5. pH akan berpengaruh langsung pada tanaman. Untuk pertumbuhannya tanaman perlu nilai pH optimum. Kemasaman tanah mempengaruhi ketersediaan unsur hara. Pada pH di bawah 6, unsur P, Ca, Mg, dan Mo berkurang ketersediaannya dan pada pH yang rendah ketersediaan Al, Fe, Mn dan Bo semakin meningkat dan dapat meracuni tanaman (Stahl *et al.*, 1998).

KESIMPULAN

Hasil isolasi FMA dari lahan bekas tambang ditemukan 2 Genus yaitu Genus *Glomus* dan Genus *Gigaspora*, sedangkan dari perakaran lada ada 3 Genus yaitu Genus *Glomus*, *Gigaspora* dan *Acaulospora*. Jumlah spora pada perakaran tanaman lada lebih banyak dibanding di lahan bekas tambang timah. Spora paling banyak ditemukan di sampel tanaman lada petaling-2 yaitu 95 spora/100g tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Brundrett, M. N., B. Deli and N. Malajezuk. 1996. Working With Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. ACIAR. Canberra.
- Delvian. 2003. Keanekaragaman Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) di Hutan Pantai dan Potensi Pemanfaatan. Studi Kasus di Hutan Cagar Alam Leuweung Sancang Kabupaten Garut Jawa Barat. Tesis. IPB. Bogor.
- Hall, I. R. 1984. Taxonomy of VA mycorrhizal fungi. In: Powell CL dan Bagyaraj DJ (eds). VA Mycorrhiza. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, (75-94).
- Pujiyanto. 2001. Pemanfaatan Jasad Mikro Jamur Mikoriza dan Bakteri Dalam Sistem Pertanian Berkelanjutan Di Indonesia: Tinjauan Dari Perspektif Falsafah Sains. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. <http://www.hayati-ipb.com/rudget/indiv.2001/pujianto.htm>. Akses 13 Desember 2009.
- Prihastuti. 2007. Isolasi dan Karakterisasi Mikoriza Vesikular-Arbuskular di Lahan Kering Masam. Lampung Tengah. Jurnal Berkas Penelitian Hayati. 12 : 99-106.
- Rahma, D. P. F. 2008. Reklamasi Tambang Inkonsvensional Timah: Suatu upaya pengembalian hutan lindung di kepulauan Bangka Belitung. www.kabarindonesia.com.
- Riyanti. 1994. Pembuatan Kultur Monosenik Spora Cendawan Mikoriza Arbuskula. Jurusan Biologi FMIPA IPB. Bogor.
- Smith dan Read. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Second Edition. Academy Press London. 605. P.
- Simanungkalit, R. D. M. 2001. Penentuan Potensi Inokulum dengan Metode MPN. Makalah Pada Workshop Mikoriza dan Pameran Produk Pertanian Organik. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Stahl, P.D., G.E. Schuman, S.M. Frost, and S.E. Williams. 1998. Arbuscular mycorrhizae and water stress tolerance of Wyoming Big Sagebrush seedlings. Soil Sci. Soc. Am. J. 62: 1309-1313.
- Sieverding, E. 1991. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Federal Republic of Germany. ISBN 3:88085-462
- Trisilawati, O dan I. Rochmat, 2005. Pengaruh Mikoriza Arbuskula dan Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Lada Perdu. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Bogor.

KARAKTERISTIK BUAH DAN MINYAK KEMIRI MINYAK (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) POPULASI MAJALENGKA DAN GARUT

Maman Herman dan Dibyo Pranowo

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
maman.herman@gmail.com

(Diajukan tanggal 16 Desember 2010, diterima tanggal 9 Februari 2011)

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik buah dan minyak kemiri minyak (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) yang berasal dari 6 blok pertanaman di Kabupaten Majalengka dan Garut. Analisis kimia sifat-sifat minyak kemiri tersebut dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri, Sukabumi dan Laboratorium Kimia Institut Teknologi Bandung, Bandung mulai Januari sampai Desember 2009. Buah matang fisiologis yang berasal dari dua Kabupaten yaitu Majalengka dan Garut digunakan sebagai bahan yang ingin diketahui karakteristiknya. Pada masing-masing kabupaten terdiri atas 4 blok di Kabupaten Majalengka dan 2 blok di Kabupaten Garut. Dari setiap blok diambil 50 contoh buah untuk dianalisis di Laboratorium. Analisis dilakukan terhadap masing-masing komponen buah yaitu kulit, biji, kernel, dan rendemen minyak. Minyak hasil ekstraksi dianalisis karakteristiknya yang meliputi angka asam, angka penyabunan, angka Iodium, viskositas, dan density. Hasil penelitian menunjukkan bahwa buah kemiri minyak dari blok pertanaman di Jatimulya Kabupaten Majalengka memiliki kulit buah dan tempurung biji yang lebih ringan dibanding dari blok pertanaman yang ada di Kabupaten Garut. Rendemen minyak, angka asam, dan viskositas dari blok pertanaman di Majalengka secara umum lebih tinggi dibanding dari blok pertanaman di Kabupaten Garut. Angka sabun, iodium, dan densitas minyak dari blok pertanaman di Kabupaten Majalengka dan Garut memiliki variasi yang masih dalam kisaran yang dipersyaratkan.

Kata Kunci: *Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw, karakter buah, karakter minyak kasar, bahan bakar nabati

ABSTRACT

Fruit and oil characteristics of *Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw from Majalengka and Garut cluster. A research was carried out to identify characteristics of fruit and oil of *Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw originated from 6 population blocks located at Majalengka and Garut districts, from January until December 2009. As many as 50 ripe fruits of the plant taken from each blocks were then analyzed at laboratories of Indonesian Spice and Industrial Crops Research Institute (Sukabumi) and Bandung Institute of Technology (ITB). Majalengka and Garut clusters consist of 4 and 2 blocks, respectively. The fruits were analyzed their components such as skin, seeds, kernel, and oil yield. Furthermore, kernel-pressed oil (crude oil) of each block was analyzed at chemical laboratory to determine its acid value, saponification value, viscosity, density and iodine content. Result showed that the fruits of *R. trisperma* taken from block of Jatimulya Majalengka have skin and shell being lighter than those of Garut. In general, yields of oil, acid number and viscosity of oil obtained from block of Majalengka higher than those of Garut. Saponification value, iodine, and oil density of Majalengka and Garut clusters vary within the standardized range.

Keywords: *Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw, properties of fruits, properties of crude oil, biofuel.

PENDAHULUAN

Kemiri minyak (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) berasal dari Filipina dan telah berkembang di Indonesia secara alamiah di antaranya di daerah Jawa Barat dengan suhu udara

berkisar antara 18-20° C. Kemiri minyak juga dapat hidup di daerah dataran rendah sampai ketinggian di atas 1000 m di atas permukaan laut (Heyne, 1987). Kanopi tanaman kemiri minyak rapat dan lebar sehingga mampu menahan benturan butiran air hujan terhadap permukaan tanah yang pada

gilirannya dapat mengurangi erosi. Akar tanaman ini termasuk akar tunggang, menyebar ke dalam dan ke samping, sehingga dapat berfungsi sebagai penyangga tajuk tanaman yang dapat menahan erosi, meningkatkan penyerapan dan penyimpanan air, dan mencegah tanah longsor. Karena tajuk yang besar, pohon kemiri minyak dapat mengikat karbon dioksida dan menghasilkan oksigen dalam jumlah besar. Nilai ekonomi tanaman ini terutama dari endosperma biji yang mengandung minyak, yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar nabati sebagai biosolar atau biodiesel.

Kemiri minyak selain digunakan untuk biodiesel juga dapat dijadikan bahan baku pembuatan pernis, cat, sabun, minyak kain, resin, kulit sintetis, pelumas, kompos dan campuran pada pembersih atau pengkilap (Jamieson dan McKinney, 1935; Burkill, 1935). Menurut Hendra Natakarmana (2007), bungkil sisa ekstraksi dapat diolah menjadi biogas, dari 3 kg bungkil dapat menghasilkan 1,5 meter kubik biogas atau setara dengan 1 liter minyak tanah. Biji kemiri minyak terdiri dari cangkang (35–45 persen) dan daging buah (55–65 persen). Daging buah mengandung 55 persen minyak yang berwarna kuning agak kegelapan dan mengandung racun sehingga tidak dapat dikonsumsi (Vossen dan Umali, 2002). Racun yang terkandung merupakan senyawa asam α -eleostearat dengan kandungan 50%. Minyak kemiri minyak dapat digolongkan jenis minyak nabati mudah mengering yaitu jenis minyak dengan banyak ikatan rangkap seperti minyak kacang kedelai, minyak kemiri, minyak biji karet dan lain-lain (Ketaren 1986). Bungkil sisa ekstraksi mengandung 6% nitrogen, 1,7% potasium, dan 0,5% fosfor (Vossen dan Umali, 2002). Bungkil tersebut dapat digunakan sebagai pupuk (Heyne, 1987).

Minyak dari kemiri minyak tersusun dari beberapa asam lemak yang dapat diolah lebih lanjut menjadi berbagai produk oleokimia yang bernilai jual lebih tinggi. Produk oleokimia dari minyak nabati mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan produk oleokimia sintetis, yaitu harga yang lebih rendah, sumber yang dapat diperbarui dan produk yang ramah lingkungan (Towaha dan Tjahjana, 2009).

Melihat begitu banyak potensi manfaat yang dapat diperoleh dari buah kemiri minyak, memberikan harapan yang sangat besar untuk

dikembangkan di Indonesia. Namun sampai saat ini belum banyak penelitian yang dilakukan untuk mendukung pengembangannya.

Kabupaten Garut dan Majalengka di Jawa barat, merupakan dua wilayah pusat pertanaman kemiri minyak di Indonesia. Kedua wilayah tersebut memiliki karakteristik agroekosistem berbeda. Pusat pertanaman kemiri minyak di Kabupaten Garut berada pada ketinggian tempat > 700 m di atas permukaan laut, beriklim tropika basah dengan curah hujan rata-rata per tahun mencapai 2500 mm dengan 9 bulan basah dan 3 bulan kering sehingga termasuk tipe iklim Af sampai Am menurut klasifikasi Kopen. Variasi suhu bulanan berkisar antara 24–27°C (www.garutkab.go.id). Pertanaman kemiri minyak di Kabupaten Majalengka berada pada ketinggian 30–200 m di atas permukaan laut, curah hujan rata-rata per tahun berkisar antara 2400–3800 mm dengan bulan basah 10 bulan dan 2 bulan kering, variasi suhu udara 25–29°C (www.majalengkakab.go.id). Informasi mengenai karakteristik tanaman kemiri minyak pada berbagai agroekosistem Indonesia merupakan salahsatu data dasar yang berguna dalam perencanaan pengembangan agar diperoleh hasil optimal.

Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan informasi karakteristik buah dan minyak kemiri minyak dari blok pertanaman dari populasi Majalengka dan Garut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan mulai Januari sampai Desember 2009 di Laboratorium Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri (Balittri), Sukabumi dan Laboratorium Kimia Institut Teknologi Bandung (ITB).

Bahan yang digunakan terdiri atas buah dan biji kemiri minyak matang fisiologis yang diambil dari 4 blok atau pohon terpilih dari populasi di Kabupaten Majalengka dan 2 blok dari populasi Kabupaten Garut sebanyak 50 buah/blok untuk dianalisis di laboratorium.

Karakter buah yang dianalisis meliputi bobot buah, biji dan kernel. Kernel dari setiap blok dikompositkan dan diekstrak untuk diambil minyaknya dengan cara dikempa menggunakan pengempa hidrolik pada tekanan hingga 35 ton.

Minyak hasil ekstraksi dianalisis di Laboratorium Kimia ITB, Bandung. Karakter minyak dianalisis menggunakan metode *American Oil Chemists' Society* (AOCS). Parameter yang diamati meliputi: rendemen minyak, angka asam, angka penyabunan, viskositas, density, dan angka Iodium. Nilai rata-rata tengah karakter buah antar blok dianalisis menggunakan uji t pada tingkat kepercayaan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen Buah

Data pada Tabel 1 menunjukkan hasil analisis komponen buah kemiri minyak meliputi jumlah biji per buah, berat biji, tempurung, dan kernel dari pohon terpilih dari 6 blok pertanaman di kabupaten Majalengka dan Garut. Karakter setiap komponen buah yang dianalisis

memperlihatkan keragaman dari masing-masing blok yang diamati. Uraian dari masing-masing komponen buah yang diamati adalah sebagai berikut.

Jumlah Biji per Buah

Buah kemiri minyak terdiri atas 2-4 butir biji di dalamnya (Gambar 1), tetapi yang dominan adalah 3 butir/buah. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa buah kemiri minyak yang berasal dari 6 blok dari dua kabupaten yang diamati umumnya terdiri atas 2,45-3,00 butir biji di dalamnya dengan koefisien keragaman bervariasi antara 11,11-23,62%. Analisis statistik menunjukkan bahwa jumlah biji per buah dari keenam blok yang diuji tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.



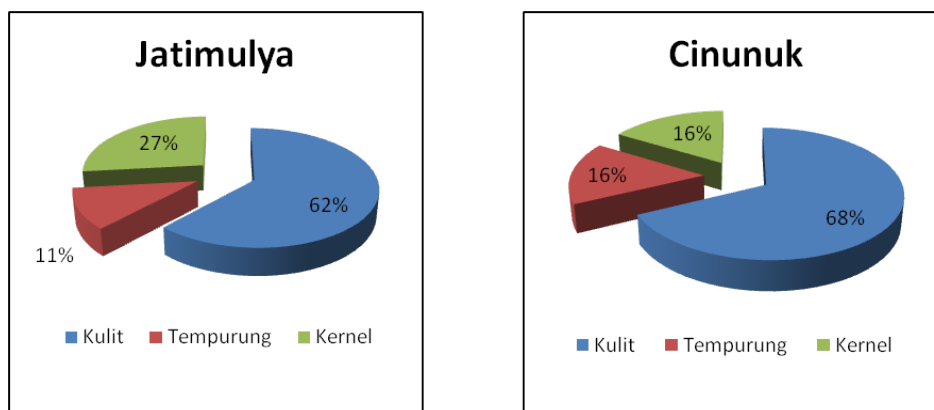
Gambar 1. Variasi jumlah biji per buah kemiri minyak asal Garut dan Majalengka
Figure 1. Seeds numbers variation per fruit of *R. trisperma* from Majalengka and Garut Cluster

Tabel 1. Karakteristik enam aksesori buah kemiri minyak dari daerah Majalengka dan Garut

Table 1. Fruits character of six accessions of *Reutealis* from Majalengka and Garut

Blok		Jumlah biji per buah	Berat per buah (g)				
			Buah	Kulit	Biji	Tempurung	Kernel
Kabupaten Majalengka							
Jatimulya	Rataan	2,45 ^a	32,51 ^a	18,13 ^a	14,37 ^a	3,28 ^a	7,82 ^a
	KK (%)	20,67	13,11	25,97	19,55	25,24	25,63
Cicalung	Rataan	3,00 ^a	48,05 ^a	27,56 ^{ab}	19,47 ^a	3,17 ^{ab}	9,46 ^a
	KK (%)	11,11	14,75	32,97	20,48	17,51	17,43
Bodas	Rataan	2,65 ^a	32,95 ^a	16,25 ^{ab}	16,70 ^a	4,44 ^{ab}	11,59 ^a
	KK (%)	18,61	22,65	43,53	24,02	17,26	21,03
Jum'at	Rataan	2,47 ^a	48,63 ^a	34,70 ^{ab}	13,93 ^a	3,85 ^{ab}	9,31 ^a
	KK (%)	20,82	15,07	21,1	24,35	19,18	18,26
Kabupaten Garut							
Banyu Resmi	Rataan	2,50 ^a	65,25 ^a	47,32 ^b	17,94 ^a	9,95 ^b	7,99 ^a
	KK (%)	23,62	18,63	17,84	25,29	27,29	31,13
Cinunuk	Rataan	2,50 ^a	65,47 ^a	44,41 ^b	21,06 ^a	10,70 ^b	10,36 ^a
	KK (%)	20,23	22,91	29,5	24,41	31,46	24,33

Keterangan: Angka dengan huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji t pada tingkat kepercayaan 5%.



Gambar 2. Komposisi komponen buah kemiri minyak asal Jatimulya Kabupaten Majalengka dan Cinunuk Kabupaten Garut
 Figure 2. The composition of fruits component from Jatimulya, Majalengka regency and Cinunuk, Garut regency

Bobot Buah, Biji, dan Kernel

Bobot buah, biji, dan kernel kemiri minyak dari 6 blok yang diuji tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, sedangkan bobot kulit buah dan tempurung menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 1). Perbedaan bobot kulit buah dan tempurung yang nyata diperoleh antara blok Jatimulya di kabupaten Majalengka dengan blok Banyuresmi dan Cinunuk di Kabupaten Garut. Bobot kulit buah dari Blok Banyuresmi dan Cinunuk masing-masing sebesar 47,32 dan 44,41 g/buah, dan tempurung 9,95 dan 10,7 g/buah nyata lebih berat dibandingkan bobot kulit buah dan tempurung dari blok Jatimulya masing-masing sebesar 18,13 dan 7,82 g/buah. Keadaan tersebut diduga disebabkan karena faktor lingkungan dimana agroklimat Kabupaten Garut yang relatif memiliki suhu udara lebih sejuk mendorong hasil fotosintesa yang tersalurkan akan lebih terkonsentrasi kepada kulit buah dan tempurung dibanding terhadap kernelnya.

Bobot Biji, Tempurung, dan Kernel per Butir

Pada Gambar 2 diilustrasikan perbandingan komposisi komponen buah kemiri minyak asal Majalengka dalam hal ini diwakili dari blok Jatimulya dan asal Garut yang dalam hal ini diwakili dari blok Cinunuk. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa komponen kulit buah dari blok Cinunuk sebesar 68% lebih tinggi dibanding kulit buah dari blok Jatimulya sebesar 62%. Sebaliknya, Komponen tempurung dan kernel masing-masing sebesar 16% dari blok Cinunuk lebih rendah dibanding dari blok Jatimulya yaitu 11% dan 27 %.

Berat tempurung biji dan kulit yang berasal dari blok Cinunuk relatif sebanding yaitu 16% dan 16%, sebaliknya biji yang berasal dari blok Jatimulya bobot kernelnya lebih tinggi dibanding bobot tempurungnya (Gambar 2).

Karakteristik Minyak Rendemen minyak

Data pada Tabel 2 menunjukkan hasil ekstraksi minyak dari biji kemiri minyak yang berasal dari 6 blok di Majalengka dan Garut. Berdasarkan hasil ekstraksi tersebut diperoleh rendemen minyak yang berkisar antara 36,53-50,00 persen. Rendemen minyak tertinggi diperoleh dari blok Jum'at dan Cicalung masing-masing dengan rendemen 50% dan terendah dari blok Cinunuk sebesar 36,53%. Rendemen minyak menunjukkan jumlah minyak yang dapat diekstrak dari bahan. Semakin tinggi kandungan minyak di dalam bahan, peluang untuk mendapatkan rendemen minyak yang tinggi juga semakin besar. Oleh karena itu seleksi tanaman berdasarkan rendemen minyaknya memiliki harapan yang sangat baik.

Minyak di dalam biji merupakan produk fotosintat yang diolah di dalam daun disalurkan dan terakumulasi di dalam biji. Proses fotosintesa di dalam daun sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan di sekitar tanaman. Blok Cinunuk dan Banyuresmi di Kabupaten garut merupakan salah satu wilayah yang berada pada ketinggian di atas 700 meter di atas permukaan laut dengan topografi berbukit, dan curah hujan di atas 2500 mm/tahun membentuk kondisi iklim yang relatif sejuk dan lembab. Sebaliknya dari 4 blok pertanian kemiri

minyak di kabupaten Majalengka terletak pada ketinggian kurang dari 100 meter di atas permukaan laut dengan topografi relatif datar dan curah hujan > 2500 mm/tahun membentuk kondisi iklim yang relatif hangat dan lembab. Umumnya tanaman yang menghasilkan minyak nabati, menghendaki suhu udara yang relatif panas dalam proses pembentukan buah dan biji (Gardner *et al.*, 1985). Oleh karena itu rendemen minyak dari blok pertanaman di Kabupaten Majalengka secara umum lebih tinggi dibanding blok pertanaman di Kabupaten Garut.

Tabel 2. Karakter fisik minyak kemiri minyak asal Majalengka dan Garut.

Table 2. Physical properties of *R. trisperma* from Majalengka and Garut regency.

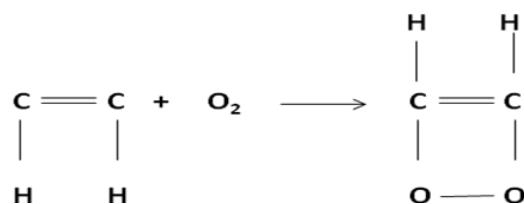
Blok	Rendemen	BD
Majalengka		
Jatimulya	49,42	0,97
Cicalung	50,00	0,94
Bodas	48,00	0,91
Jum'at	50,00	0,88
Rata-rata	49,36	0,92
Garut		
Banyuresmi	40,00	0,76
Cinunuk	36,53	0,70
Rata-rata	38,79	0,74

Angka asam

Angka asam menunjukkan kandungan asam lemak bebas (*Free fatty acid*) yang terkandung dalam minyak. Angka asam lemak dari minyak kemiri minyak yang berasal dari 6 blok yang diuji berkisar antara 6.19-39.30. Angka asam terendah diperoleh dari blok Cinunuk sebesar 6.19, sedangkan tertinggi diperoleh dari blok Jatimulya sebesar 39.30. Nilai dari bilangan asam memiliki hubungan dengan nilai dari bilangan peroksida, bilangan iod dan bilangan penyabunan. Asam lemak ini dapat dihasilkan dari proses hidrolisa ataupun oksidasi pada bahan. Reaksi oksidasi dapat menghasilkan peroksida yang dapat terurai menjadi aldehid, keton, dan asam-asam lemak.

Kandungan asam lemak bebas di dalam minyak yang berasal dari blok pertanaman kemiri minyak di Kabupaten Majalengka lebih besar dibanding blok pertanaman di Kabupaten Garut ini

mungkin disebabkan oleh komposisi tempurung yang lebih tipis dibanding kernelnya. Sedangkan di Kabupaten Garut komposisi tempurung dibanding kernel tampak seimbang (Gambar 2). Tempurung merupakan lapisan luar dari biji yang melindungi kernel (endosperma) dari pengaruh luar. Tempurung yang lebih tipis membuka kemungkinan absorpsi air ke dalam kernel lebih besar sehingga proses hidrolisis minyak yang terkandung di dalam kernel berlangsung lebih intensif. Proses oksidasi terjadi karena ada penambahan molekul oksigen pada ikatan rangkap dari asam lemak yang tidak jenuh, membentuk peroksida labil. Peroksida ini akan berisomerasi dengan air membentuk rantai yang lebih stabil, terutama aldehid, keton, dan asam lemak dengan berat molekul rendah (Swern, 1982). Akibatnya, semakin lama buah hasil panen disimpan, semakin besar kemungkinan terjadinya oksidasi yang menyebabkan angka asam semakin tinggi. Reaksi pembentukan peroksida dapat digambarkan sebagai berikut:



Angka sabun

Angka penyabunan menunjukkan berat molekul lemak dan minyak secara kasar. Minyak yang disusun oleh asam lemak berantai karbon yang pendek berarti mempunyai berat molekul yang relatif kecil, akan mempunyai angka penyabunan yang besar dan sebaliknya bila minyak mempunyai berat molekul yang besar, maka angka penyabunan relatif kecil. Angka sabun atau bilangan penyabunan dinyatakan sebagai banyaknya KOH (mg) yang diperlukan untuk menyabunkan 1 gram lemak. Angka penyabunan dari minyak kasar kemiri minyak yang berasal dari 6 blok yang diuji berkisar antara 177.87-181.77 mg KOH/g minyak masih dalam kisaran yang dikemukakan oleh Vossen dan Umali (2002). Bilangan penyabunan menunjukkan berat molekul lemak/minyak secara kasar.

Tabel 3. Karakteristik minyak Kemiri minyak yang berasal dari Kabupaten Majalengka dan Garut.

Table 3. Crude oil characteristic of reutealis from Majalengka and Garut

No.	Parameter	Satuan	Aksesi					
			Jatimulya	Cicalung	Bodas	Jumat	Banyuresmi	Cinunuk
1.	Angka asam	mg KOH/g minyak	39.30	26.16	20.69	18.16	7.79	6.19
2.	Angka sabun	mg KOH/g minyak	181.77	177.87	181.28	180.64	181.97	179.17
3.	Angka iodium	%	111.45	127.24	119.280	123.02	129.09	123.02
4.	Viskositas	mm ² /s	68.598	58.830	85.914	99.012	53.724	46.398
5.	Densitas	kg/l	0.904	0.904	0.908	0.909	0.901	0.899

Angka Iodium

Angka iodium merupakan indikator banyaknya ikatan rangkap di dalam minyak. Minyak dari kemiri minyak ini memiliki nilai bilangan iod berkisar antara 111.45 – 127.24 dapat digolongkan jenis minyak dengan bilangan iod tinggi. Hal tersebut mengindikasikan bahwa derajat ketidakjenuhan minyak sangat tinggi karena minyak kemiri minyak tersusun oleh banyak jenis asam lemak yang tidak jenuh. Asam-asam lemak tidak jenuh penyusun minyak kemiri minyak yaitu asam α -eleostearat, asam linoleat, asam oleat, dan asam lemak jenuh (Vossen dan Umali, 2002).

Viskositas

Viskositas menunjukkan kekentalan minyak kemiri minyak. Viskositas minyak kemiri minyak yang berasal dari 6 blok yang diuji berkisar antara 46.398-99.012. Angka sebesar ini masih jauh lebih tinggi dibandingkan minyak biodiesel yang memiliki standar viskositas 1.9-6.0 (Standar ASTM). Viskositas pada bahan bakar sangat menentukan tingkat pelumasan, gesekan diantara bagian-bagian yang bergerak, dan keausan mesin. Sifat ini penting bagi aliran minyak ketika melewati pipa saluran dan penyuntik alat pemercik. Viskositas yang terlalu tinggi akan menimbulkan kebocoran pada pipa injeksi, menyulitkan penyebaran bahan bakar, sehingga minyak tidak akan segera terbakar, menghasilkan asap yang kotor karena kelambatan aliran dan akan sulit mengalami atomisasi (Purwono, dkk., 2003). Proses atomisasi yang efektif dari suatu bahan bakar di dalam silinder memerlukan tingkat viskositas yang lebih rendah untuk menghindari tekanan pompa yang berlebihan.

Densitas

Densitas (rapat massa) menunjukkan perbandingan massa persatuan volume, karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin per satuan volume bahan bakar. Densitas minyak kasar kemiri minyak berkisar antara 0.899-0.909 kg/l dan masih dalam kisaran yang dipersyaratkan oleh standar ASTM (Tabel 3).

Berdasarkan karakter minyak kasar kemiri minyak tersebut di atas, diperoleh informasi bahwa angka asam pada jenis minyak kasar ini relatif tinggi, begitu pula dengan angka sabun, angka iodium, maupun viskositasnya. Hal tersebut lebih disebabkan oleh tingkat kematangan buah dan atau penyimpanan buah setelah panen. Oleh karena itu dalam upaya prosesing minyak kasar kemiri minyak menjadi biodiesel harus diperhatikan tingkat kematangan buah dan waktu penyimpanannya.

Mengingat kedua lokasi pertanaman yang diuji memiliki agroklimat berbeda, berpengaruh terhadap karakter kulit buah dan tempurung biji yang dihasilkannya. Hal tersebut dapat berpengaruh pula terhadap kualitas minyak yang dihasilkannya, apabila kurang tepat di dalam penanganannya. Penyimpanan atau pemeraman buah setelah dipanen dalam kondisi suhu dan kelembaban tinggi akan membuka peluang terjadinya perubahan fisiko-kimia minyak di dalam kernel. Semakin lama buah diperam, kandungan asam lemak bebas di dalam minyak akan semakin tinggi. Hal tersebut ditunjang oleh ketebalan kulit buah maupun kulit bijinya yang lebih tipis. Oleh karena itu buah yang memiliki kematangan yang sama dari kedua lokasi pertanaman yang diuji yaitu Majalengka dan Garut, memerlukan perlakuan waktu penyimpanan buah yang berbeda. Buah kemiri minyak yang dihasilkan dari blok pertanaman di Kabupaten majalengka

memiliki waktu penyimpanan yang lebih sempit karena kulit buah dan tempurung yang lebih tipis. Oleh karena itu karakter minyak kasar kemiri Minyak masih harus lebih dicermati dengan memperhatikan masa panen dan lama penyimpanan buah maupun minyak kasarnya.

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh karakteristik minyak dari kemiri minyak yang nilainya masih berada dalam kisaran yang dipersyaratkan untuk dapat diproses menjadi biodiesel (Tabel 4).

Tabel 4. Karakteristik minyak kasar kemiri minyak dan biodiesel menurut Vossen dan Umali (2002)

Table 4. Crude oil of *Reutealis* and biodiesel characteristic according to Vossen dan Umali (2002)

Sifat Minyak	Kemiri minyak ¹⁾	Bio-diesel ²⁾
Densitas	0.89	0.85-0.89
Bilangan Iod	160	Max 120
Bilangan asam	1.7	Max 0.8
Bilangan penyabunan	192-200	-

1) Vossen dan Umali (2002)

2) Standar ASTM

Hasil penelitian Pranowo (2009) menunjukkan bahwa pengolahan minyak kasar kemiri minyak diperoleh 87,05-87,90% biodiesel dan sebanyak 12,10-12,95% gliserol. Hasil penelitian terhadap pemanfaatan mesin diesel menunjukkan minyak kasar kemiri minyak mampu menarik air selama 3 jam dengan menggunakan mesin diesel statis, sedangkan dengan minyak jarak pagar hanya mampu selama 1½ jam dan solar hanya 1 jam. Hasil uji kinerja kemiri minyak pada kompor minyak nabati Protos-2 menghasilkan efisiensi panas pembakaran minyak cukup tinggi (48-52%) hampir mendekati efisiensi kompor elpiji 56%. Namun demikian, produk pembakaran masih mengeluarkan bau yang menyengat dan emisi NO₂ yang masih cukup tinggi (Prastowo dan Widjaya, 2009).

KESIMPULAN

Buah kemiri minyak dari blok pertanaman di Jatimulya Kabupaten Majalengka memiliki kulit buah dan tempurung biji yang lebih ringan dibanding dari blok pertanaman yang ada di Kabupaten Garut. Rendemen minyak, angka asam, dan viskositas dari blok pertanaman di Majalengka secara umum lebih tinggi dibanding dari blok

pertanaman di Kabupaten Garut. Angka sabun, Iodium, dan densitas minyak dari 6 blok pertanaman di Kabupaten Majalengka dan Garut memiliki variasi yang masih dalam kisaran yang dipersyaratkan.

SARAN

Mengingat buah kemiri minyak dari kedua daerah pertanaman di Kabupaten Majalengka dan Kabupaten Garut memiliki karakter kulit buah dan tempurung biji yang berbeda, yang diduga menyebabkan perbedaan kandungan asam lemak bebas di dalam minyaknya perlu diteliti lebih mendalam kaitannya antara lama penyimpanan buah hasil panen dengan kualitas minyak yang dihasilkannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Burkill, I.H. 1935. A Dictionary of The Economic Product of The Malay Peninsula Vol I (A-H). University Press Oxford. London.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell, 1985. Physiology of Crop Plants. The Iowa State University Press.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid II. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- Natakarmana, H., 2007. Rehabilitasi lahan, penanggulangan krisis energi dan ekonomi dengan kemiri sunan (*Aleurites trisperma* Blanco). Global warming, 20 November 2007. <http://Minyakdrajad.blogspot.com>. diakses tanggal 19 Juni 2009.
- Jamieson and McKinney, 1935. Bagilumbang or Soft Lumbang (*Aleurites trisperma*) Oil. U.S Department of Agriculture. United States.
- Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI Press. Jakarta.
- Prastowo, B.2007. Pengembangan Komoditas Pertanian Untuk Bahan Bakar Nabati Mendukung Industrialisasi Pertanian. Puslitbang Perkebunan. 10 Hal.

- Prastowo, B. dan E. R. Wijaya, 2009. Uji Kinerja Kompor Protos 2 Dengan Bahan Bakar Minyak Kemiri sunan (*Aleurites trisperma* BLANCO). Makalah pada Seminar Kemiri sunan, tanggal 19 Juni 2009. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri.
- Pranowo, D. 2009. Proses Pembuatan Biodisel dari Minyak Kasar Kemiri sunan (*Aleurites trisperma* BLANCO). Makalah pada Seminar Kemiri sunan, tanggal 19 Juni 2009. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri.
- Purwono, S., N. Yulianto, dan R. Pasaribu. 2003. *Biodiesel dari Minyak Kelapa*. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia. Yogyakarta.
- Swern, D. 1982. *Bailey's industrial Oil and Fats Products*, Vol II. John Willey and Sons. New York.
- Towaha, J. dan B. E. Tjahjana, 2009. Diversifikasi Pendayagunaan Minyak Kemiri sunan (*Aleurites Trisperma* BLANCO) Sebagai Bahan Baku Produk Oleokimia. Makalah pada Seminar Kemiri sunan, tanggal 19 Juni 2009. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri.
- www.garutkab.go.id. Diakses tanggal 10 desember 2010.
- www.majalengkakab.go.id. Diakses tanggal 10 Desember 2010.

RESPON PERTUMBUHAN DAN TINGKAT TOLERANSI PEMBIBITAN BEBERAPA VARIETAS LADA TERHADAP LAMANYA CEKAMAN AIR

Edi Wardiana, Asep Sunarya dan Moh. Saefudin

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
ediwardiana@yahoo.com

(Diajukan tanggal 26 November 2010, diterima tanggal 9 Pebruari 2011)

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca Balittri, Sukabumi, pada ketinggian tempat 450 m dpl mulai bulan Pebruari sampai Desember 2009. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis pengaruh lamanya cekaman air terhadap pertumbuhan 8 varietas lada, dan tingkat toleransinya terhadap cekaman air didasarkan pada kadar prolin dan ABA. Rancangan lingkungan yang digunakan adalah acak kelompok dengan empat ulangan. Varietas lada yang diuji adalah Natar-1, Natar-2, Petaling-1, Petaling-2, Chunuk, Bengkayang, LDK, dan satu kultivar lokal Sukabumi. Rancangan analisis untuk peubah pertumbuhan tanaman mengikuti pola petak terpisah dalam waktu (*split plot in time*) dengan menempatkan perlakuan lamanya cekaman air (4, 6 dan 10 minggu) sebagai petak utama dan varietas/kultivar lada sebagai anak petak. Sedangkan rancangan analisis untuk peubah kadar air daun relatif, luas daun spesifik, laju pertumbuhan relatif, serta kadar prolin dan ABA mengikuti pola acak kelompok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa : lamanya cekaman air berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit lada, tetapi delapan jenis lada yang diuji memiliki respon pertumbuhan yang tidak berbeda secara nyata terhadap lamanya cekaman air, tetapi didasarkan pada kadar prolin dan ABA. Varietas Natar-1 dapat dikategorikan mempunyai potensi tingkat toleransi tinggi terhadap lamanya cekaman air, diikuti oleh Natar-2 dan Petaling-2. Sedangkan varietas Petaling-1 dan Chunuk dikategorikan varietas yang agak rendah tingkat toleransinya, diikuti oleh Bengkayang, LDK, dan lokal Sukabumi yang rendah tingkat toleransinya.

Kata Kunci: *Piper nigrum* L., lada, cekaman air, pertumbuhan tanaman

ABSTRACT

Respons of growth and tolerance level of seedling of some pepper varieties to duration of water stress. An experiment was carried out in glasshouse of Indonesian Research Institute for Spice and Industrial Crops Sukabumi situated at 450 m above sea level, from February to December 2009. This research aimed to analyze effects of duration of water stress on growth of 8-varieties of black pepper, and their tolerance levels on water stress based on proline and ABA contents. Randomized complete block design with eight treatments and four replications was used in this study. Some varieties/cultivar of black pepper examined are Natar-1, Natar-2, Petaling-1, Petaling-2, Chunuk, Bengkayang, LDK, and one cultivar of Sukabumi. Analysis design used is split plot in time placing of duration of water stress (4, 6 and 10 weeks) as main plots, and eight of planting materials placed as split plots. The variable observed were relative leaf water content, spesific leaf area, relative growth rate, proline and ABA contents. Result showed that duration of water stress significantly affected on the growth of pepper seedlings, but the eight of planting materials examined have the same responses on the duration of water stress. While based on proline and ABA contents, Natar-1 was classified as a variety having the highest level of tolerance to the length of water stress followed by Natar-2 and Petaling-2. Petaling-1 and Chunuk may be classified slightly low tolerance, and Bengkayang, LDK and local one (Sukabumi) were low tolerance.

Keywords: *Piper nigrum* L., blcak pepper, water stress, plant growth

PENDAHULUAN

Ketersediaan air merupakan faktor penilai dalam budidaya tanaman. Air merupakan bagian terbesar dari suatu protoplasma, yaitu sekitar 85 –

90%, dan berperan penting dalam proses fotosintesa dan proses-proses fisiologik lainnya. Air juga merupakan pelarut garam-garam, gas-gas, dan material-material lain yang bergerak di dalam jaringan tanaman melalui dinding sel dan jaringan

lainnya. Ketersediaan air untuk menjamin adanya turgiditas, pertumbuhan sel, stabilitas bentuk daun, proses membuka dan menutupnya stomata, dan kelangsungan gerak struktur tanaman. Cekaman air akan mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman, menurunkan hasil, dan pada kondisi ekstrim dapat mematikan tanaman.

Kebutuhan air bagi tanaman berbeda-beda tergantung pada beberapa faktor, di antaranya perbedaan jenis tanaman, pertumbuhan dan perkembangan tanaman, kadar air tanah, dan unsur-unsur iklim lainnya. Cekaman kekeringan tanaman dapat disebabkan karena kekurangan pasokan air di daerah perakaran dan permintaan air berlebih oleh daun akibat laju evapotranspirasi melebihi laju absorpsi air oleh akar tanaman (Bray, 1997).

Di lapangan, walaupun tanah cukup tersedia air tanaman dapat mengalami cekaman air bila laju absorpsi air oleh akar tanaman lebih rendah dari kehilangan air melalui proses transpirasi (Islami dan Utomo, 1995). Kemampuan tanaman untuk meminimalkan kehilangan air adalah melalui mekanisme stomata. Proses transpirasi merupakan faktor penting yang mempunyai kontribusi besar dalam mengkaji konsep toleransi tanaman terhadap kekeringan (Hong *et al.*, 2008; Xiong *et al.*, 2002).

Tanaman lada (*Piper nigrum* L.) merupakan salah satu penghasil komoditas ekspor yang memegang peranan penting bagi perekonomian Indonesia. Berdasarkan seleksi potensi produksi terhadap sejumlah plasma nutfah lada telah diperoleh tujuh varietas unggul lada yang telah dilepas, yaitu Natar-1, Natar-2, Petaling-1, Petaling-2, Chunuk, Bengkayang, dan Lampung Daun Kecil (LDK). Ketujuh varietas unggul tersebut mempunyai potensi hasil kering berkisar antara 1.970 sampai 4.669 ton/ha/th (Nuryani *et al.*, 1993).

Selain potensi produksi, karakter lain ke-7 varietas tersebut belum banyak diketahui, termasuk daya toleransinya terhadap kekurangan air. Evaluasi awal terhadap enam dari tujuh varietas tersebut telah dilakukan terhadap perbedaan kandungan (kadar) air tanah dari kapasitas lapang. Hasilnya ternyata tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata, walaupun varietas Petaling-2 mempunyai kecenderungan dapat beradaptasi lebih baik pada kondisi kadar air tanah rendah. Saran yang telah dikemukakan adalah perlunya metode yang lebih

baik untuk mengetahui lebih jelas varietas-varietas yang tahan terhadap kondisi kurang air (Zaubin *et al.*, 1992).

Agar diperoleh informasi yang lebih jelas, maka pengujian respon varietas terhadap defisit air dari ketujuh varietas unggul tersebut perlu diperluas spektrum dan analisisnya. Pengamatan respon tanaman tidak hanya didasarkan pada indikator morfologi, tetapi juga sampai pada indikator fisiologi dan biokimia. Indikator fisiologi dan biokimia tanaman yang berhubungan erat dengan masalah cekaman air diantaranya adalah kandungan dan kerapatan stomata daun, kadar air relatif tanaman, kadar prolin, kadar glisin-betain, kadar asam absisat (ABA), dan kadar gula osmotik (Blum, 2008; Sinaga, 2008; Bartels dan Sunkar, 2005; Toruan-Mathius *et al.*, 2004; Mundree *et al.*, 2002; Toruan-Mathius *et al.*, 2001; Riga dan Vartanian, 1999; Maestri *et al.*, 1995; Wang *et al.*, 1995; Dingkhun *et al.*, 1991).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis: (1) Respon pertumbuhan pembibitan delapan jenis lada terhadap lamanya cekaman air, dan (2) potensi daya adaptasi pembibitan delapan jenis lada terhadap cekaman air didasarkan pada kadar prolin dan ABA.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di rumah kaca di KP. Pakuwon, Sukabumi, Jawa Barat, yang terletak pada ketinggian tempat 450 m di atas permukaan laut (dpl) dengan jenis tanah Latosol dan tipe iklim B (Schmidt and Fergusson), mulai bulan Pebruari sampai dengan Desember 2009. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dengan empat ulangan. Perlakuan yang diuji adalah tujuh varietas unggul lada dan satu jenis lokal. Ke-8 perlakuan yang diuji tersebut adalah 7 varietas lada (Natar-1, Natar-2, Petaling-1, Petaling-2, Chunuk, Bengkayang, dan LDK), dan kultivar lada lokal Sukabumi.

Setek lada dari sulur satu ruas ditanam dalam kantong plastik hitam ukuran 20 x 25 cm sampai umur tiga bulan. Setelah itu, bibit lada dipindahkan ke dalam pot plastik warna coklat dengan diameter dan tinggi masing-masing 30 cm. Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah jenis latosol dengan pupuk kandang sapi

dengan perbandingan 1 : 1 yang sebelumnya telah dihaluskan dan diayak secara baik. Setelah dicampur secara merata, campuran tanah kemudian dimasukkan ke dalam pot percobaan sebanyak 12 kg/pot. Penyiraman dilakukan setiap hari sampai tingkat kapasitas lapang. Pemupukan NPK (15:15:15) dilakukan dengan dosis 20 g/pot. Selanjutnya tanaman dibiarkan tumbuh secara normal dan stabil selama satu bulan. Setelah satu bulan dipelihara, tanaman mulai diberi perlakuan cekaman air dengan cara tidak diberikan penyiraman lagi sampai akhir penelitian. Pada saat itu, dilakukan pengamatan data sebagai data awal. Rumah kaca dimonitor sedemikian rupa secara teratur dan berkala agar tidak ada percikan air yang masuk ke dalam bahan percobaan.

Pengamatan berikutnya dilakukan pada umur 4, 6, dan 10 minggu setelah perlakuan cekaman air. Peubah-peubah yang diukur dalam penelitian ini meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah ruas, jumlah cabang, panjang dan lebar daun, diameter batang, volume akar, bobot segar dan bobot kering akar dan tajuk, dan rasio bobot kering akar dengan tajuk. Untuk pengamatan luas daun spesifik (LDS), kadar air daun relatif (KAR), laju pertumbuhan relatif (LPR), kadar prolin dan ABA dilakukan hanya pada akhir penelitian, yaitu pada umur 10 minggu setelah cekaman air.

Kadar prolin pada daun dianalisis berdasarkan metode Bates *et al.* (1973) dan kadar ABA secara ELISA (Toruan-Mathius *et al.*, 2001; 2004). KAR diukur dengan menimbang bobot segar (bs) daun, kemudian direndam dalam akuades selama 24 jam untuk mendapatkan bobot turgid (bt) dan selanjutnya dikeringkan dalam oven sehingga diperoleh bobot kering (bk). KAR dihitung dengan rumus $(bs-bk)/(bt-bk) \times 100\%$ (Woo *et al.*, 2008; Toruan-Mathius *et al.*, 2001).

LDS adalah merupakan nisbah antara luas permukaan daun (L) dengan bobot kering (bk) daun tersebut. Pengukuran LDS dilakukan mengikuti cara yang telah dilakukan Toruan-Mathius *et al.* (2001) dengan sedikit modifikasi. Caranya, dengan mengukur luas potongan daun setelah dipotong persegi empat (untuk memudahkan pengukuran luas), yang kemudian dikeringkan dengan oven untuk mendapatkan bobot kering konstan. Nilai LDS diperoleh dengan rumus L/bk yang dinyatakan dalam m^2/g basis

kering. Sedangkan LPR dihitung dengan cara menghitung selisih bobot kering total tanaman umur 10 dengan 4 minggu setelah cekaman air per satuan waktu.

Analisis data vegetatif tanaman (tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah ruas, panjang dan lebar daun) dilakukan melalui teknik analisis peragam (*ancova*) dimana data pengamatan awal diperlakukan sebagai *covariate*. Rancangan analisisnya untuk data ini mengikuti “rancangan petak terpisah dalam waktu” (*split plot in time*) (Totowarsa dan Cucu, 1982), dengan menempatkan lamanya cekaman air (4, 6 dan 10 minggu) sebagai petak utama dan delapan jenis lada sebagai anak petak. Demikian juga untuk analisis bobot segar dan bobot kering akar, tajuk, dan total dilakukan melalui rancangan “petak terpisah dalam waktu”. Hanya saja teknik analisisnya secara langsung melalui analisis ragam (*anova*). Sedangkan untuk analisis data lainnya (LDS, KAR, LPR, serta kadar prolin dan ABA) dilakukan secara langsung melalui analisis ragam dengan pola RAK. Pengujian beda rata-rata dilakukan dengan HSD (*honestly significant different*) pada taraf 5 persen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Lamanya Cekaman Air

Lamanya cekaman air masing-masing selama 4, 6, dan 10 minggu berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan bibit lada, terutama pada parameter jumlah daun dan volume akar (Tabel 1). Hal yang sama terjadi juga pada pertumbuhan bobot segar akar dan nisbah bobot segar akar dengan tajuk, serta bobot kering akar, tajuk, total, dan nisbah bobot kering akar dengan tajuk (Tabel 2).

Lamanya cekaman air sampai 10 minggu ternyata pertumbuhan jumlah daun dan bobot kering tajuk dan total masih memperlihatkan peningkatan. Sedangkan volume akar, bobot segar akar, nisbah bobot segar akar dengan tajuk, bobot kering akar, dan nisbah bobot kering akar dengan tajuk sudah memperlihatkan penurunan yang nyata (Tabel 1 dan 2). Berdasarkan informasi ini dapat diketahui bahwa makin lama cekaman air maka makin menurun pertumbuhan tanaman. Bagian akar memperlihatkan respon yang pertama dalam menghadapi kondisi cekaman air.

Cekaman air akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman karena air merupakan faktor pembatas utama dalam budidaya tanaman. Pengaruh ini sangat bervariasi tergantung pada jenis dan perkembangan tanaman serta unsur-unsur iklim lainnya seperti intensitas cahaya matahari, suhu, kelembaban, dan kecepatan angin. Walaupun air tanah cukup tersedia, pertumbuhan tanaman akan terganggu apabila jumlah air yang hilang karena proses evapotranspirasi tidak diimbangi oleh jumlah air yang diserap oleh akar tanaman. Sebaliknya, walaupun air tanah dalam kondisi kurang tetapi laju evapotranspirasi lebih rendah atau sama dengan laju absorpsi air oleh akar maka tidak akan mengganggu pertumbuhan tanaman. Apabila kondisi air tanah dan faktor iklim lainnya dalam keadaan konstan, maka varietas tanaman adalah merupakan faktor pembeda utama, baik secara morfologis, fisiologis, maupun biokemis.

Respon Varietas terhadap Lamanya Cekaman Air

Walaupun lamanya cekaman air berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit lada (Tabel 1 dan 2), tetapi pengaruh tersebut ternyata tidak berbeda untuk ke-8 bahan tanaman lada yang diuji. Hal ini dapat diketahui melalui hasil analisis ragam (anova) untuk interaksi antara varietas dengan lamanya cekaman air yang tidak nyata, baik untuk pertumbuhan vegetatif (Tabel 3) maupun untuk bobot segar dan bobot kering bibit (Tabel 4). Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Zaubin *et al.* (1992), yang menunjukkan tidak ada interaksi yang nyata antara enam varietas lada dengan taraf persentase kadar air tanah dari kapasitas lapang terhadap nisbah bobot kering tajuk dengan akar, kadar air relatif, dan laju pertumbuhan relatif.

Tabel 1. Pengaruh lamanya cekaman air terhadap pertumbuhan vegetatif bibit lada

Table 1. Effects of duration of water stress on vegetative growth of pepper seedlings

Lamanya cekaman air	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Panjang daun (cm)	Lebar daun (cm)	Jumlah cabang	Jumlah ruas	Diameter batang (cm)	Volume akar (cm ³)
4 minggu	38.03 a	14.68 b	8.45 a	5.32 a	2.05 a	9.47 a	0.43 a	0.38 a
6 minggu	39.20 a	15.56 ab	8.61 a	5.43 a	2.56 a	9.86 a	0.46 a	0.31 b
10 minggu	40.87 a	16.65 a	8.55 a	6.50 a	3.30 a	9.36 a	0.53 a	0.32 b
KK CV (%)	18.26	16.12	11.05	13.18	10.05	14.56	9.75	8.90

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Notes : Numbers followed by same letters in each coloumn are not significantly different at 5% level

Tabel 2. Pengaruh lamanya cekaman air terhadap bobot basah dan kering akar, tajuk, total, dan nisbah akar dengan tajuk bibit lada

Table 2. Effect of duration of water stress on fresh and dry weight of roots, shoot, total, and ratio of root and shoot of pepper seedling

Lamanya cekaman air	Bobot segar/phn (g)				Bobot kering/phn (g)			
	Akar (a)	Tajuk (t)	Total	Nisbah (a-t)	Akar (a)	Tajuk (t)	Total	Nisbah (a-t)
4 minggu	3.67 a	20.21 a	25.02 a	0.19 a	1.11 a	4.12 b	5.23 b	0.27 a
6 minggu	3.33 a	21.10 a	24.47 a	0.16 a	1.05 b	4.39 b	5.44 b	0.24 a
10 minggu	2.05 b	24.73 a	26.78 a	0.09 b	0.87 b	6.34 a	7.21 a	0.14 b
KK CV (%)	10.79	19.97	20.89	11.03	9.06	13.14	15.45	12.11

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Notes : Numbers followed by same letters in each coloumn are not significantly different at 5% level

KAR, LDS, LPR, Kadar Prolin dan Kadar ABA

Nilai KAR, LDS, dan LPR ke-8 bahan tanaman (7 varietas dan 1 kultivar lokal) yang diuji tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata, sedangkan pada kadar prolin dan ABA menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (Tabel 5). Pada penelitian ini, respon varietas dilihat dari perubahan kadar prolin dan ABA sebagai akibat lamanya cekaman air tidak dapat diketahui secara pasti karena kedua peubah ini hanya dilakukan pengukuran satu kali, yaitu pada akhir penelitian (10 minggu setelah cekaman), sehingga tidak diketahui proses interaksinya. Namun demikian, melalui pengamatan ini setidaknya telah memberikan indikasi kemungkinan adanya varietas yang berpotensi toleran dan atau peka terhadap kondisi cekaman air. Pada penelitian ini perlakuan cekaman air dilakukan secara terus menerus dan pengukuran kadar prolin dan ABA dilakukan pada

akhir penelitian dimana pada saat itu kondisi cekaman air merupakan kondisi cekaman yang paling lama (10 minggu).

Kadar prolin dan ABA merupakan salah satu indikator penting dalam menilai toleransi berbagai jenis tanaman terhadap cekaman kekeringan. Kadar prolin dan ABA umumnya meningkat sejalan dengan meningkatnya kondisi cekaman kekeringan (Toruan-Mathius *et al.*, 2004; Mundree *et al.*, 2002; Riga dan Vartanian, 1999; Yang dan Kao, 1999; Leung dan Giraudat, 1998; Yoshida *et al.*, 1997; Maestri *et al.*, 1995). Kadar prolin dan ABA pada varietas yang dinilai toleran terhadap cekaman air relatif lebih tinggi dibandingkan dengan varietas yang peka (Yu *et al.*, 2008; Yoshida *et al.*, 1997; Ruiz-Lazano *et al.*, 1995). Terdapat indikasi hubungan yang positif antara akumulasi prolin dengan adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan dan salinitas (Delauney dan Verma, 1993).

Tabel 3. Interaksi lamanya cekaman air dengan varietas lada terhadap pertumbuhan vegetatif

Table 3. Interaction of duration of water stressing and pepper varieties on vegetative growth

Interaksi lamanya cekaman air dengan varietas lada	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Panjang daun (cm)	Lebar daun (cm)	Jumlah cabang	Jumlah ruas	Diameter batang (cm)	Volume akar (cm ³)
4 minggu :								
Natar-1	36.41	14.50	8.25	5.21	2.32	9.72	0.41	0.37
Natar-2	37.48	14.63	8.49	5.40	2.38	9.47	0.42	0.52
Petaling-1	40.60	16.50	9.00	5.44	2.44	10.28	0.44	0.39
Petaling-2	42.35	15.32	8.18	4.88	2.44	10.47	0.42	0.32
Chunuk	34.72	13.63	8.41	5.45	2.32	8.03	0.44	0.34
Bengkayang	40.41	16.44	8.98	5.70	2.82	9.85	0.42	0.39
LDK	37.29	14.88	7.66	4.90	2.32	9.91	0.43	0.34
Lokal Sukabumi	34.97	11.57	8.63	5.60	1.82	8.03	0.45	0.34
6 minggu :								
Natar-1	37.58	15.38	8.41	5.26	2.52	10.04	0.44	0.32
Natar-2	38.65	15.50	8.64	5.44	2.58	9.79	0.46	0.34
Petaling-1	41.77	17.38	9.16	5.48	2.65	10.60	0.47	0.35
Petaling-2	43.52	16.19	8.34	5.42	2.65	10.79	0.46	0.27
Chunuk	35.89	14.50	8.56	5.50	2.52	8.35	0.47	0.27
Bengkayang	41.58	17.32	9.14	5.74	3.02	10.16	0.46	0.32
LDK	38.46	15.75	7.82	4.95	2.52	10.22	0.46	0.29
Lokal Sukabumi	36.14	12.44	8.79	5.65	2.02	8.35	0.48	0.32
10 minggu :								
Natar-1	38.20	15.00	9.25	6.56	3.00	9.00	0.56	0.30
Natar-2	48.56	17.67	8.83	6.74	3.67	8.53	0.55	0.38
Petaling-1	38.79	17.00	8.43	6.04	3.50	10.25	0.57	0.30
Petaling-2	39.95	17.75	9.38	5.93	3.50	10.50	0.51	0.38
Chunuk	33.83	15.50	10.23	6.25	3.50	7.50	0.49	0.28
Bengkayang	38.48	16.50	9.55	6.22	3.75	9.25	0.53	0.23
LDK	40.20	18.50	10.00	6.98	3.00	9.50	0.54	0.30
Lokal Sukabumi	48.91	15.25	11.13	7.27	2.50	9.75	0.50	0.40
KK CV (%)	20.67	17.75	19.08	16.67	14.42	18.75	14.47	13.35
Hasil anova	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan : tn = tidak nyata

Tabel 4. Interaksi lamanya cekaman air dengan varietas lada terhadap bobot segar dan kering akar, tajuk, total, dan nisbah akar dengan tajuk

Table 4. Interaction of duration of water stress and pepper varieties on fresh and dry weight of root, shoot, total, and ratio of root and shoot

Interaksi lamanya cekaman air dengan varietas lada	Bobot segar/phn (g)				Bobot kering/phn (g)			
	akar (a)	tajuk (t)	total	nisbah (a/t)	akar (a)	tajuk (t)	total	nisbah (a/t)
4 minggu :								
Natar-1	3.82	11.43	23.88	0.33	1.19	3.94	5.13	0.30
Natar-2	3.70	20.01	23.71	0.18	1.18	3.91	5.09	0.30
Petaling-1	3.99	20.94	24.93	0.19	1.13	4.11	5.24	0.27
Petaling-2	3.67	23.99	27.66	0.15	1.06	4.64	5.70	0.23
Chunuk	3.68	22.43	26.11	0.16	1.04	4.28	5.32	0.24
Bengkayang	3.76	21.10	24.86	0.18	1.08	4.06	5.14	0.27
LDK	3.98	20.39	24.19	0.20	1.13	3.89	5.02	0.29
Lokal Sukabumi	3.44	21.37	24.81	0.16	1.08	4.10	5.18	0.26
6 minggu :								
Natar-1	3.34	19.87	23.21	0.17	1.13	4.21	5.34	0.27
Natar-2	3.56	19.81	23.77	0.18	1.12	4.19	5.31	0.27
Petaling-1	3.51	20.74	24.25	0.17	1.07	4.38	5.45	0.24
Petaling-2	3.21	23.79	27.00	0.13	1.00	4.91	5.91	0.20
Chunuk	3.20	22.23	25.43	0.14	0.98	4.56	5.54	0.21
Bengkayang	3.28	20.89	24.17	0.16	1.02	4.33	5.35	0.24
LDK	3.50	20.28	23.78	0.17	1.07	4.16	5.23	0.26
Lokal Sukabumi	3.00	21.16	24.16	0.14	1.02	4.36	5.38	0.23
10 minggu :								
Natar-1	1.53	18.98	20.51	0.09	0.69	4.66	5.35	0.15
Natar-2	1.75	24.18	25.92	0.08	0.80	5.41	6.21	0.15
Petaling-1	2.16	21.12	23.28	0.11	0.95	5.75	6.70	0.17
Petaling-2	2.08	27.14	29.22	0.08	0.91	7.18	8.09	0.13
Chunuk	2.11	25.18	27.29	0.11	0.88	6.34	7.22	0.14
Bengkayang	1.68	27.86	29.54	0.06	0.70	7.22	7.92	0.10
LDK	1.96	22.01	23.97	0.10	0.81	5.86	6.67	0.14
Lokal Sukabumi	3.14	31.37	34.51	0.11	1.23	8.30	9.53	0.15
KK CV (%)	10.17	19.95	19.06	14.13	11.79	16.24	15.55	12.97
Hasil anova	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan : tn = tidak nyata

Tabel 5. Nilai KAR, LDS, LPR, kadar prolin dan kadar ABA delapan jenis lada

Table 5. Value of RWC, SLA, RGR, and proline and ABA contents of eight pepper varieties

Varietas	Kadar air daun relatif (%)	Luas daun spesifik (cm ² /g BK)	Laju pertumbuhan relatif (g/6 minggu)	Kadar prolin (μmol/g BB)	Kadar ABA (ppm)
Natar-1	74.20 a	172.43 a	0.01 a	222.21 a	119.87 a
Natar-2	66.31 a	166.28 a	0.05 a	179.55 b	123.60 ab
Petaling-1	70.51 a	179.50 a	0.07 a	147.42 c	109.26 c
Petaling-2	70.59 a	178.31 a	0.02 a	170.09 b	119.81 b
Chunuk	72.40 a	177.72 a	0.05 a	140.10 c	102.31 cd
Bengkayang	72.67 a	198.18 a	0.12 a	124.22 d	96.20 d
LDK	69.51 a	212.17 a	0.05 a	123.47 d	94.13 d
Lok. Sukabumi	68.34 a	177.08 a	0.18 a	124.22 d	95.27 d
KK CV (%)	17.78	18.95	10.69	5.56	4.45

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%; BK = berat kering ; BB = berat basah

Note : numbers followed by same letters in each column are not significantly different at 5% level BK = dry weight ; BB = fresh weight

Berdasarkan pada kadar prolin dan ABA (Tabel 3), maka ke-8 tanaman lada yang diuji dapat dikelompokkan ke dalam empat kelompok, yaitu kelompok varietas dengan kadar prolin dan ABA relatif tinggi (Natar-1), agak tinggi (Natar-2 dan Petaling-2), agak rendah (Pealing-1 dan Chunuk), dan rendah (Bengkayang, LDK, dan lokal Sukabumi). Urutan tersebut mencerminkan adanya indikasi varietas yang mempunyai potensi daya adaptasi yang tinggi (Natar-1) dan agak tinggi (Natar-2 dan Petaling-2) terhadap kondisi cekaman air. Varietas Petaling-1 dan Chunuk daya adaptasinya dikategorikan agak rendah, sedangkan varietas Bengkayang, LDK, dan lokal Sukabumi dikategorikan rendah daya adaptasinya terhadap kondisi cekaman air.

KESIMPULAN

Lamanya cekaman air berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit lada, tetapi delapan varietas dan satu kultivar lokal lada yang diuji memiliki respon pertumbuhan yang tidak berbeda nyata.

Didasarkan pada indikator kadar prolin dan ABA, varietas Natar-1 dapat dikategorikan mempunyai potensi tingkat toleransi tinggi terhadap lamanya cekaman air, diikuti oleh Natar-2 dan Petaling-2. Sedangkan varietas Petaling-1 dan Chunuk dikategorikan varietas yang agak rendah tingkat toleransinya, xdiikuti oleh Bengkayang, LDK, dan lokal Sukabumi yang rendah tingkat toleransinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bartels, D. and R. Sunkar. 2005. Drought and salt tolerance in plants. *Critical Riviews in Plant science* 24 : 23 – 58.
- Blum, A. 2008. The mitigation of drought stress. *PlantStress. com*. p : 1 – 33. (Daikses tanggal 28 Maret 2008).
- Bray, E.A. 1997. Plant responses to water deficit. *Plant Physiol.* 103 : 1035 – 1040.
- Delauney, A.J. and D.P.S. Verma. 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. *Plant. J.* 4 (2) : 215 – 223.
- Dingkhun, M., R.T. Cruz, J.C. O'Toole, N.C. Turner, and K. Doerffling. 1991. Responses of seven diverse rice cultivars to water deficits. III. Accumulation of abscisic acid and proline in relation to leaf water-potential and osmotic adjustment. *Field Crops Res.* 27 : 103 – 117.
- Goldsworthy, P.R. dan N.M. Fisher. 1992. Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik. Terjemahan oleh Tohari. Gadjah Mada University Press. 874 hal.
- Hong Yu, Xi Chen, Yuan-Yuan Hong, Yao Wang, Ping Xu, Sheng-Dong Ke, Hai-Yan Liu, Jian-Kang Zhu, David J. Oliver, and Cheng-Bin Xiang. 2008. Activated expression of an *Arabidopsis* HD-START protein confers drought tolerance with improved root system and reduced stomatal density. *The Plant Cell.* 20 : 1134 – 1151.
- Islami, T. dan W.H. Utomo. 1995. Hubungan Tanah, Air, dan Tanaman. IKIP Semarang Press. Semarang. Hal : 211- 240.
- Leung, J. and J. Giraudat. 1998. Absisic acid signal transduction. Annual Report of Plant Physiology. *Plant Mol. Biol.* 49 : 199 – 222.
- Maestri, M., F.M. Da Matta, A.J. Regazzi, and R.S. Barros. 1995. Accumulation of proline and quartenary ammonium compound in mature leaves of water stressed coffee plants (*Coffea arabica* and *C. canpphora*). *J. Hort. Sci.* 70 (2) : 229 – 233.
- Mundree, S.G., B. Baker, S. Mowla, S. Peters, S. Marais, C.V. Willigen, K. Govender, A. Mareza, J.M. Farrant, and J.A. Thomson. 2002. Physiological and molecular insight into drought tolerance. *African J. Biotechnol.* 1 : 28 – 38.

- Nuryani, Y., P. Wahid, dan A. Hamid. 1993. Usulan pelepasan varietas lada. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Bogor.
- Riga, P. and N. Vartanian. 2002. Sequential expression of adaptive mechanism is responsible for drought resistance in tobacco. *Australian Jurnal of Plant Physiology* 26 : 211- 220.
- Ruiz-Lazano, J.M., R. Azcon, and M. Gomez. 1995. Effects of Arbuscular-Mycorrhizal *Glomus* species on drought tolerance : Physiological and nutritional plant responses. *Appl. And Env. Microbiology* 61 (2) : 456 – 460.
- Savin, R. and M.E. Nicholas. 1996. Effect of short periods on drought and high temperature on grain, growth and starch accumulation of two malting barley cultivars. *Aus. J. Plant Physiol.* 23 : 201 210.
- Sinaga, S. 2008. Asam absisik sebuah mekanisme adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan. [www. daneprairie.com](http://www.daneprairie.com). 10 hal. (Diakses tanggal 28 Maret 2008).
- Toruan-Mathius, N., G. Wijana, E. Guharja, H. Aswidinoor, S. Yahya, dan Subronto. 2001. Respon tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) terhadap cekaman kekeringan. *Menara Perkebunan* 69 (2) : 29 – 45.
- Toruan-Mathius, N., T. Liwang, M. I. Danuwikarsa, G. Suryatmana, H. Djayasukanta, D. Saodah, dan I.G.P. Wenten Astika. 2004. Respon biokimia beberapa progeny kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) terhadap cekaman kekeringan pada kondisi lapang. *Menara Perkebunan* 72 (2) : 38 – 56.
- Totowarsa. dan S.A. Cucu. 1982. Teknik Perancangan Percobaan (Rancangan dan Analisis). Serial Pengembangan Dasar-Dasar Statistika Terapan No. STK 13. Faperta Unpad. 173 hal.
- Wang, Z., B. Quebedeaux, and G.W. Stutte. 1995. Osmotic adjustment : Effect water stress on carbohydrates in leaves, streams and roots of apple. *Aus. J. Plant. Physiol.* 22 : 747 – 754.
- Woo, N.S., M.R. Badger, and B.J. Pogson. 2008. A rapid, non-invasive procedure for quantitative assessment of drought survival using chlorophyll fluorescence. *Plant Methode* 4 (27) : 1 – 14.
- Xiong, L., K.S. Schumacher, and J.K. Zhu. 2002. Cell signaling during cold, drought, and salt stress. *Plant Cell* 14 (suppl.) : 165 – 183.
- Yang, C.W. and C.H. Kao. 1999. Importance of ornithine- δ -aminotransferase to proline accumulation caused by water stress in detached rice leaves. *Plant Growth Reg.*, 27 : 189 – 192.
- Yoshiba, Y., Ti. Kiyosue, K. Nakashima, K.Y. Shinozaki, and K. Shinozaki. 1997. Regulation of levels of proline as an osmolyte in plant under water stress. *Plant Cell Physiol.* 38 (10) : 1095 – 1102.
- Yu, H., X. Chen, Y. Hong, Y. Wang, P. Xu, S. Ke, H. Liu, J. Zhu, D.J. Oliver, and C. Xiang. 2008. Activated expression of an *Arabidopsis* HD-START protein confers drought tolerance with improved root system and reduce stomatal density. *The Plant Cell* 20 : 1134- 1151.
- Zaubin, R., A.M. Murni, dan Rr. Emawati. 1992. Pengaruh cekaman air terhadap daya adaptasi enam varietas lada (*Piper nigrum* L.). *Bul. Pen. Tanaman Rempah dan Obat* VII (2) : 16 – 20.

STATUS OF IMPORTANT PEPPER PESTS IN INDONESIA AND THE MANAGEMENT DEVELOPMENT

Deciyanto S.*, I Wayan Laba** and Iwa Mara Trisawa***

*) Indonesian Research Institute for Tobacco and Fiber Crops

**) Indonesian Research Institute for Medicinal and Aromatic Crops

***) Indonesian Research Institute for Spices and Other Industrial Crops

(Diajukan tanggal 30 November 2010, diterima tanggal 9 Pebruari 2011)

ABSTRAK

Black pepper (*Piper nigrum* L.) is one of the most important spices, as a trade commodity in the world. In Indonesia, the crop was grown as a small holder crops, and laborious works. The total number of labor was used in black pepper plantation is not less than 16.9 millions peoples. Total areas of black pepper achieved 204,107 hectares in 2003. In 2011, the black pepper plantation in Indonesia are estimated around 120,000 hectares, which are about 95 % are smallholdings, and involving around 500,000 persons. Infestation by insect pest is of the main factor being responsible for the low productivity of pepper in major pepper growing country, including Indonesia. In Indonesia, there were listed of 44 kind of arthropods associated with pepper plant ecosystem, categorized as fitofag (47.73%), omnivorus (6.82%), natural enemies (34.09%) and pollination (11.36 %). Among arthropods which are categorized as fitofag were three major pests of black pepper cultivation, i.e. stem borer (*Lophobaris piperis* Marsh.), pepper bug (*Dasynus piperis* China) and blossom bug (*Diconocoris hewetti* Dist.). The potential loss of yield due to pests and diseases in Indonesia has been estimated around 20-50 % of total pepper yield, while in 1999 was estimated the loss of about 38,6 billion rupiah every year. Integrated pest management (IPM) concept is an approach for controlling plant pests and diseases. The control strategies should be accommodated to give much more attention to productivity, efficiency, clean, health environment, and supported by government policy as well. Developing resistant varieties to pests and diseases, the use of organic natural matter for pests and diseases control, such as the use of botanical pesticides (derris, neem), the use of microbial pesticide (fungi, bacteria, nematode antagonist) and bio-fertilizer (micoriza), and conservation of crops plantation through mix-cropping, planting of cover crops, etc, should be prioritized continuously to be the main program. Research and development supporting the IPM of black pepper have been introduced since 1999 in the area producing provinces.

Keywords : *Piper nigrum* L., black pepper, pests and diseases, integrated pest management, microbial pesticide

ABSTRACT

Status hama utama lada di Indonesia dan perkembangan pengelolannya. Lada (*Piper nigrum* L) adalah salah satu tanaman rempah yang penting dan diperdagangkan dipasar dunia. Tanaman lada diusahakan sejak sebelum perang Dunia II. Di Indonesia, tanaman lada diusahakan dalam bentuk perkebunan rakyat dan juga sebagai penyerap tenaga kerja yang potensial. Oleh karena itu perkebunan lada merupakan pendapatan utama petani di Indonesia. Jumlah tenaga kerja yang digunakan pada perkebunan lada di Indonesia tidak kurang dari 16,9 juta orang dan luas areal pertanaman lada di Indonesia sampai tahun 2003 mencapai 204.107 ha. Pada tahun 2011 luas perkebunan lada diperkirakan 120.000 ha, sebagian besar (95%) merupakan perkebunan rakyat dan melibatkan sekitar 500.000 petani. Serangan hama adalah salah satu faktor utama penyebab rendahnya produksi lada di sentra produksi lada termasuk Indonesia. Di Indonesia terdapat 44 jenis artropoda yang berasosiasi dengan ekosistem tanaman lada, termasuk kedalam hama tanaman (47,73%), pemakan berbagai jenis tanaman (6,82%), musuh alami (34,09%), dan serangga penyerbuk (11,36%). Diantara serangga tersebut terdapat tiga jenis hama utama yang menyerang tanaman lada yaitu penggerek batang (*Lophobaris piperis* Marsh.), pengisap buah (*Dasynus piperis* China) dan pengisap bunga, *Diconocoris hewetti* (Dist). Kehilangan hasil akibat serangan hama tersebut berkisar antara 20-50%. Pada tahun 1999 diperkirakan kehilangan hasil sebesar Rp 38,6 triliun setiap tahun. Pengendalian dilakukan dengan menerapkan konsep pengendalian hama terpadu (PHT), mengutamakan keamanan lingkungan, efisiensi, meningkatkan hasil, bebas residu pestisida serta mendukung kebijakan pemerintah. Pengembangan varietas lada yang tahan terhadap hama dan penyakit dan penggunaan pestisida nabati (derris, neem), penggunaan mikropestisida (cendawan, bakteri, nematoda antagonis) dan pupuk organik (micoriza), dan konservasi tanaman tumpang sari, penutup tanah, dsbnya, agar dilakukan secara berkelanjutan sebagai program utama. Penelitian dan pengembangan untuk mendukung program PHT tanaman lada telah dilaksanakan sejak tahun 1999 di provinsi penghasil lada.

Kata kunci : *Piper nigrum* L., lada, hama dan penyakit, pengendalian hama terpadu, pestisida mikroba

INTRODUCTION

The black pepper plantation in Indonesia are estimated around 120,000 hectare, which about 95 % are smallholdings, and involving around 500,000 persons. While many constraints are faced in black pepper production. It is represented up to date by low productivity of Indonesia black pepper which is still less than 1 ton per hectare, it is much lower than black pepper productivity in other countries producing black pepper such as Malaysia (2.6 ton) and Brazil (3.2 ton) (Balittro, 1997 ; Ditjen BP Perkebunan, 2000). Three major issues which are very important for Indonesia black pepper industry at the moment are losses of yield due to pest and diseases, pesticide residues, and farmers income. Pests, besides diseases are major limiting factors in pepper production in Indonesia.

Pests and diseases of black pepper have raised great attentions to farmers, Government of Indonesia (GOI) and agrochemical industries. It has been realized that farmers are still using pesticide to manage pests and diseases of black pepper. Some of the reasons include: feeling that they are safer to ensure their income and hesitance to think that they fail to harvest their plantations because of the pests and diseases. At present, many farmers still believe that chemical pesticides are the best materials for controlling pests and diseases, even though the pesticides become expensive from time to time. However it is very essential to ensure that they should understand about the negative aspects of pesticide usage. The GOI through the National Pesticide Commission has made regulations on distribution, storage and application of pesticides, in order to protect human and environment and to assure effectiveness of pesticides application.

Actually, so far there is no information showing pesticide residue contents that exceed limit allowance in black pepper berries in Indonesia. Except the data of insecticide residual analysis for 14 samples of pepper berries from Bangka Island, produced by RISMC that showed the residue of samples of fenthion applications in black pepper plantations as well as berries in processing and storage conditions which were still bellow the limit of allowance (0.01 ppm under FAO Regulation) (Deciyanto *et al.*, 2000).

Fenthion was known as one of insecticides commonly used by black pepper farmers in Bangka Island.

For at least 20 years, many research activities have been conducted in Indonesia, in attempts to solve problems on black pepper caused by major pests and diseases, and many more researches should also be carried out to minimize the usage of pesticides but optimize management. Some research activities with high priority include: IPM, bio-pesticides, botanical pesticides, organic farming systems, resistant varieties, natural control methods and biotechnology techniques.

The status of important pepper pest and its management development regarding with research result implementation are reviewed in this paper.

NAME OF THE INSECT PEST

Actually Trisawa *et al.* (2005) listed 44 kind of arthropods associated with pepper plant ecosystem, there were categorized as fitofag (47.73%), omnivorus (6.82%), natural enemies (34.09%) and pollination (11.36 %). Among arthropods which categorized as fitofag, there were three major pests of black pepper cultivation, i.e.: stem borer (*Lophobaris piperis* Marsh.), pepper bug (*Dasynus piperis* China) and blossom bug (*Diconocoris hewetti* Dist.). While Deciyanto and Laba (2000) listed 25 insects which were recognized as minor pest in pepper, they were shoot insect pest (*Laspeyresia hemidoxa*, *Toxoptera aurantii*, *Aleurodicus destructor*), leaf pest (*Valanga* sp., *Pseudococcus* sp., *Ferrisia virgata*, *Parasa lepida*, *Aphthonomorpha collaris*, *Telingana varipes*, *Chrysomphalus* sp., some geometrids), fruit and flower attacker (*Leptocoris acuta*, *Lophobaris serratipes*), root pest (*Coptotermes biguttatus*, *Macrotermes gilvus*, *Exopholis hypoleuca*, *Holotrichia helleri*, *Euchlora viridis*), and living post pest (*Batocera* sp, Lucanids, *Heterobostrychus sequalis*).

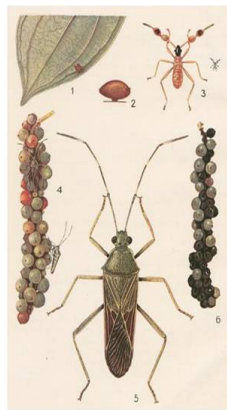
Commonly insects are named in according to its behavior and or structure. The latin name of *Lophobaris piperis* Marsh., scientifically is belonged to order Coleoptera mainly because of its hardened wing structure of adult, and it is belonged to family Curculionidae obviously because of its a long mouth structure of adult. While the name of stem borer (English) represents to its larvae behavior

which life in and bore into the pepper stem. While, commonly, in Indonesia the insect is called as *kumbang moncong* because of its adult which has a long mouth structure; but locally the Java and Sumatera people call the insects as *gagaja* because of its adult elephant structure look like (Picture 1).



Picture 1. Stem borer (*L. piperis*)
Gambar 1. Penggerek batang lada

Dasynus piperis China is belonged to order Hemiptera, family Coreidae. Pepper bug (Picture 2), as English name, represents its adult behavior in attacking the pepper berries. The bug has an Indonesia name that is *walang sangit lada*, because of its behavior which usually release inconvenient substrate when it is disturbed. But sometimes, farmers call the insect also as *semonyong* due to it's a long and sucking mouth structure.



Picture 2. Adult of pepper bug, (*D. piperis*) with leaf and young and mature berries
Gambar 2. Kepik dewasa, daun, buah muda dan matang

Diconocoris hewetti Dist. is belonged to order Hemiptera, family Tingidae. Pepper lace bug as English name, is due to its lace structure look like. But another author also called the bug as

blossom bug, represents its behavior which usually attacks the fluorescence of pepper (Picture 3). The bug is namely in Indonesia as *kepi renda* as its net wings structure look like. Locally, especially in Bangka, it is called as *kepi kapal terbang* represents its aero plane flying behavior look like.



Picture 3. Blossom bugs (*D. hewetti*) on a pepper fluorescence
Gambar 3. Penghisap bunga

NATURE OF DAMAGE

The potential loss of yield due to pests and diseases in Indonesia has been estimated by Rotschild (1968) and Kalshoven (1981) around 20-50 % of total pepper yield, while in 1999, the Directorate General of Estate Crops of Indonesia approximated the loss of about 38,6 billion rupiah every year (Ditjenbun, 1999). However, the loss of yield due to stem borer itself is approximated close to US \$ 10 million (Deciyanto, 2005). The three major pests of black pepper influence the whole process of black pepper industry and continuously cause great problems to farmers in the country. Their infestations are not only reducing the yield and decreasing the quality of berries, but they are also causing subsequent death of productive black pepper plants, especially stem borers.

Stem borer usually attacks the plant since the initial planting until non-productive stages of the plant, and it is numerous in the productive stages. At the initial planting and growing stages, the only available and appropriate food for the insect adult is the young stems and leaves, while in the productive stages preferably flowers and fruits are also available. Larvae of the insect develop in the tissue of the stems or branches, they are boring

the tissue begun from the laid eggs location to the lower part of the plant. In the early infestation the larvae found enormously in the young stems or branches, but in the late infestation they attack more in the main (climbing) stems and they are able to kill the plant totally (Deciyanto and Suprpto, 1996 a). Deciyanto *et al* (1986) had estimated that two of pepper second (fruit) branches attack by larvae would cause 16.5 % loss of yield per crop, these were usually related with one main stem attack by larva and two stem borer adult occurrences in the plant. Therefore it has been proposed that the two adult or the two larvae of stem borer occur in the plant is as population threshold.

Pepper bug usually attack pepper berries, by sucking the fluid. Due to this, the berries would be empty, dried, and some times become rot when microorganism is entering the wound of the tissue berries. Consequently, the quality and the quantity of pepper yield will be decreased. Beside berries, the insect also attack pepper shoot, young leaf and young stem, but it does not affect directly to the loss of pepper yield. The pepper bug infestation is usually fluctuate depending on the occurrence of berries. It has been proved that the higher the population of pepper bug, the higher the fruit damage due to the insect attack. However, Laba *et al* (2004 b) estimated that the fruit damages due to the insect attack is usually less than 10 %, but Suprpto and Thomas (1989) reported that the insect in Lampung causing loss of yield of pepper about 15 %.

Blossom bug mainly attack the fluorescence of pepper, however it is still possible to live when the flower is not available by consuming and sucking young shoot liquid and very young pepper berries liquid (Laba, 2005). The flower damage cause fruiting failed and it usually fluctuate depend on the occurrence of fluorescence in the field. Even though an adult is able to make 70 % flower damage in the a fluorescence, the loss of yield in a hectare has been calculated by Laba (2005) was only 6.01 % equivalent to 83.26 kg/ ha in LDL variety.

LIFE HYSTORY AND POPULATION BIOLOGY

Stem Borer (*L. piperis*)

Stem borer stages are egg, larva, pupa and adult (weevil). The egg is small, whitish, oval, and it is located closely to the nodes under the epidermis of plant. The location of the eggs would be easy to detect as the tissue surrounding the hole become darker or black a few hour after eggs laid. The eggs are also usually laid in the wounded tissue, such as on cut branch or stem. The egg stage is only 3-6 days. The larvae undergo molting five times, and the stage is about 35 days in the susceptible host. Pupa of the weevil is covered by cocoon made from the inner tissue fibers of stem. The insect stage occurs not more than a week, then it become a pre adult. Pre adult makes a hole to exit from the plant tissue, then 1-2 days after it is become adult and ready to copulate. The adult could live about 1.5 years normally. It feeds flowers, young stems, young branches or twigs, as well as young shoots. The female could copulate many times and produce about 200 eggs during its life time, but its only lay 1-2 eggs every occasion. The life cycle of the insect is approximately 2 months, but the variability of the life cycle is much depending on the pepper variety where the insect is living.

The larvae are numerous in the early, middle and the last rainy season (November, January and April), but they are usually in a low population in the dry season, on July – September. The adults are usually numerous from the middle until to the late of rainy season (January – March) (Suprpto, 1986). The stem borer adults are usually abundant in the flowering and fruiting season. However, the population is usually overlapping throughout a year, and the composition of stages is much depending on the weather and available food.

Pepper Bug (*D. piperis*)

The bug stages are egg, nymph and adult. The eggs is laid in a group, with 3-10 number of eggs. A female usually produce 160 eggs within 14 days in its life. But the adult are able to live in until 3 months, when its life cycle occur 1.5-2 months. During its life, the nymph and adult need old berries for its good growth and development.

Three years observation in Bangka island showed that population of pepper bug is usually high in June and November, and usually decrease in July until September due to the lack of old berries after harvesting and the very low rainfall (Deciyanto, 1991).

Blossom Bug (*D. hewetti*)

The bug stages are egg, nymph and adult. The egg is oval, yellowish, and concave. The size is about 0.72 mm in length and 0.22 wide, laid at flower in the fluorescence. The egg stadium is about 10 days. The young nymph is yellowish green, pepper flower look like, difficult to be seen. The nymph stay in and around flower or fluorescence. It feed by sucking the flower liquid, and molt five times during its life. The nymph stage is about 19 days. The adult is black in color, and it has specific wing structure, net look like. The adult unique behavior is it will falling down when it is disturb, dead look like. Totally, the life cycle is about 30 days.

Its population density is much depending on the occurrence of flower or inflorescence. Therefore, in the pepper plantation with Chunuk variety dominant, it will occur throughout a year, because the variety is flowering throughout a year. However Laba (2005) found that the best life of the bug is in LDL variety. Deciyanto (1988) and Laba (2005) also noted that the fluorescence damage due to the insect infestation strongly relates to the population of the insect and the fluctuation of florescence occurrence. While the florescence occurrence relate to rain fall. Therefore the peak population of the blossom bug in Bangka is in October-February, with the highest population on December, while the lowest population is commonly in Juli-September.

EPIDEMIOLOGY

Pepper stem borer is distributed in all provinces producing pepper in Indonesia, even in a new area such as South Sulawesi province. Its stages are always overlapped throughout the year, though the adult is usually numerous in the end of rainy season and the larvae is numerous in the middle of rainy season. The insect attack pepper vine since in seedlings to productive crops. The insect is recognized as oligopoly since it attack more than one species of crops, such as *Piper beetle*.

Pepper bug is distributed in all provinces producing pepper in Indonesia, whether in pepper plantation with dead post or live standard. The stages of the insect are always overlapping in the field throughout a year. However, the insect population is numerous when the fruiting season coming. Mature fruit seem to be the best food for its growth and development. In plantation, the insect is able to distribute in all area sides, in the centre, corner, on the top of canopy or in crop above soil surface.

Blossom bug in Indonesia is distributed only in Sumatera (Bangka) and Kalimantan (Kalshoven, 1981). In the both island, pepper usually cultivate with dead standard, whereas plant high not more than four meters. In Bangka, the insect occur throughout the year in the plantation cultivated chunuk variety which flowering without any season. While their distribution in the plantation is usually the same as the distribution of the numbers of florescence, there are numerous in the middle to the top of the pepper canopy. The adult usually lay in the fluorescence and the leaf of pepper plant in out surface of pepper canopy. The insect is also recognized as the pest with very limited host and classified as oligopoly insect because it is able to live in another Piperacea such as *Piper beetle*.

INTEGRATED PEST MANAGEMENT (IPM)

IPM Concepts

Consumers become aware and doubtful with regard to the quality of spices, therefore they justify to a larger extent and demand for quality conditions and for immediate action. Indonesia should pay great attentions to the issues on pesticide residue contents, as well as reducing losses of yield due pests and diseases and increasing farmer income. Government of Indonesia has taken necessary steps to anticipate the growing issues such as introducing Integrated Pest Management (IPM) concept.

IPM and the implementation on black pepper

IPM concept which is identical to ecological comprehensive approach for controlling plant pests and diseases has been imposed by the GOI under *Inpres (Instruksi Presiden - Presidential Instruction)* No. 3/1986 and National Regulation No. 12, 1992. The IPM concepts are aimed at encouraging attentions and action on environmental quality and sustainable development.

Founded on biological control, IPM trains farmers and empowers them to become experts in their own fields by developing their ability in making critical and informed decisions, rendering crop production systems more productive, profitable, and sustainable. The training approach is essentially andragogic. Hence, it is experiential, discovery-based, group-oriented, involves critical thinking, and adopts a horizontal relationship among learners and trainers. The IPM learning process revolves around the following basic practices: (1) growing a healthy crop by using resistant varieties, better seed selection processes, and efficient nutrient, water, and cultural management; (2) conserving beneficial insects like predators and parasitoids; and (3) observing fields weekly to determine management actions necessary to produce a profitable crop. The foregoing practices do not disrupt the agroecosystem, allowing natural pest control to take place. They also minimize pesticide usage to economical and safe levels for humans and the environment.

The objectives of IPM for Black Pepper are : (1) enhance farmers' knowledge and skills in utilizing IPM in crop production through field-based experiential learning activities; (2) test IPM methods on black pepper based farming system, and incorporate the same into training activities; (3) firmly establish continuing education on crop protection for farmers at the provincial to region level; and (4) establish a policy and legislative framework that facilitate the long-term success of the program.

The program concept is also participative and empowering, it calls for a program approach that is participative, collaborative, flexible, and network-based. Thus, the program components are (1) Promotion and Sharing of IPM, (2) IPM Technology Development, and (3) the Farmer Field School (FFS).

There are four activities proposed on the promotion and sharing of IPM : (1) *Training of farmers through the Farmer Field School (FFS)*, which promotes the practice of IPM among targeted 50,000 farmers through the season-long FFS; (2) *Training of IPM specialists and trainers*, which is expected to train a critical mass of 5000 field workers from LGUs and NGOs including farmers' organization in 20 season-long specialist and trainers' training courses; (3) *Farmer training farmers*; and (4) *promotion to decision makers* through multi medium.

The IPM technology development supports three types of research programs: (1) National Longterm Research by R and D institutions and universities to study specific problems, including development communication; (2) Adaptive Research; and (3) farmer- driven or participatory research on such areas as local institutionalization, pests control, water management, and cultural practices.

An Farmer Field School (FFS) is a "school without walls", bringing farmers together to undergo an intensive training on IPM over the entire life cycle of the crop, from land preparation to harvest. Each week, farmers practice agro ecosystem analysis (AESA) in the "learning field" which includes plant health, cultivation management, weather, nutrient management, weed density, disease surveillance, and observation and collection of insect pests, beneficial predators, and parasites. Through direct experience and

critical analysis, farmers interpret their observations in the AESA to make field management decisions.

Farmer driven

IPM concept being introduced to black pepper farmers is focused on driving attentions of the farmers through what is called 'field school program'. Because of black pepper planted in wide areas, Project for IPM practices on estate crops chosed Lampung Province for the first activity of

the model for black pepper plants, and then be applied to other provinces such as Bangka-Belitung Province. The project activities should involve institutions which concerning to this aspect such as Directorate General of Estate Crops, Provincial/Regional Extension for Estate Crops, university as well as research and development. The target of this project is to develop human resources capability in order to understand IPM concept and its applications.

Table 1. An expert system for pepper stem borer control (Deciyanto, 2005)

Tabel 1. Sistem pakar untuk pengendalian penggerek batang (Deciyanto, 2005)

	Qualifiers	Control Components						
		Mech.	Phys.	Cult.	Par	Path	Tol. Var	Pest.
1.	Insect Stages							
	Egg		x				x	
	Larva		x	x	x		x	x (S)
	Pupa		x				x	
	Adult	x	x	x		x	x	x(C)
2.	Crop Stages							
	Vegetative	x	x	x			x	x(S/C)
	Productive							
	-> 2 – 6 year	x	x	x	x	x	x	x(S/C)
	> 6 – 9 year		x	x	x	x	x	x(S)
	> 9 year			x	x	x	x	x(S)
3.	Cultivation Systems							
	Extensive			x	x	x	x	
	Semi Intensive		x	x	x	x	x	x(S)
	Intensive	x	x	x	x	x	x	x(S/C)
4.	Crop Season							
	Flowering	x	x	x		x	x	x(C)
	Fruiting	x	x	x	x		x	x(C)
	Harvesting	x	x				x	
	After Harvesting						x	x(S/C)
5.	Weather							
	Rainy Season	x	x	x	x	x	x	x(S/C)
	Dry Season	x		x	x	x	x	
6.	Day Time							
	Morning	x	x	x	x	x	x	x(S/C)
	Afternoon		x				x	
	Evening	x	x			x	x	

Note: Mech. = Mechanical control (cutting stems/branch/twig infested)
 Phys. = Physical control (cutting live shed/post)
 Cult. = Cultivation control (limited weeding, cover crops, mix crop.)
 Biological control, Par = Parasitoid (*Spathius piperis*),
 Path. = Pathogen (*Beauveria bassiana*)
 Tol.Var. = Tolerant variety (Natar 1),
 Pest. = Chemical Pesticides (S: Systemic; C : Contact insecticide)

Component of Controls

For supporting IPM implementation, there are component controls of the main black pepper pest that have already developed base on the research results, which might be effective when the users have already well known about the black pepper plantation circumstance and the pest behavior. Expert system which has been developed for pepper stemborer might be useful for the aims (Deciyanto, 2005), and it should be developed for other important pests as well.

Stemborer

Several control components which have been developed for pepper stem borer are mechanical, physical, cultivation, biological, tolerance variety, and chemical control. The expert system for the insect pest has available for helping ipm implementation (Table 1.).

Mechanical control treatment could be applied for any stages of stem borer, such as egg, larva, pupa and adult. Even though the eggs, larvae and pupae are not easy to be seen due to their position inside the plant tissues, they are able to be detected through the symptom of stems, branches or nodes which attacked by the insect stages, found whether in the initial planting or productive stages of the plants. To reduce the pest infestation, they have to be cut, discarded and destroyed. While the adults which are usually numerous between January-March and easy to be seen in flower, fruit and shoot, could be catch and killed easily by hand during cultivation of the crop, especially in the morning and evening.

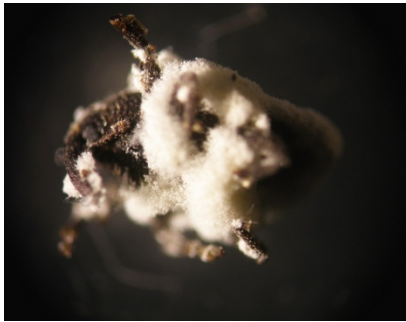
It has been proved that the adults prefer to lay their eggs in the wounded tissues and do not like the direct sunlight, therefore covering the wounded tissues of pepper with kerosene or liquid candle and reducing the shading intensity by cutting the live post are important treatment to suppress the insect population in plantation.

Cultivation treatments, such as cutting infested stems or branches, cutting live post to reduce shading intensity at least three times a year, pruning flowers which arisen in the vegetative stages, not planting variety which flowering throughout the year, fertilizing the crop with balance nutrition, limited weeding, cover cropping with *Arachis pentoi*, harvesting all fruit including left-fruit, could be applied during crop

maintenance and able to reduce the stem borer population in the plantation.

Since the date there are no report of natural enemies attacking the eggs of pepper stem borer, except parasitoid attacking larvae. So far the method of using parasitoid and predator of stem borer are still limited in conservation of its natural enemies through planting cover crops, mix cropping and limited weeding. Research result showed that cover crops such as *Arachis pentoi* could be used to conserve and improve the occurrence of parasitoids in the circumstance of black pepper plantation. Suprpto (2000) found that the use of *A. pentoi* were able to reduce the population of stemborer up to 36.66 %, and it has been approved by Laba *et al* (2004 a) that around 28.09% of these was due to the role of *Spathius piperis*. While mix cropping black pepper with coffee has been approved in increasing the parasitism up to 40 % (Deciyanto and Suprpto, 1996 b). Limited weeding is also recommended in order to maintain the parasitoids population in black pepper plantation, rather than clean weeding and non weeding. These avoid the competition of nutrition between plant and weed and it makes good micro environment for parasitoid development.

The use of fungi as mico-insecticides for pepper stem borer have been investigated. The most potential fungus is *Beauveria bassiana*. In laboratory, treatment of 10^8 conidia density per ml of the fungus against adult stemborer could cause about 50 % mortality. The dead adult is usually recovering with white mycelia of the fungus (Picture 4). The appropriate time for fungus application in the field depend on relative humidity, temperature and win condition in the circumstance. Therefore, it is recommended to apply the fungus in the morning rather than in the afternoon or in the evening as well as in the rainy season (but not in the raining time) rather than in the dry season.



Picture 4. The dead infested stemborer adult with mycelia of *B. bassiana*

Gambar 4. Penggerek batang dewasa yang mati dengan miselia *B. bassiana*

Natar 1 is a well known tolerant variety for pepper stem borer. Among black pepper varieties, Natar 1 undergoes the least stem borer attack and when it is attacked it is still possible to be recovered from the injury and only a few plant died due to stem borer infestation. The variety is recommended to plant in areas which undergo severe stem borer infestation, such as in North of Lampung, in any qualifiers.

Systemic insecticide application is more appropriate to control the stem borer larvae, and the appropriate target for contact insecticide is stem borer adult. Therefore its application should consider the insect stages, the fluctuation population of the insect, and the crop season.

Moreover, the chemical insecticide application should also consider the residual persistency to prevent the high content of residual insecticide in pepper product. Some insecticides recommended by *Indonesia Pesticide Committee* have along persistency (more than 3 months) and some have short persistency (only 2 weeks). To avoid the pepper fruit or product from high residual content it is recommended to apply the insecticide only during the flowering season or in the immature pepper fruit, especially for insecticide which have along persistency.

Component control of pepper bug

Systemic and contact insecticides are very effective to be used for the insect control in the field, especially in the pepper plantation with dead standard.

Mechanically, the eggs of pepper bug laid in the surface of leaf or stem are able to be picked and killed.

Parasitoid eggs have very important role in controlling the insect population in the field. Some kind of important parasitoids which able to suppress the pepper bug population are *Ooencyrtus malayensis*, *Gryon* sp., *Hadronotus* sp. The total suppression is ranked from 20 to 88 % depending on the location area of pepper. The *O. malayensis* was able to be reared on alternate host *Nezara viridula* (Alwi and Deciyanto, 2000a), but the efficiency of the host for mass rearing of the parasitoid was still doubtful. Planting cover crops, such as *A. pentoi* are recommended to increase egg parasitoids population of the bug in the pepper plantation as well as to reduce the population of the bug (Alwi and Deciyanto, 2000b; Trisawa *et al.*, 2005).

The use of *B. bassiana* combined with *A. pentoi* planting for the bug control has already tested in field, but the results were not yet satisfied due to very low population of *D. piperis* during the time of experiment (Laba and Trisawa, 2004).

Component control of blossom bug

Farmers are still much depending on insecticide treatment to control the population of insect, by applying systemic or contact insecticides, and usually in time series application, especially during flower season.

Mechanical control by picking up the adult insect from apart of crop is applicable methode, the adult is usually very easy to be taken due to its behavior represent like dead insect when it is disturbed.

Pepper florescence damage due the insect is naturally able to be reduced by many kind of spiders which usually its net are covering the out surface of canopy where the florescence is raised (Deciyanto, *et al.*, 1995).

Planting pepper variety which is not flowering throughout the year is strongly recommended to suppress the insect attack in the field.

The use of *Beauveria bassiana* and *Spicaria* spp. in appropriate time (in the morning) and dosage (0.1%) at 10^8 conidia density were able to suppress the population of the blossom bug up to 90 % (Laba *et al.* 2005; Wikardi and Asnawi, 1996). The dead blossom bug adults are usually recovering with white mycelia of the fungus (Picture 5).



Picture 5. The blossom bug adults infested with mycelia of *B. bassiana*

Gambar 5. Penghisap bunga dewasa yang diinfeksi miselia *B. bassiana*

FUTURE STRATEGIES

Since increasing environment and health issues in the decades, the control strategies should be accommodated to give much more attention to the productivity, efficiency, clean and health environment, and supported by government policy as well.

Developing resistant varieties to pests and diseases, the use of organic natural matter for pests and diseases control, such as the use of botanical pesticides (derris, neem), the use of microbial pesticide (fungi, bacteria, nematode antagonist) and bio-fertilizer (micoriza), and conservation of crops plantation thru mix-cropping, planting of cover crops, etc, should be prioritized continuously to be the main program on farm research and development, supporting the IPM of black pepper that has been introduced since 1999 in the area producing provinces.

Expert system for pests and diseases control should be developed in order to implement research result by users (farmers, extension officer, scientist, government, academician, etc) effectively.

IPM of black pepper as a concept has already implemented in limited area of producing provinces, though its implemented only as a pilot project during 1999-2004 by GOI. Its means that there are special effort that should be emphasized in continuing the IPM program as soon as possible, in order to save the development of Indonesian pepper industry seriously.

REFERENCES

- Alwi, A dan S. Deciyanto. 2000 a. Biologi *Ooencyrtus malayensis* Ferr. Parasitoid telur *Dasyneus piperis* China pd inang alternative *Nezara viridula* L. *Jurnal Penelitian Tan. Industri*. 6(3): 61-66
- _____. 2000 b. Strategi pengendalian hama penghisap buah lada *Dasyneus piperis* China (Hemiptera, Coreidae). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 19(4): 136-145
- {Balittro} Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 1997. Evaluasi hasil dan pemantapan program penelitian hama dan penyakit secara terpadu pada berbagai tanaman rempah dan obat. *Evaluasi Pemantapan PHT Tanaman Perkebunan, Bogor* 23-24 April 1997.
- Deciyanto, S., M. Iskandar and A. Munaan. 1986. Preferensi larva penggerak batang *Lophobaris* spp. dan kehilangan hasil pada tanaman lada. *Prosiding Temu Ilmiah Entomologi Perkebunan, Medan*, 22-24 April 1986.
- Deciyanto, S. 1988. Fluktuasi populasi dari penghisap bunga lada (*Diconocoris hewetti* Dist.) dan hubungannya dengan kerusakan bunga, masa pembungaan dan curah hujan di Bangka. *Pembr. Littri* 14(1-2): 12-17.
- Deciyanto, S. 1991. Fluctuation of pepper bug (*Dasyneus piperis* China) population in Bangka. *Indust. Crops Res. J.* 3(2): 27-40.
- Deciyanto S., Wiratno and Z. Asnawi. 1995. Preliminary study on the existence of spider in black pepper and its role. *J. of Spice and Medicinal Crops Research* 3 (2): 31-36
- Deciyanto, S. and Suprpto, 1996 a. Penggerak Batang Lada dan Cara Pengendaliannya. *Monograf Tanaman Lada. Balittro*, 150-160.

- Deciyanto, S. and Suprpto, 1996 b. Natural Enemies of Pepper Pest in Indonesia and Its Research Progress. IPC Peppertech. Meeting. Sarawak, Malaysia, 24 July 1996.
- Deciyanto, S., A. Dhalimi and Siswanto. 2000. Pesticide residue on black pepper, present status and strategy to solve its problem in Indonesia. *Pepper News*, XXV(2-3): 8-12.
- Deciyanto, S and I.W. Laba. 2000. Arthropoda yang berasosiasi dengan pertanaman lada. Prosiding Simposium Keanekaragaman Hayati Arthropoda. Cipayung, 16-18 October 2000. *Entomology Society of Indonesia and Indonesian Biodiversity Foundation*.
- Deciyanto, S and I.W. Laba. 2001. Strategi pengendalian dan aplikasi jamur pathogen serangga (*Beauveria bassiana*) serta insektisida nabati untuk mengendalikan penggerek batang lada (*Lophobaris piperis* Marsh.) *Prosiding Seminar Nasional Pemanfaatan Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi Ekoregional Sumatera-Jawa*. Pp 375-386.
- Deciyanto S. 2005. An expert system for control of the pepper stem borer in Indonesia. *J. of the Pepper Industry, Focus on Pepper (Piper nigrum L.)*, II(2).
- Directorate General of Estate Crops (DGE). 1999. Enhancing Productivity and Production of Black Pepper. *Standard Quality of IPC, Pangkal Pinang*, pp. 23.
- Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan. 2000. *Statistik Perkebunan Indonesia. Lada*. Jakarta: Departemen Kehutanan dan Perkebunan.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pest of Crops in Indonesia. Laan PA vander, Penerjemah. Jakarta: PT. Ichtiar Baru Van Hoeve. 701 hal.
- Karmawati, E., A. Nazar, and S. Deciyanto. 2001. Profil kemampuan makan *Lophobaris piperis* pada berbagai varietas lada. *Prosiding Simposium Rempah Indonesia. Jakarta, 13-14 September 2000*, hal 187-190
- Laba, I. W. 2005. Kepik Renda Lada, *Diconocoris hewetti* (Dist.) (Hemiptera : Tingidae) : Biologi, Kelimpahan Populasi, dan Pengaruhnya Terhadap Kehilangan Hasil. Disertasi. Institut Pertanian Bogor, 92 hal.
- Laba, I.W., D. Kilin., W.R. Atmadja, I.M. Trisawa, T. Djuwarsa, D. Manohara and Ahyar. 2004. Pengaruh Penutup Tanah *Arachis pintoii* terhadap Musuh Alami Hama Utama Lada. Laporan Hasil Penelitian 2003, Balittro, Proyek PHT Perkebunan, 15 pages.
- Laba, I.W., D. Kilin and I.M. Trisawa. 2004. Tingkat kerusakan dan serangan hama buah lada, *Dasynus piperis* China pada pertanaman lada di Bangka. *J. Entomol. Ind. Sept. 2004*, 1(1): 34-40.
- Laba, I.W. and I.M. Trisawa. 2004. Bionomi dan pengendalian hama buah lada *Dasynus piperis* China (Hemiptera: Coreidae) melalui pengelolaan ekosistem. Prosiding Seminar Nasional Entomologi dalam Perubahan Lingkungan dan Sosial. Perhimpunan Entomologi Indonesia. Pp. 101-108.
- Suprpto, 1986. Kisaran inang penggerek batang lada. *Pembr. Littri 12 (1-2)* : 1-11.
- Suprpto. 2000. Manfaat Penggunaan *Arachis pintoii* terhadap Perkembangan Musuh Alami Organisma Pengganggu Utama Tanaman Lada. Makalah Workshop Nasional Pengendalian Hayati OPT Tanaman Perkebunan. Bogor, 15-17 Pebruari 2000. Loka Pengkajian Teknologi Natar : 1-12.

- Suprpto and Thomas. 1989. Aspek biologi pengisap buah lada pada berbagai tingkat umur buah. *Pembr. Littri* 14(4): 119-125.
- Trisawa, I.M. 2005. Biologi dan Parasitasi *Anastatus dasyni* Ferr. (Hymenoptera: Eupelmidae) pada Telur *Dasynus piperis* China (Hemiptera: Coreidae) di Bangka. Thesis, Institut Pertanian Bogor. 38 hal.
- Trisawa, I.M., I.W. Laba and W.R. Atmadja. 2005. Association of arthropod on pepper plant ecosystem. *J. Entomol. Ind.* 2(1): 10-18.
- Wikardi, E.A. and Z. Asnawi. 1996. Hama penghisap dan hama lainnya. Monograf Tanaman Lada. Balittro : 161-170.

KEKERABATAN GENETIK KOLEKSI PLASMA NUTFAH PIRETRUM (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Trev.) DI KEBUN PERCOBAAN GUNUNG PUTRI

Enny Randriani, Cici Tresniawati dan Edi Wardiana

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
ennyrandriani@gmail.com

(Diajukan tanggal 3 Desember 2010, diterima tanggal 16 Februari 2011)

ABSTRAK

Piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Trev.) termasuk ke dalam famili asteraceae merupakan salah satu tanaman penghasil bahan aktif insektisida nabati. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan informasi kekerabatan 86 aksesori piretrum dilaksanakan di kebun percobaan Gunung Putri, Cianjur, Jawa Barat, dengan ketinggian tempat 1.500 m di atas permukaan laut. Piretrum memiliki keragaman yang sempit, hal ini disebabkan tanaman piretrum diperbanyak secara vegetatif dan secara umum hanya tumbuh di dataran tinggi. Dengan menggunakan analisis komponen utama dan analisis kluster ditentukan pengelompokan berdasarkan perbedaan sifat morfologi di antara aksesori-aksesori tanaman piretrum. Karakter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan/tanaman, diameter rumpun utara-selatan, diameter rumpun barat-timur, jumlah anak daun/tanaman, panjang tangkai daun, diameter bunga tengah, panjang bunga pita, lebar bunga pita, dan produksi segar bunga/rumpun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tingkat kemiripan 80% terdapat 4 Kluster, Gunung Wates 2 terdapat pada Kluster I yang dicirikan oleh jumlah anak daun yang lebih banyak dan diameter bunga tengah yang lebih lebar daripada aksesori yang lain; Papua Nugini pada kluster II, yang dicirikan oleh panjang tangkai daun. Kluster III terdiri dari Gunung Wates Igir 1, Gunung Wates Igir 2, Gunung Wates Igir 3, Gunung Wates Igir 44, Gunung Wates Igir 45, Gunung Wates Igir 46, Gunung Wates 50, dan Sidor 5, dicirikan dengan tinggi tanaman, jumlah anakan, diameter rumpun utara-selatan, diameter rumpun barat-timur, produksi segar bunga, dan lebar bunga pita. Aksesori-aksesori yang lainnya terdapat pada Gerombol IV, kluster dicirikan dengan Panjang tangkai bunga. Gunung Wates 41, Gunung Wates 2 dan Papua Nugini dapat dijadikan bahan dalam kegiatan pemuliaan selanjutnya karena memiliki kekerabatan yang cukup jauh.

Kata Kunci : *Chrysanthemum cinerariaefolium* Trev., kekerabatan genetik, analisis komponen utama, analisis kluster

ABSTRACT

Genetic relationship of pyrethrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Trev.) germplasm collection at Gunung Putri Research station. Pyrethrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Trev.) is mainly used to produce biopesticides. A research was conducted at Gunung Putri Research Station, Cianjur, situated at 1,500 m above sea level. The objective of this study was to estimate genetic relationships of 86 accessions of pyrethrum grown at the station. Pyrethrum has narrow variability because of its extension is usually developed from vegetative propagation. Applying principal component analysis and cluster analysis, a dendrogram is constructed to differentiate morphological differences among accessions observed. The observations were made on plant height, number of tillers/plant, canopy diameter (south-north), canopy diameter (west-east), number of leaflets/plant, length of petiole, diameter of capitulum, length of corolla, width of corolla, yield of fresh flower/shrub. Result showed that in 80% similarity level there were four clusters. Cluster I consists of Gunung Wates 2, marked by greater number of leaflets/plant and wider length of capitulum compare to other accessions. Papua Nugini in cluster II is marked by length of petiole. Kluster III consists of Gunung Wates Igir 1, Gunung Wates Igir 2, Gunung Wates Igir 3, Gunung Wates Igir 44, Gunung Wates Igir 45, Gunung Wates Igir 46, Gunung Wates 50, dan Sidor 5, marked by plant height, number of tillers/plant, canopy diameter, yield of fresh flower/shrub. Other accessions belong to kluster IV, which are marked by length of petiole. In the future, Gunung Wates 41, Gunung Wates 2 dan Papua Nugini may be used as plant materials in plant breeding programs, because they have wide genetic relationship.

Keywords : *Chrysanthemum cinerariaefolium* Trev., genetic relationship, principal component analysis, cluster analysis

PENDAHULUAN

Piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Trev.) termasuk ke dalam *family asteraceae* atau *compositae*, kandungan pyretrin yang terdapat pada bonggol bunga dapat dijadikan bahan aktif dari pembuatan pestisida nabati (Purseglove, 1981). Senyawa yang aktif sebagai insektisida nabati pada tanaman ini adalah piretrin yang terdapat pada bagian tengah (bonggol) bunga yang berwarna kuning. Senyawa piretrin merupakan campuran dari 6 komponen ester, yaitu piretrin I dan II, Sinerin I dan II serta Jasmolin I dan II (Wang *et al.*, 1999, Hitmi *et al.*, 2000, Kumar *et al.*, 2005, Sarin, 2005). Piretrum umumnya tumbuh di dataran tinggi, pada saat ini piretrum ditanam di Kebun percobaan Gunung Putri pada ketinggian 1500 m dpl dan Kebun Percobaan Manoko pada ketinggian tempat 1200 m dpl. Piretrum yang ada di koleksi plasma nutfah berasal dari Dataran Tinggi Dieng, Papua Nugini, dan Lokal Cianjur (Nagasari). Studi dasar tentang plasma nutfah piretrum adalah berupa karakterisasi dan evaluasi serta pengelompokan klon klon piretrum yang ada di KP Gunung Putri berdasarkan karakter morfologisnya (Rostiana *et al.*, 1999). Hasil penelitian tersebut perlu dilanjutkan ke tahap berikutnya untuk memperoleh informasi yang lebih lengkap terutama analisis kekerabatan.

Piretrum memiliki kekerabatan yang sempit. Hal ini disebabkan tanaman piretrum merupakan tanaman introduksi, diperbanyak secara vegetatif dan tidak semua aksesori dapat menghasilkan bunga serta sebaran tanaman piretrum di Indonesia yang sempit karena piretrum hanya tumbuh di dataran tinggi.

Analisis kekerabatan berdasarkan karakter fenotipe bukan merupakan sesuatu yang dianggap final. Namun demikian informasi seperti ini sangatlah penting sebagai informasi dasar dalam melihat tingkat hubungan genetik beberapa materi genetik sebelum melangkah pada analisis lainnya yang lebih maju.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi kekerabatan genetik 86 aksesori plasma nutfah piretrum berdasarkan karakter morfologi dan komponen hasil melalui penggunaan analisis multivariate yang meliputi analisis komponen utama dan analisis kluster. Analisis multivariate dapat digunakan untuk melengkapi

metode pengklasifikasian yang sudah ada dan untuk mengelompokkan spesies tanaman (Wicaksana, *et al.*, 2006).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Gunung Putri (Balittro), Cianjur, Jawa Barat mulai bulan Januari sampai dengan Desember 2008 terhadap 86 aksesori piretrum (Tabel 1). Ketinggian tempat 1500 m di atas permukaan laut, dengan jenis tanah andosol. Setiap aksesori ditanam pada plot-plot yang terpisah dengan jumlah tanaman sebanyak dua belas tanaman per aksesori dengan jarak tanaman 30 cm x 40 cm. Sebelum ditanam tanah diberi pupuk kandang pada setiap lubang sebanyak 50 g/ lubang, kemudian diberikan pada umur dua dan empat bulan setelah tanam dengan dosis yang sama. Pupuk Urea, SP 36 dan KCl diberikan dua bulan sekali selama satu tahun dengan takaran masing 20 g/pohon.

Penentuan pohon contoh dilakukan secara acak sederhana (*simple random sampling*) dengan penentuan pohon contoh sebanyak lima tanaman setiap aksesori, sehingga keseluruhannya diperlukan sebanyak 430 tanaman.

Karakter yang diamati terdiri atas: tinggi tanaman, jumlah anakan/tanaman, diameter rumpun utara-selatan, diameter rumpun barat-timur, jumlah anak daun/tanaman, panjang tangkai daun, diameter bunga tengah, panjang bunga pita, lebar bunga pita, produksi segar bunga/rumpun 86 aksesori piretrum.

Analisis data pada tahap awal menggunakan analisis komponen utama yang kemudian dilanjutkan dengan analisis kluster.

Analisis komponen utama digunakan untuk mendapatkan komponen utama yang mampu mempertahankan sebagian informasi yang terkandung dalam data asal. Metode yang digunakan adalah Fungsi Lagrange. Langkah awal dalam penentuan komponen utama adalah mendapatkan akar ciri dan vektor ciri dari matriks yang ada. Matriks yang digunakan dapat berupa matriks ragam peragam atau matriks korelasi. Akar ciri dari matriks akan mewakili keragaman komponen utama dan unsur-unsur dari akar ciri mewakili korelasi antara komponen utama dengan peubah asal. Peubah asal dengan koefisien yang

lebih besar nilainya pada suatu komponen utama, memiliki kontribusi lebih besar pada komponen utama tersebut (Sartono, dkk. 2003). Analisis komponen utama dilakukan setelah data kuantitatif distandarisasi melalui *Z-scores*, agar berada dalam rentang atau *range* yang sepadan, sehingga antar peubah bebas tidak saling mempengaruhi (Santoso, 2004).

Analisis klaster dilakukan berdasarkan karakter yang telah direduksi dari hasil analisis

komponen utama. Metode pengklasteran yang digunakan adalah metode aglomeratif atau teknik hierarki dengan satuan nilai yaitu ukuran ketidakmiripan yang diperoleh dari jarak *Euclidean* atau jarak lain sejenis indeks peluang atau yang lainnya (Sartono, dkk, 2003). Untuk melihat indikator penciri dari masing-masing gerombol yang terbentuk, maka dihitung nilai rata-rata yang tergabung dalam masing-masing komponen.

Tabel 1. 86 Aksesipiretrum yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 1. 86 Accession of *Pyrethrum* utilized research.

NO	AKSESI	NO	AKSESI	NO	AKSESI
1.	Gn Wates 2	31.	Gn Wates 34	61.	Sidoro 16
2.	Gn Wates 4	32.	Gn Wates 35	62.	Sidoro 17
3.	Gn Wates 5	33.	Gn Wates 36	63.	Sidoro 18
4.	Gn Wates 6	34.	Gn Wates 37	64.	Sidoro 19
5.	Gn Wates 7	35.	Gn Wates 38	65.	Sidoro 20
6.	Gn Wates 8	36.	Gn Wates 39	66.	Sidoro 21
7.	Gn Wates 9	37.	Gn Wates 40	67.	Sidoro 22
8.	Gn Wates 10	38.	Gn Wates 41	68.	Sidoro 23
9.	Gn Wates 11	39.	Gn Wates 42	69.	Sidoro 24
10.	Gn Wates 12	40.	Gn Wates 43	70.	Gejokan 2
11.	Gn Wates 13	41.	Gn Wates Igir 47	71.	Gejokan 3
12.	Gn Wates 14	42.	Gn Wates 48	72.	Gejokan 4
13.	Gn Wates 15	43.	Gn Wates 49	73.	Gejokan 5
14.	Gn Wates 16	44.	Gn Wates 50	74.	Gejokan 6
15.	Gn Wates 18	45.	Gn Wates Igir 1	75.	Gejokan 7
16.	Gn Wates 19	46.	Gn Wates Igir 2	76.	Gejokan 8
17.	Gn Wates 20	47.	Gn Wates Igir 3	77.	Gejokan 9
18.	Gn Wates 21	48.	Gn Wates Igir 44	78.	Gejokan 10
19.	Gn Wates 22	49.	Gn Wates Igir 45	79.	Gejokan 11
20.	Gn Wates 23	50.	Gn Wates Igir 46	80.	Prau 2
21.	Gn Wates 24	51.	Sidoro 1	81.	Prau 6
22.	Gn Wates 25	52.	Sidoro 3	82.	Prau 7
23.	Gn Wates 26	53.	Sidoro 5	83.	Prau 10
24.	Gn Wates 27	54.	Sidoro 6	84.	Prau 11
25.	Gn Wates 28	55.	Sidoro 7	85.	Nagasari (CHT 4-3)
26.	Gn Wates 29	56.	Sidoro 8	86.	Papua Nugini
27.	Gn Wates 30	57.	Sidoro 9		
28.	Gn Wates 31	58.	Sidoro 10		
29.	Gn Wates 32	59.	Sidoro 11		
30.	Gn Wates 33	60.	Sidoro 13		

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Komponen Utama

Berdasarkan pada hasil analisis komponen utama dari 11 karakter yang diamati ternyata terbentuk empat komponen utama yang dapat menjelaskan keragaman kumulatif sebesar 71.275% dari keragaman total (Tabel 2). Komponen utama I terdiri dari empat karakter yang saling berkorelasi secara positif, yaitu karakter tinggi tanaman, jumlah anakan, diameter rumpun utara-selatan, dan diameter rumpun barat-timur. Komponen utama II, karakter yang berkontribusi terhadap total keragaman yaitu jumlah anak daun, diameter bunga tengah, produksi segar bunga, yang berkorelasi secara positif, serta karakter panjang bunga pita yang berkorelasi negatif. Karakter yang terdapat pada KU I dan KU II dapat dijadikan sebagai karakter standar yang perlu diamati dalam kegiatan karakterisasi plasma nutfah piretrum. Seperti pada penelitian tanaman rotan oleh Sarmah *et al.* (2007), dari 50 karakter morfologi yang diamati terbagi menjadi 11 komponen utama, dimana KU I (30.6%) memberi kontribusi keragaman yang cukup tinggi, yang meliputi karakter bentuk daun, panjang daun, diameter batang, tekstur daun, pola susunan daun, bentuk susunan daun, lebar susunan daun, panjang susunan daun, area susunan daun. Pada tanaman pala terdapat tiga komponen utama dengan mereduksi 13 karakter dari 38 karakter yang diamati (Risliawati, 2007).

Analisis Klaster

Analisis klaster/gerombol dilakukan berdasarkan karakter yang telah direduksi dari hasil analisis komponen utama. Metode yang digunakan dalam pengklasteran adalah metode aglomeratif. Berdasarkan teknik hierarki dua aksesori yang paling mirip akan diklasterkan menjadi satu, kemudian akan mengklaster lagi dengan nomor lainnya yang paling mirip. Begitu seterusnya sampai membentuk satu klaster besar yang beranggotakan semua nomor. Kemiripan antar nomor dalam klaster yang terbentuk ditunjukkan oleh nilai koefisiennya. Semakin kecil nilai koefisien, maka semakin mirip satu sama lain, data metode aglomeratif analisis

klaster berdasarkan teknik hierarki 86 aksesori piretrum (Tabel 3).

Pengklasteran individu berdasarkan karakter morfologi telah membawa banyak manfaat dalam kegiatan pemuliaan tanaman, khususnya dalam melihat variasi plasma nutfah dan hubungan antar genotipe atau aksesori dari koleksi plasma nutfah. Pada tanaman pala, berdasarkan morfologi buah, biji, fuly, dan bunga dapat dibedakan menjadi delapan klaster (Risliawati, 2007), sedangkan pada tanaman ketumbar dibedakan menjadi empat klaster berdasarkan karakter morfologi habitus, daun, biji dan bunga (Hadipoentiyanti dan Wahyuni, 2004). Pada tanaman bengkuang dihasilkan dua klaster pada aksesori tanaman yang berasal dari Indonesia dan luar negeri berdasarkan morfologi bunga dan daun (Kurniawan, 2005), sedangkan pada tanaman jambu mete dibagi menjadi satu klaster dengan tiga sub klaster berdasarkan habitus, bunga, percabangan, daun, buah, buah semu dan gelondong mete (Wahyuni, 2006). Pada tanaman rotan terdapat dua klaster, dimana klaster I dicirikan oleh karakter daun, batang dan buah yang bervariasi, sedangkan pada klaster II dicirikan dengan karakter diameter batang, warna batang, struktur duri (Sarmah *et al.*, 2007).

Dalam kegiatan konservasi plasma nutfah suatu tanaman, dengan diketahui kekerabatan diantara aksesori-aksesori dapat mengurangi jumlah tanaman yang dipelihara ataupun mengurangi duplikasi jumlah tanaman. Dari kegiatan ini dapat diketahui aksesori-aksesori yang unggul sehingga dapat dipergunakan sebagai bahan dalam kegiatan persilangan.

Pada tingkat kemiripan genetik 80 % terbentuk empat klaster (Gambar 1). klaster I terdiri dari satu aksesori Gunung Wates 2; begitu juga klaster II terdiri dari satu aksesori yaitu Papua Nugini; klaster III terdiri dari 8 aksesori yaitu Gunung Wates Igir 1, Gunung Wates Igir 2, Gunung Wates Igir 3, Gunung Wates Igir 44, Gunung Wates Igir 45, Gunung Wates Igir 46, Gunung Wates 50, dan Sidor 5. Aksesori-aksesori yang lainnya terdapat pada klaster IV. Aksesori Gunung wates 2, Papua Nugini, dan Gunung wates 41 memiliki harapan untuk dijadikan sebagai bahan dalam kegiatan pemuliaan selanjutnya.

Tabel 2. Nilai vektor ciri (*Eigenvectors*) dan nilai akar ciri (*Eigenvalues*) pada analisis komponen utama 86 aksesori Piretrum.Table 2. Values of *Eigenvectors* and *Eigenvalues* on principal component analysis of 86 accession of *Pyrethrum*

Karakter	Komponen utama			
	1	2	3	4
1. Tinggi tanaman	.759	-.269	-.090	-.186
2. Jumlah anakan/tanaman	.778	-.173	.272	.100
3. Diameter rumpun utara-selatan	.916	-.225	.089	-.135
4. Diameter rumpun barat-timur	.914	-.225	.119	-.054
5. Panjang tangkai daun	.390	.414	-.674	.026
6. Jumlah anak daun/tanaman	.169	.757	.081	-.098
7. Panjang tangkai bunga	-.408	-.479	.593	.111
8. Diameter bunga tengah	.046	.626	.288	-.146
9. Panjang bunga pita	-.124	-.541	-.281	-.200
10. Lebar bunga pita	.251	-.044	-.143	.918
11. Produksi segar bunga/rumpun	.336	.540	.432	.120
Total	3.394	2.154	1.285	1.007
% Keragaman	30.859	19.577	11.683	9.155
% Kumulatif	30.859	50.436	62.119	71.275

Tabel 3. Data metode aglomeratif analisis kluster berdasarkan teknik hierarki 86 aksesori piretrum.

Table 3. Data of agglomerative method of cluster analysis based on hierarchical technique of 86 accession of *Pyrethrum*

Tahapan	Cluster Combined		Nilai Koefisien	Gerombol yang pertama muncul		Tahap selanjutnya
	Gerombol 1	Gerombol 2		Gerombol 1	Gerombol 2	
1	2	3	4	5	6	7
1	38	39	.037	0	0	17
2	12	22	.049	0	0	12
3	31	58	.058	0	0	16
4	30	34	.063	0	0	11
5	10	11	.064	0	0	10
6	16	18	.096	0	0	14
7	27	61	.122	0	0	12
8	75	76	.124	0	0	35
9	42	43	.141	0	0	20
10	10	15	.164	5	0	48
11	26	30	.167	0	4	16
12	12	27	.169	2	7	21
13	19	21	.176	0	0	32
14	16	17	.178	6	0	56
15	45	47	.193	0	0	38
16	26	31	.206	11	3	24
17	37	38	.242	0	1	34
18	65	68	.274	0	0	39
19	3	6	.282	0	0	27
20	36	42	.303	0	9	49
21	12	23	.319	12	0	40
22	32	71	.329	0	0	36
23	25	35	.350	0	0	42
24	26	29	.359	16	0	51
25	51	64	.362	0	0	33
26	80	83	.367	0	0	64
27	3	7	.378	19	0	46
28	13	14	.418	0	0	60
29	57	78	.420	0	0	50
30	73	74	.421	0	0	52
31	2	4	.425	0	0	46
32	19	20	.429	13	0	40
33	51	77	.436	25	0	62
34	37	41	.472	17	0	49
35	72	75	.480	0	8	52

Bersambung

Sambungan Tabel 3

1	2	3	4	5	6	7
36	32	33	.482	22	0	59
37	46	48	.494	0	0	58
38	44	45	.498	0	15	43
39	65	70	.518	18	0	44
40	12	19	.534	21	32	51
41	24	28	.539	0	0	56
42	25	54	.587	23	0	60
43	44	50	.645	38	0	77
44	60	65	.692	0	39	47
45	81	82	.693	0	0	64
46	2	3	.745	31	27	53
47	60	69	.776	44	0	66
48	8	10	.806	0	10	57
49	36	37	.836	20	34	72
50	55	57	.848	0	29	62
51	12	26	.913	40	24	61
52	72	73	1.010	35	30	71
53	2	5	1.032	46	0	68
54	56	79	1.033	0	0	70
55	59	63	1.036	0	0	63
56	16	24	1.100	14	41	61
57	8	9	1.139	48	0	69
58	46	49	1.294	37	0	77
59	32	40	1.338	36	0	68
60	13	25	1.399	28	42	79
61	12	16	1.451	51	56	69
62	51	55	1.478	33	50	65
63	59	67	1.642	55	0	67
64	80	81	1.649	26	45	72
65	51	62	1.791	62	0	66
66	51	60	2.271	65	47	71
67	52	59	2.500	0	63	73
68	2	32	2.673	53	59	76
69	8	12	2.750	57	61	73
70	56	84	2.902	54	0	75
71	51	72	3.268	66	52	74
72	36	80	3.272	49	64	75
73	8	52	3.402	69	67	76
74	51	66	3.984	71	0	78
75	36	56	4.143	72	70	80
76	2	8	4.433	68	73	78
77	44	46	5.548	43	58	82
78	2	51	5.826	76	74	80
79	13	85	6.987	60	0	81
80	2	36	7.621	78	75	81
81	2	13	9.914	80	79	83
82	44	53	9.971	77	0	83
83	2	44	15.209	81	82	84
84	2	86	16.844	83	0	85
85	1	2	17.995	0	84	0

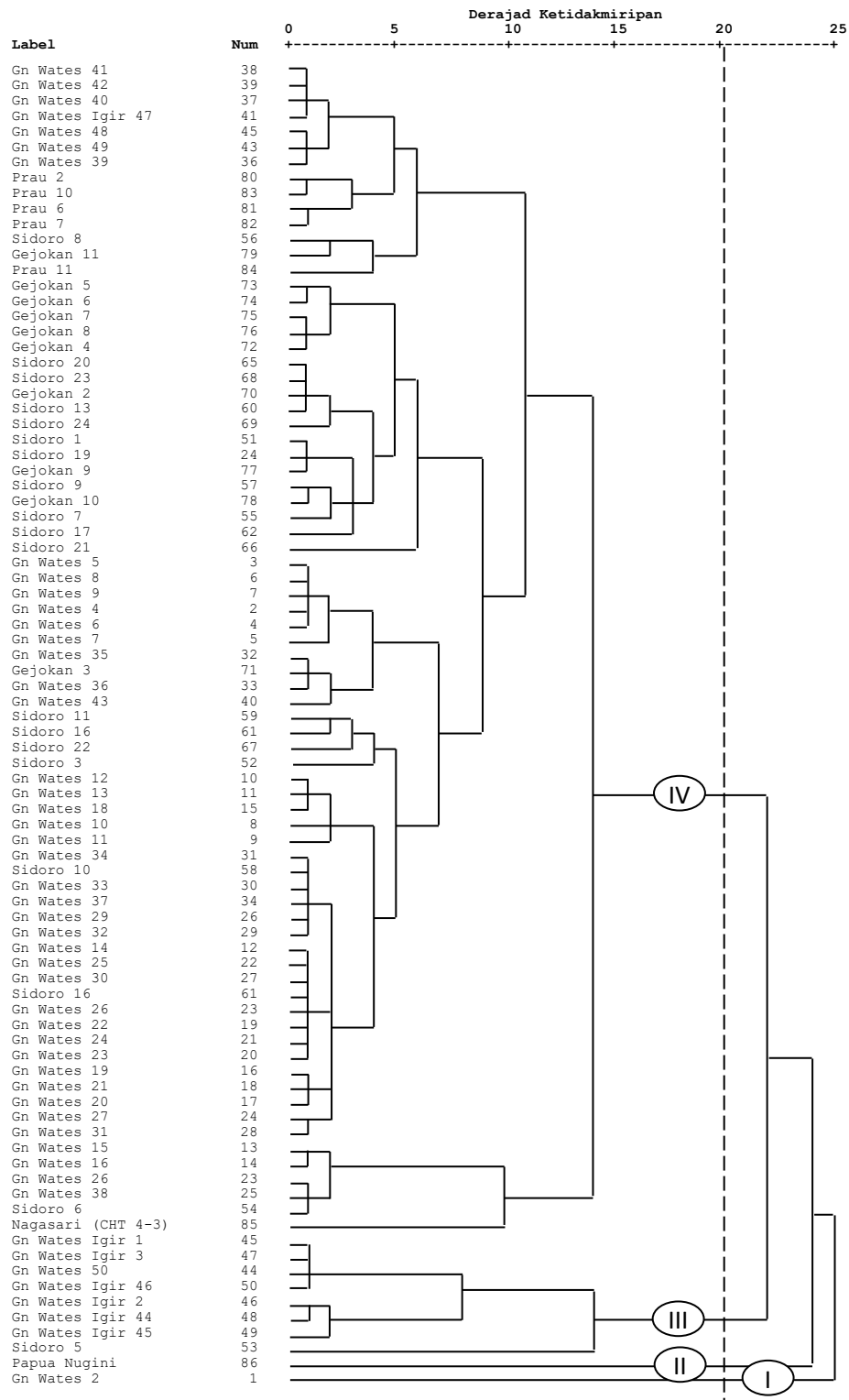
Tabel 4. Nilai tengah 4 kluster dari 86 aksesori piretrum di KP. Gunung Putri

Table 4. Mid value of 4 clusters of 86 accession of pyrethrum at Gunung Putri Experimental Station

Gerombol	KU I				KU II				KU III		KU IV
	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Anak/tanaman (buah)	Diameter rumpun Utara-Selatan (cm)	Diameter Rumpun Barat-Utara (cm)	Jumlah Anak daun/tanaman (buah)	Diameter Bunga Tengah (cm)	Panjang Bunga Pita (cm)	Produksi Segar Bunga/rumpun (gram)	Panjang Tangkai Daun (mm)	Panjang Tangkai Bunga (mm)	Lebar Bunga Pita (mm)
I	14.2	20.4	25.2	24.4	11.8	1.4	1.3	16.5	8	15	0.5
II	15.6	16.4	20.6	21.8	6.8	1.0	1.4	15.3	14	20	0.5
III	20.1	31.4	30.7	31.2	9.5	1.1	1.3	19.6	8	22	1.1
IV	18.7	24.7	28.5	28.1	9.5	1.1	1.3	18.6	7.1	24.5	0.5

Keterangan: Nilai yang digarisbawah dan dicetak tebal merupakan karakter penciri dari setiap gerombol.

Notes : Underlined and bold values refer to marker characters of respective cluster



Gambar 1. Dendrogram 86 aksesi Piretrum di KP.GunungPutri
 Figure 1. Dendrogram of 86 accession of Pyrethrum at GunungPutri Experimental Station

Untuk melihat indikator penciri dari masing-masing gerombol yang terbentuk maka dihitung nilai rata-rata yang tergabung dalam masing-masing komponen (Tabel 4). Klaster I dicirikan dengan jumlah anak daun/tanaman yang lebih banyak dan diameter bunga tengah yang lebih lebar daripada aksesi yang lain. Klaster II dicirikan dengan panjang tangkai daun. Klaster III dicirikan dengan tinggi tanaman, jumlah anakan/tanaman, diameter rumpun utara-selatan, diameter rumpun barat-timur, produksi segar bunga/rumpun, dan lebar bunga pita. Klaster IV dicirikan dengan panjang tangkai bunga.

Analisis kekerabatan secara fenotipe bermanfaat sebagai informasi dasar sebelum melangkah ke kegiatan pemuliaan berikutnya. Selanjutnya analisis kekerabatan genetik melalui marka DNA, salah satunya RAPD, akan memberikan informasi yang lebih akurat dan jelaskarena marka DNA tidak dipengaruhi lingkungan dan umur tanaman, sehingga informasi kemiripan genetik yang diperoleh benar-benar mewakili karakteristik khas masing-masing aksesi (Rivera, *et al.*, 1999).

KESIMPULAN

Hasil analisis kekerabatan 86 aksesi piretrum pada tingkat kemiripan 80 % mengelompok menjadi empat klaster. Klaster I dicirikan dengan jumlah anak daun yang lebih banyak dan diameter bunga tengah yang lebih lebar dari aksesi yang lainnya. Klaster II dicirikan dengan panjang tangkai daun. Klaster III dicirikan dengan tinggi tanaman, jumlah anakan, diameter rumpun utara-selatan, diameter rumpun barat-timur, produksi segar bunga, dan lebar bunga pita. Klaster IV dicirikan dengan panjang tangkai bunga. Gunung Wates 41, Gunung Wates 2 dan Papua Nugini dapat dijadikan bahan dalam kegiatan pemuliaan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadipoentyanti, E dan S. Wahyuni. 2004. Pengelompokan kultivar ketumbar berdasarkan sifat morfologi. *Bulletin Plasma Nutfah* 10 (1): 32-36.
- Kurniawan, A. 2005. Multivariate analysis of morphological traits in Yam Bean *Pachyrhizus erosus*. *J. Zuriat* 6(1): 44-51
- Purseglove. 1981. *Tropical Crops Dicotyledons vol 1 and 2 combined. Compositae. (Chrysanthemum cinerariaefolium Trev.)* Bocc.Longman.
- Risliawati, A. 2007. Karakterisasi dan Analisis Hubungan Kekerabatan 27 Aksesi Pala (*Myristicafragrans*) Koleksi Balittri. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rivera, R., K.J. Edwards, J.H.A. Barker, G.M. Arnold, G.Ayad, T. Hodgkin, and A. Karp. 1999. Isolation and characterization of polymorphic microsatellites in *Cocosnucifera* L. *Genome* 42: 668-675.
- Santoso, S. 2004. *SPSS Statistik Multivariat*. Elex Media Computindo, Jakarta. 343 hlm.
- Sarmah, P., P. K. Barua, and R.N. Sarma. 2007. *Morphological Characterization of Some Calamus Species of North-east India*. *Plant Genetic Resources Newsletter*. Bioversity International. Rome, Italy.
- Sartono, B., F. M. Affendi, U. D. Syafitri, I. M. Sumertajaya, dan Y. Anggraeni. 2003. *Analisis Peubah Ganda*. FMIPA IPB, Bogor. 317 hlm.
- Wahyuni, S; Hadad E.A; Hobir dan A. Denian. 2004. *Plasma Nutfah Aneka Tanaman Perkebunan. Perkembangan Teknologi TRO* XVI (1): 28-42.
- Wahyuni, S. 2006. Kekerabatan plasma nutfah jambu mete berdasar sifat morfologi. *J. Litri*. 12(2): 58-66
- Wicaksana, N dan A. Karuniawan. 2006. Analisis multivariat karakter bunga dan daun pada populasi tiga spesies bengkuang (*Pachyrizus spp.*). *Bionatura*, 8(2): 171-181.

PENGARUH TINGKAT NAUNGAN TERHADAP KEBERHASILAN GRAFTING JAMBU METE

Handi Supriadi, Enny Randriani dan Nana Heryana

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri

Jl. Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

supriadihandi@yahoo.co.id

(Diajukan tanggal 16 Desember 2010, diterima tanggal 9 Februari 2011)

ABSTRAK

Bahan tanaman unggul merupakan penentu utama dalam peningkatan produksi tanaman jambu mete. Salah satu usaha untuk mendapatkan bahan tanaman unggul dapat dilakukan dengan cara penyambungan batang (grafting) bawah terpilih dengan batang atas varietas unggul produksi tinggi. Intensitas cahaya matahari merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi tingkat keberhasilan grafting. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan tingkat naungan terbaik untuk keberhasilan grafting jambu mete. Penelitian dilakukan di kebun percobaan (KP) Cikampek dari bulan Januari sampai Desember 2010. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 9 ulangan. Perlakuan yang diuji adalah pemberian naungan pada benih jambu mete hasil grafting, dengan tiga taraf naungan yaitu: (1) 35%, (2) 55% dan (3) 75%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat naungan yang terbaik untuk keberhasilan grafting adalah 35% dengan tingkat keberhasilan 90,00%.

Kata Kunci: *Anacardium occidentale*, grafting, intensitas cahaya, batang atas, batang bawah

ABSTRACT

The effect of shading on the success rate of grafting in cashew. Superior plant material is a major determinant in achieving of high cashew production. A method widely used to develop superior plant material is grafting on which scions taken from high yielding varieties/clone are inserted onto selected rootstocks. Intensity of sunlight is one of environmental factors that influence the success rate of grafting. The research aimed to determine level of shading which has the best effect on the success rate of cashew grafting. This work was conducted in Cikampek Research Station from January to December 2010. Research design used was a randomized block design with 9 replicates. Treatments tested were the application of different levels of shading onto grafted seedlings of cashew. The levels of shading applied are: (1) 35%, (2) 55%, and (3) 75%. Results showed that the level of shading which has the best effect on the success of cashew grafting was 35%, achieving the success rate of 90,0%. The best treatment yielded stem diameter of 10,76 mm, plant height of 47,02 cm and leaf number of 11,37.

Keywords : *Anacardium occidentale*, grafting, sunlight intensity, scions, rootstock

PENDAHULUAN

Jambu mete (*Anacardium occidentale*) termasuk keluarga Anacardiaceae, yang pengembangannya sampai saat ini telah menyebar ke kawasan Indonesia bagian timur. Luas areal jambu mete pada tahun 2008 sebesar 527.727 ha dengan produksi sebesar 156.652 ton. Namun demikian peningkatan luas areal ini tidak diikuti oleh peningkatan produktivitas yang rata-rata hanya 493 kg/ha (Ditjenbun, 2009). Jauh tertinggal dari produktivitas India dan Brasil yang masing-masing telah mencapai 800-1.112 kg/ha (Rao, 1998) dan 1.200 kg/ha (Simanungkalit, 1977)

Rendahnya produktivitas jambu mete selain akibat budidaya yang sederhana juga karena penggunaan bahan tanaman yang belum teruji keunggulannya. Hal yang sama juga dialami India yang sampai tahun 1980 produktivitasnya hanya 600 kg/ha, tetapi dengan penggunaan bahan tanaman unggul dan penerapan teknologi budidaya yang tepat produktivitasnya meningkat menjadi 1.112 kg/ha (Rao, 1998). Upaya serupa juga berlangsung di beberapa negara penghasil jambu mete, seperti di Thailand (Chaikiattiyos, 1998), China (Kangde *et al*, 1998), Myanmar (Lay, 1998) dan Filipina (Magboo, 1998).

Salah satu usaha untuk mendapatkan bahan tanaman yang unggul adalah melalui sambung pucuk (grafting). Perbanyakan dengan grafting merupakan penggabungan dua bagian tanaman (batang atas (entres) dan bawah) yang berbeda menjadi satu tanaman yang terus tumbuh dan berkembang dengan baik (Hartman dan Kester, 1997). Untuk mendapatkan benih jambu mete hasil grafting bervigor tinggi maka sebagai entres digunakan varietas unggul produksi tinggi (produksi di atas 20 kg/pohon/tahun) dan sebagai batang bawah dapat digunakan jenis lokal yang mempunyai sistem perakaran yang kuat dan tahan atau toleran terhadap hama penyakit, sehingga dari benih grafting tersebut diharapkan akan diperoleh tanaman jambu mete yang mempunyai produksi tinggi dan toleran terhadap hama dan penyakit.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan grafting, salah satu diantaranya adalah intensitas cahaya matahari (Pushpalatha *et al.*, 1990, Sugeng, 1996; Dhalimi, 2003; Firman dan Ruskandi, 2009). Tingkat keberhasilan grafting di daerah dengan tingkat intensitas cahaya matahari tinggi (tempat terbuka) cukup rendah yaitu berkisar 16,7-63%. Begitu juga jika intensitas cahaya matahari terlalu rendah daun-daun sebagai sumber pembentuk (source) tidak berfungsi secara optimal sehingga laju pertumbuhan terhambat (Syakir, 1994). Akibatnya tingkat keberhasilan grafting akan rendah.

Agar diperoleh persentase keberhasilan grafting yang tinggi maka untuk pengaturan intensitas cahaya matahari diperlukan naungan. Naungan secara langsung akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan secara tidak langsung akan merubah iklim mikro (suhu dan kelembaban udara) di sekitar tanaman. Penggunaan naungan dapat meningkatkan persentase keberhasilan grafting jambu mete sebesar 50% (Sundari dan Reddy, 2003).

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan tingkat naungan yang terbaik untuk keberhasilan grafting jambu mete.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di KP. Cikampek, Jawa Barat dari bulan Januari sampai Desember 2010. Bahan tanaman yang digunakan berupa batang atas dan bawah jambu mete. Sebagai batang bawah digunakan benih jambu mete yang mempunyai daya adaptasi tinggi terhadap kondisi lingkungan yang marginal (iklim kering, lahan miskin hara dan berbatu), toleran terhadap penyakit busuk batang dan produksinya sedang (7 kg/pohon/tahun). berasal dari Flores, Nusa Tenggara Timur. Batang bawah tersebut dipilih karena Sedangkan batang atas yang dipilih adalah varietas Meteor YK yang mempunyai produksi tinggi (>20 kg/pohon/tahun) dan diminati oleh masyarakat di pulau Jawa karena rasanya manis.

Penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) dengan 9 ulangan. Perlakuan yang diuji adalah pemberian naungan pada benih jambu mete hasil grafting dengan tiga tingkat naungan yaitu : (1) 35%, (2) 55% dan (3) 75%. Jumlah tanaman per plot adalah 8 tanaman. Panjang entres yang digunakan 25 cm dengan diameter 0,5-0,6 cm yang diambil dari tunas tidur. Entres disayat pada bagian kiri kanannya sepanjang 2-2,5 cm sampai meruncing. Entres kemudian disisipkan ke batang bawah umur 4 bulan yang telah dipotong dan dibelah bagian ujung tengah sedalam 2-2,5 cm dan celahnya membentuk huruf V, kemudian diikat dengan plastik transparan (Plastik PE) dan disungkup dengan plastik PE. Parameter yang diamati adalah persentase keberhasilan grafting, diameter batang, tinggi tanaman, dan jumlah daun sedangkan untuk parameter lingkungan yang diamati adalah radiasi surya, suhu udara dan kelembaban udara baik di tempat terbuka maupun di dalam naungan. Uji beda rata-rata menggunakan metode Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberhasilan

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 1 dan 2) terlihat bahwa tingkat naungan berpengaruh nyata terhadap persentase keberhasilan grafting jambu mete. Tingkat naungan 35% memberikan hasil grafting yang paling tinggi dengan persentase keberhasilan 90,00% pada umur 90 HSP, diikuti dengan tingkat naungan 55% dengan persentase keberhasilan 81,94% dan terendah pada tingkat naungan 75% dengan persentase keberhasilan 48,61%.

Hasil penelitian Dhalimi (2003) juga menunjukkan bahwa tingkat naungan 30% memberikan persentase grafting terbaik dengan tingkat keberhasilan 68,8% pada umur 60 HSP. Penelitian Sagar (2007) dengan menggunakan naungan kain kasa memperoleh persentase keberhasilan grafting jambu mete sebesar 77,7% pada umur 90 HSP. Sedangkan Firman dan Ruskandi (2009) hanya mendapatkan tingkat keberhasilan grafting 41% dengan menggunakan naungan paranet. Sementara itu naungan dengan cara pengerodongan menggunakan plastik tidak berwarna + pelepah pisang + sungkup plastik menghasilkan persentase sambungan hidup 72,92% (Suryadi, 2010).

Keberhasilan grafting jambu mete tergantung pada terbentuknya pertautan pada daerah sambungan. Agar proses pertautan berhasil dengan baik, maka sel-sel meristem di daerah sambungan harus terjalin dengan sempurna. Hal ini bisa terjadi apabila antara batang atas dan bawah terjadi kesesuaian (kompaibel) dan irisan luka rata, serta pengikatan sambungan tidak terlalu lemah tetapi juga tidak terlalu kuat, yang dapat menyebabkan kerusakan/kematian jaringan. Pengikatan yang erat akan menahan bagian sambungan untuk tidak bergerak, sehingga kalus yang terbentuk akan semakin jalin-menjalin dan terpadu dengan kuat. Pertautan antara batang atas dan bawah dapat terjadi jika tersedia cukup kalus baik oleh batang bawah maupun batang atas (Waard dan Zaubin, 1983). Pencampuran dua kalus tersebut memungkinkan terjadinya restorasi jaringan pengangkutan (xylem dan floem) melalui induksi hormon-hormon tumbuh, yang berfungsi sebagai saluran untuk menyalurkan air dan zat-zat

makanan antara batang bawah dan atas (Sagar, 2007).

Ketidaksesuaian (inkompatibilitas) pada grafting dapat menyebabkan berbagai efek fisiologis. Inkompatibilitas antar batang bawah dan atas yang disambung mulai terlihat sejak gagalnya sambungan hingga tanaman mati. Adapun kriteria inkompatibilitas menurut Hartman dan Kester (1997) sebagai berikut: (1) tingkat keberhasilan sambungan rendah, (2) pada tanaman yang sudah berhasil tumbuh, daun menguning, rontok dan mati tunas, (3) mati muda pada bibit sambungan, (4) terdapat perbedaan laju tumbuh antara batang bawah dengan batang atas dan (5) terjadinya pertumbuhan yang berlebihan baik batang bawah ataupun batang atas.

Beragamnya persentase keberhasilan grafting jambu mete pada tiga tingkat naungan yang berbeda menunjukkan bahwa intensitas cahaya matahari berpengaruh terhadap hasil grafting. Bila intensitas cahaya matahari terlalu tinggi akan mengurangi daya tahan batang atas terhadap kekeringan, dan dapat merusak kambium pada daerah sambungan, begitu juga jika intensitas cahaya matahari terlalu rendah kalus lambat pertumbuhannya (Sundari and Reddy, 2003).

Intensitas cahaya matahari merupakan faktor penting untuk berlangsungnya fotosintesis, sedangkan fotosintesis merupakan kunci keberhasilan proses metabolisme di dalam tanaman. Hasil fotosintesis akan ditranslokasikan keseluruh jaringan tanaman melalui pembuluh floem, selanjutnya energi dari hasil fotosintesis tersebut akan mengaktifkan pertumbuhan tunas, sehingga jumlah cabang meningkat. (Kramer dan Kozlowski, 1979)

Distribusi spektrum cahaya matahari yang diterima oleh daun di permukaan tajuk ($1900 \text{ umol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) lebih besar dibanding dengan daun di bawah naungan ($17,7 \text{ umol m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Pada kondisi ternaungi cahaya yang dapat dimanfaatkan untuk proses fotosintesis sangat sedikit (Taiz dan Zeiger, 1991). Naungan dapat mengurangi enzim fotosintetik yang berfungsi sebagai katalisator dalam fiksasi CO_2 dan menurunkan titik kompensasi cahaya (Cruz, 1997).

Bila tanaman kekurangan cahaya matahari, proses asimilasi akan menurun, sehingga asimilat (hidrat arang) hasil proses tersebut juga berkurang jumlahnya. Asimilat ini akan diangkut melalui pembuluh tapis dan di akar di respirasi untuk

menghasilkan energi. Bila tanaman kurang menghasilkan hidratarang maka energi yang dihasilkan terbatas. Energi diperlukan akar untuk menyerap air dan unsur hara dan didistribusikan ke bagian tanaman yang lain (Sundari dan Reddy, 2003).

Tabel 1. Persentase keberhasilan grafting pada tiga tingkat naungan pada umur 30 – 90 HSP

Table 1. Grafting success percentage on three shading level at the age of 30 – 90 day after grafting

Perlakuan	Persentase Keberhasilan (%)		
	30 HSP	60 HSP	90 HSP
Naungan 35%	93,06 a	91,67 a	90,00 a
Naungan 55%	87,50 b	83,33 b	81,94 b
Naungan 75%	63,89 c	55,56 c	48,61 c
KK (%)	6,70	6,82	8,49

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNJ
HSP = Hari setelah penyambungan

Notes : number followed by same letters in each coloumn are not significantly different at 5% level

Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa benih jambu mete hasil grafting akan semakin tinggi dengan meningkatnya tingkat naungan pada umur 30 – 90 HSP (Tabel 2). Pada kondisi kekurangan cahaya matahari sel yang dibentuk oleh tanaman berukuran besar, tetapi tidak berisi karena encernya protoplasma di dalam sel tanaman. Ruas tanaman panjang (karena mencari cahaya matahari), terlihat pucat dan lemah. Tanaman akan lebih mudah menguapkan air karena kutikula/lapisan lilin pada permukaan daun sangat tipis (Sutiyoso, 1999).

Diameter Batang

Naungan berpengaruh nyata pada diameter batang tanaman jambu mete hasil grafting, semakin tinggi naungan maka diameter batang semakin kecil. Dari Tabel 2 terlihat bahwa diameter batang jambu mete hasil grafting terbesar pada umur 90 HSP terdapat pada tingkat naungan 35%, kemudian diikuti tingkat naungan 55% dan terkecil pada tingkat naungan 75%. Pada umur 30 HSP naungan belum berpengaruh terhadap diameter batang, pengaruh naungan baru terlihat pada umur 60 dan 90 HSP.

Pertumbuhan diameter tanaman berhubungan erat dengan laju fotosintesis akan sebanding dengan jumlah intensitas cahaya matahari yang diterima. Akan tetapi pada titik jenuh cahaya, tanaman tidak mampu menambah hasil fotosintesis walaupun jumlah cahaya bertambah. Selain itu produk fotosintesis sebanding dengan total luas daun aktif yang dapat melakukan fotosintesis (Simarangkir, 2000). Terhambatnya pertumbuhan diameter tanaman karena produk fotosintesisnya serta spektrum cahaya matahari yang kurang merangsang aktivitas hormon dalam proses pembentukan sel meristematik kearah diameter batang, terutama pada intensitas cahaya yang rendah (Daniel, *et al.*, 1992).

Pada ukuran diameter yang besar terdapat sejumlah jaringan xylem yang banyak sehingga transpotasi hara dan air berjalan optimal. Disamping itu keberhasilan grafting akan memacu transportasi hara dan air keseluruhan bagian tanaman bagian atas yang akan mempengaruhi komponen pertumbuhan lainnya seperti daun dan tinggi tanaman (Soegito *et al.*, 2002).

Jumlah Daun

Intensitas cahaya berpengaruh nyata terhadap sifat morfologi tanaman. Tanaman yang mendapatkan cahaya matahari dengan intensitas yang tinggi menyebabkan lilit batang tumbuh lebih cepat, susunan pembuluh kayu lebih sempurna, internodianya lebih pendek, daun lebih tebal, tetapi lebih kecil dibanding dengan tanaman yang terlindung (Wilsie, 1962). Beberapa efek dari cahaya matahari yang penuh (melebihi) kebutuhan optimum dapat menyebabkan layu, fotosintesis lambat, laju respirasi meningkat tetapi cenderung mempertinggi daya tahan tanaman. Pada Tabel 2 terlihat bahwa jumlah daun semakin berkurang dengan bertambahnya tingkat naungan. Menurut Smith dan Weidelt (1975) pengaruh morfogenik paling umum dari pertumbuhan tanaman pada intensitas cahaya yang rendah adalah pertumbuhan ruas (internodia) menjadi sangat lambat dan perkembangan daun tertekan dan kondisinya lemah dan pucat (etiolasi).

Tabel 2. Diameter batang, tinggi tanaman dan jumlah daun benih jambu mete hasil grafting pada berbagai tingkat naungan

Table 2. Stem diameter, plant height and leaf number of grafting cashew seedlings at different shade levels

Perlakuan	Diameter Batang (mm)			Tinggi Tanaman (cm)			Jumlah Daun		
	30 HSP	60 HSP	90 HSP	30 HSP	60 HSP	90 HSP	30 HSP	60 HSP	90 HSP
Naungan 35%	9,25 a	10,38 a	10,76 a	41,64 b	43,10 c	47,02 c	6,71 a	8,91 a	11,37 a
Naungan 55%	9,26 a	10,05 b	10,23 b	42,54 a	45,74 b	50,41 b	6,74 a	8,24 b	10,24 b
Naungan 75%	9,22 a	9,23 c	9,43 c	43,59 a	47,74 a	53,64 a	5,81 b	6,68 c	7,43 c
KK (%)	0,43	2,02	1,97	1,46	2,75	4,19	2,27	9,72	10,47

Tabel 3. Rata-rata radiasi surya pada berbagai tingkat naungan

Table 3. The average solar radiation at different levels of shading

No.	Bulan	Radiasi Surya (kal/cm ² /hari)			
		Tempat Terbuka	35%	55%	75%
1	September	323,60	250,21	198,45	152,32
2	Oktober	408,50	301,23	253,67	204,11
3	Nopember	380,22	279,81	234,35	183,33
4	Desember	313,54	224,79	190,27	146,71

Tabel 4. Suhu udara pada berbagai tingkat naungan

Table 4. Temperatures at various levels of shade

No.	Bulan	Suhu udara (°C)							
		Tempat Terbuka		35%		55%		75%	
		Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum
1	September	30,6	24,2	30,0	23,5	29,0	22,5	28,5	21,8
2	Oktober	32,2	24,6	31,5	23,0	30,5	22,0	30,0	21,5
3	Nopember	32,3	24,6	31,6	23,0	30,6	22,0	30,0	21,5
4	Desember	30,5	24,0	29,9	23,3	28,9	22,3	28,4	21,8

Tabel 5. Rata-rata kelembaban pada berbagai tingkat naungan

Table 5. The average humidity at various levels of shade

No.	Bulan	Kelembaban Udara (%)			
		Tempat Terbuka	35%	55%	75%
1	September	73,6	75,5	76,8	77,3
2	Oktober	68,1	70,2	71,5	72,6
3	Nopember	66,2	69,1	70,2	72,1
4	Desember	75,1	77,1	78,5	80,1

Iklim mikro

Naungan akan mempengaruhi kondisi iklim mikro terutama radiasi surya, suhu dan kelembaban udara di sekitar tanaman. Radiasi surya dan suhu udara akan semakin menurun dengan meningkatnya naungan sedangkan kelembaban udara semakin meningkat (Tabel 3,4 dan 5). Pada tingkat naungan 35% yang merupakan naungan terbaik untuk grafting jambu mete kondisi iklim mikronya sebagai berikut radiasi surya berkisar 224,79 - 301,23 kal/cm²/hari, suhu udara maksimum 29,9 – 31,6 °C, suhu udara minimum 23 – 23,5 °C dan kelembaban udara 69,1 – 77,1%. Kondisi iklim mikro tersebut menunjang terhadap keberhasilan grafting jambu mete. Hasil penelitian Sagar (2007) menunjukkan bahwa pada suhu udara maksimum

29,2 °C dan minimum 19,2 °C serta kelembaban udara 77% tingkat keberhasilan grafting 77,7%, sedangkan pada suhu maksimum 29,1 °C dan minimum 12,8 °C serta kelembaban 61% dengan tingkat keberhasilannya hanya 56,09%. Di daerah tropis suhu udara berkisar 25°C dan 35°C akan menghasilkan laju fotosintesis yang optimal pada tanaman jambu mete muda (De Souza *et al.*, 2005), sehingga energi (glukosa) yang dihasilkan dapat mengoptimalkan pertumbuhan benih jambu mete hasil grafting.

Suhu dan kelembaban udara yang optimal akan mempertinggi pembentukan jaringan kalus, yang sangat diperlukan untuk keberhasilan grafting jambu mete. Pembentukan kalus pada umumnya akan berlangsung baik pada kisaran suhu udara 22 –

27 °C dengan kelembaban udara mendekati 100%. Penyambungan memerlukan kelembaban udara yang tinggi, bila kelembabannya rendah akan mengalami kekeringan, dan menghambat/menghalangi pembentukan kalus pada sambungan karena banyak sel-sel pada sambungan mati (Waard dan Zaubin, 1983).

KESIMPULAN

Naungan berpengaruh terhadap keberhasilan grafting jambu mete. Tingkat naungan terbaik untuk keberhasilan grafting jambu mete umur 90 HSP adalah 35% dengan tingkat keberhasilan grafting 90,00%, diameter batang 10,76 mm, tinggi tanaman 47,02 cm dan jumlah daun 11,37.

Diameter batang dan jumlah daun benih jambu mete hasil grafting semakin menurun dengan meningkatnya naungan dan sebaliknya tinggi tanaman semakin meningkat dengan meningkatnya naungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chaikiattayos, S. 1998. Integrated production practices of cashew in Thailand. Integrated production of cashew in Asia . FAO-Regional office for Asia and The Pacific. Bangkok. Thailand : 61-67
- Cruz P. 1997. Effect of shade on the growth and mineral nutrition of C₄ perennial grass under field conditions. *Plant and Soil* 188:227-237
- Daniel T. W, J.A. Helms and F.S. Baker, 1992. Prinsip-Prinsip Silvikultur (Terjemahan). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- De Souza, R. P., Ribeiro, R. V., Machado, E. C., Oliveira, R. F. and J.Silveira, J. A. G., 2005. Photosynthetic responses of young cashew plants to varying environmental conditions. *Pesq. agropec. bras.*, 40 (8) : 735-744.
- Dhalimi, A. 2003. Pengaruh intensitas cahaya dan jenis pembalut terhadap keberhasilan sambung pucuk jambu mete. *Buletin TRO XIV*(1):37-45.
- Ditjenbun. 2009. Statistik Perkebunan Indonesia 2008. Jambu mete. Ditjenbun Jakarta.
- Firman, C dan Ruskandi. 2009. Teknik pelaksanaan percobaan pengaruh naungan terhadap keberhasilan penyambungan tanaman jambu mete (*anacardium occidentale* L.). *Buletin Teknik Pertanian* 14(1): 27-30
- Hartmann, H.T., D.E. Kester and F.T Davies 1997. *Plant Propagation, Principles and Practice*. Sixth Edition. New Jersey, Practice Hall International Inc. 770 p.
- Kangde, L.L., Shibang and Shuisheng. 1998. Integrated production practices of cashew in China. Integrated production of cashew in Asia . FAO-Regional office for Asia and The Pacific. Bangkok. Thailand : 6-14

- Kramer P. J. and T. T. Kozlowski, 1979. Physiology of Woody Plants. Academic Press, Inc. Florida.
- Lay, M.M. 1998. Integrated production practices of cashew in Myanmar. Integrated production of cashew in Asia . FAO-Regional office for Asia and The Pacific. Bangkok. Thailand : 104-112
- Magboo, C.A.E. 1998. Integrated production practices of cashew in Philippines. Integrated production of cashew in Asia . FAO-Regional office for Asia and The Pacific. Bangkok. Thailand : 104-112
- Pushpalatha, P.B., Veeraraghavan, P.G., and Sitarama Rao, D. 1990, Flush grafting in cashew. *Cashew Bull.* 27: 9-12.
- Rao, E.V.V.B. 1998. Integrated Production of Cashew in India. In. Integr. Prod. Pract of Cashew in Asia. FAO-Reg. Off. for Asia and The Pacific. Bangkok, Thailand. p 15-25.
- Sagar, M. K.K.R. 2007. Propagation Studies In Cashew Nut (*Anacardium occidentale* L.) Under Mist House Conditions. Thesis Submitted to The University Of Agricultural Sciences, Dharwad. Department Of Horticulture College Of Agriculture, Dharwad University Of Agricultural Sciences, Dharwad. 73 pp
- Simanungkalit, T. 1977. Membangun Industri Mete Nasional Jangka Panjang. Sumbang Saran dan Masukkan dari Asosiasi Industri Mete (AIMI). AIMI. Ujung Pandang.
- Simarangkir B.D.A.S, 2000. Analisis Riap Dryobalanops lanceolata Burck pada Lebar Jalur yang Berbeda di Hutan Koleksi Universitas Mulawarman Lempake. Frontir Nomor 32. Kalimantan Timur.
- Smith, H. and H.J. Weidelt. 1975. Phytochrom and Photomorphogenesis and Intredution to The Photocontrol of Plant Development MC. Graw Hill Book Co. London.
- Soegito, A., Soemargono dan Rabin. 2002. Kompatibilitas antara batang bawah dan batang atas terhadap pertumbuhan mangga di daerah rendah basah. J. IlmuPertanian Farming 1(1):121-126
- Sugeng. 1996. Sambung samping (side grafting) merupakan langkah alternative untuk meningkatkan produksi jambu mete rakyat di D.I. Yogyakarta. Pros. Forum. Kom. Ilmiah. Komoditas Jambu Mete. Bogor 5-6 Maret 1996.
- Sundari, N.S.S. and Reddy, M.L.N., 2003, Influence of shade on success and growth of softwood grafts in cashew. *The Andhra Agric. J.* 50 (1&2): 83-85.
- Suryadi, R. 2010. Pengaruh sukrosa dan pengerodongan terhadap tingkat keberhasilan penyambungan jambu mete di lapangan pada musim kemarau. Bul. Littro. 21 (1): 1 - 7
- Sutiyoso, Yos., 1999. Pedoman Menanam Anggrek. P.D. Putra Kencana. Jakarta. Pp. 23.

- Taiz L and Zeiger E. 1991. *Plant Physiology*. Tokyo. The Benyamin/Cumming Publishing Company Inc. p: 219-247.
- Waard, P.W.F., DE and R. Zaubin. 1983. Callus formation during grafting of woody plants. *Abstract on Tropical Agriculture* 9(10):9-19.
- Wilsie, C.P., 1962. Crop adaptation and distribution. Iowa state Univ. Diterjemahkan oleh Bintoro, M.H. dan Wiroatmodjo. 1978. Adaptasi dan distribusi tanaman pertanian. Faktor-faktor lingkungan. Dep. Agronomi Fakultas Pertanian. IPB. Bogor. pp. 234.

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI ADOPSI TEKNOLOGI LADA DI KABUPATEN BELITUNG

Agus Wahyudi dan Abdul Muis Hasibuan

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri

Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

agus_w@lycos.com

(Diajukan tanggal 8 Desember 2010, diterima tanggal 16 Pebruari 2011)

ABSTRAK

Produktivitas lada di Kabupaten Belitung lebih rendah dibandingkan dengan potensi produksi dari varietas yang sudah dilepas karena belum diterapkannya teknologi budidaya anjuran lada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik usahatani lada serta faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi teknologi lada di Kabupaten Belitung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – Mei 2010 dengan melakukan survei terhadap 114 petani lada yang dipilih secara acak. Model persamaan struktural digunakan untuk melihat tingkat adopsi berikut faktor-faktor yang mempengaruhinya. Hasil analisis menunjukkan bahwa adopsi teknologi lada oleh petani sangat ditentukan oleh tingkat kemampuan petani yang diindikasikan oleh tingkat penghasilan petani (modal), tingkat pengetahuan petani (pendidikan, pelatihan dan aktivitas penyuluhan) serta pengalaman petani dalam mengelola usahatani lada. Akses petani terhadap teknologi dan ketersediaan sarana produksi tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat adopsi teknologi budidaya lada anjuran. Untuk meningkatkan adopsi teknologi diperlukan upaya dari pihak terkait untuk menyediakan media-media informasi mengenai teknologi lada dan introduksi benih unggul, pengembangan penangkar–penangkar benih unggul lada, introduksi teknologi pembuatan pupuk organik dan pestisida nabati, penguatan modal petani dan pengembangan kelompok tani.

Kata kunci: Lada, adopsi, teknologi, model persamaan struktural

ABSTRACT

The factors affecting pepper technology adoption in the District of Belitung. Pepper productivity in the District Belitung is still lower than the potential yield, because the smallholders have not adopted innovation like good agricultural practices. The objectives of this research were to analyze characteristic and the factors affecting pepper technology adoption in the District of Belitung. The research was conducted by surveying of 114 pepper farmers chosen randomizely. Structural equation models were used in this research used. Results showed that adoption of pepper technology by farmers is determined by level of farmers' ability indicated by farmer's income (capital), knowledge (education, training and extension activities) and experience. Farmers' access to technology and availability of production factors did not significantly affect the level of technology adoption of pepper good agricultural practices. To increase the adoption of technology, it is required some efforts from stakeholders like providing of media information about the technology and introduction of high yielding varieties, development of breeder seeds, introduction organic fertilizer and biopesticides, and empowered capital and development of farmers group.

Keywords: Pepper, adoption, technology, structural equation model

PENDAHULUAN

Lada merupakan salah satu komoditas dari kelompok rempah yang sangat penting sehingga komoditas ini dikenal dengan julukan “*king of spices*”. Indonesia sejak lama dikenal sebagai produsen lada dunia sehingga produk lada Indonesia sudah sangat dikenal di pasaran internasional sebagai lada terbaik. Jenis lada yang umum di perdagangan di pasar internasional

adalah lada hitam dan lada putih. Untuk kedua produk tersebut, lada Indonesia memiliki *brand* yang sudah dikenal luas yaitu *Lampung Black Pepper* untuk lada hitam dan *Muntok White Pepper* untuk lada putih.

Pada tahun 2007, Indonesia merupakan produsen lada terbesar ketiga di dunia setelah Vietnam dan India. Untuk lada hitam, Indonesia menempati urutan keempat setelah Vietnam, India dan Brazil, serta menempati peringkat kedua untuk

produksi lada putih setelah China. Dilihat dari sisi ekspor, Indonesia merupakan eksportir lada kedua terbesar setelah Vietnam. Untuk lada hitam berada di urutan ketiga dan lada putih di urutan kedua (Idris dan Haryanto, 2007).

Luas areal perkebunan lada Indonesia pada tahun 2010 mencapai 186.296 ha dengan produksi 84.218 ton dimana seluruhnya diusahakan oleh perkebunan rakyat. Dilihat dari sisi ekspor, pada tahun 2009, jumlah ekspor lada Indonesia adalah sebesar 50.642 ton dengan nilai US\$ 140.31 juta (Ditjenbun, 2010). Selama 10 tahun terakhir, kontribusi lada Indonesia di pasar dunia semakin menurun. Ekspor tertinggi terjadi pada tahun 2000 yaitu 63.938 ton (37% dari total ekspor dunia) terdiri dari 29.682 ton lada hitam (asal Lampung) dan 34.256 ton lada putih (asal Bangka-Belitung).

Penurunan produksi dan ekspor lada Indonesia dipengaruhi oleh beberapa faktor. Daras dan Pranowo (2009) menyebutkan bahwa penurunan produksi lada di wilayah Bangka Belitung setidaknya disebabkan oleh empat faktor yaitu: (1) fluktuasi harga lada sehingga petani enggan untuk memelihara tanaman saat harga rendah bahkan beralih pada komoditas lain; (2) serangan hama/penyakit; (3) dampak penambangan timah ilegal yang menyebabkan terjadi konversi lahan lada menjadi tambang serta perpindahan mata pencaharian pokok menjadi petambang; dan (4) pengembangan komoditas lain seperti karet dan kelapa sawit dimana lahan untuk tanaman lada diganti dengan tanaman karet dan kelapa sawit.

Irawati, *et al.*, (2006) menyebutkan bahwa penerapan paket teknologi budidaya lada ramah lingkungan yang terdiri dari penggunaan tiang panjat hidup, tanaman penutup tanah, pupuk organik dan anorganik, pestisida nabati dan teknik pemeliharaan lainnya dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas tanaman lada. Lebih jauh, Agustian dan Hutabarat (2007) menyebutkan bahwa penerapan teknologi dapat meningkatkan pendapatan petani. Teknologi budidaya lada belum diterapkan sepenuhnya oleh petani sehingga upaya diseminasi inovasi teknologi sangat diperlukan. Muis (2007) dan Manohara *et al.*, (2007) juga menyebutkan bahwa langkah-langkah operasional yang dapat diambil untuk mengatasi permasalahan rempah termasuk lada adalah penerapan *good agricultural practices* (GAP). Untuk menjembatani penerapan GAP lada dengan tradisi di tingkat

petani, maka diperlukan diseminasi atau alih teknologi yang efektif. Untuk itu, perlu dicari strategi agar GAP yang dihasilkan dari penelitian dapat diketahui dan diterapkan oleh petani.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi teknologi lada di tingkat petani untuk menentukan strategi diseminasi inovasi teknologi lada yang tepat.

BAHAN DAN METODE

Kerangka Pemikiran

Adopsi teknologi sangat diperlukan sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi usahatani. Koundouri *et al.* (2006) menyebutkan bahwa adopsi teknologi diperlukan sebagai alternatif yang lebih efisien untuk metode produksi yang sangat berisiko, sehingga adopsi teknologi dapat dijadikan sebagai sarana lindung nilai terhadap risiko produksi. Untuk mendukung keberhasilan adopsi teknologi, Saha *et al.* (1994) menyarankan bahwa adopsi teknologi walaupun mahal, dapat menyebabkan peningkatan output yang diharapkan perusahaan serta pengurangan risiko. Keputusan adopsi ditentukan oleh pendapatan yang diharapkan dan biaya teknologi, yang pada gilirannya tergantung pada jumlah dan kelengkapan informasi yang tersedia bagi produsen.

Agar teknologi baru diadopsi oleh petani, teknologi tersebut harus memberikan keuntungan bagi petani. Disamping itu, petani juga harus memiliki pengetahuan yang cukup mengenai teknologi tersebut sehingga mudah untuk diadopsi (Abdoulaye, 2002).

Olwande, *et al.*, (2009) menyebutkan bahwa umur, pendidikan, kredit, akses ke pasar pupuk dan potensi agro ekologi sangat mempengaruhi tingkat adopsi. Pentingnya peran pendidikan, penyuluhan, pengalaman petani dan akses terhadap kredit dalam menentukan tingkat adopsi teknologi oleh petani juga disampaikan oleh Bittinger (2010); Tiamiyu, *et al.*, (2009); Giroh, *et al.*, (2006). Weir and Knight (2000) menyebutkan bahwa petani yang berpendidikan lebih tinggi akan mengadopsi inovasi teknologi lebih awal dari petani yang tingkat pendidikannya rendah. Keberadaan kelembagaan di tingkat petani juga sangat mempengaruhi adopsi teknologi (Hoshide, 2002).

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Belitung, Propinsi Kepulauan Bangka Belitung pada bulan April–Mei 2010. Lokasi tersebut dipilih karena Kabupaten Belitung merupakan salah satu penghasil lada putih terbesar di Propinsi Kepulauan Bangka Belitung.

Sumber dan Analisis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara langsung dengan petani lada sebanyak 114 responden, yang dipilih secara acak. Sedangkan data sekunder dikumpulkan dari Dinas Pertanian dan Kehutanan Kabupaten Belitung, Direktorat Jenderal Perkebunan dan lain–lain.

Analisis data dilakukan dengan analisis deskriptif dan pendekatan Model Persamaan Struktural atau *Structural Equation Model (SEM)*. Untuk menyusun model SEM pada penelitian ini ditetapkan empat variabel laten dan 14 variabel manifest atau indikator (Tabel 1). Sedangkan bentuk hubungan antar variabel digambarkan dalam bentuk diagram lintas (*path diagram*) (Gambar 1).

Tabel 1. Peubah laten dan indikator model persamaan struktural adopsi teknologi lada

Table 1. Latent and manifest variable of structural equation modelling for pepper technology adoption

No	Variabel Laten	Variabel Indikator
1	Tingkat adopsi teknologi (ADOPSI)	1 Adopsi benih unggul (A1)
		2 Adopsi dosis pemupukan anjuran (A2)
		3 Adopsi pemeliharaan anjuran (A3)
		4 Adopsi pengolahan pascapanen anjuran (A4)
2	Kemampuan untuk menerapkan teknologi (KEMAMPUAN)	5 Tingkat penghasilan petani (B1)
		6 Tingkat pengetahuan petani (B2)
		7 Tingkat pengalaman petani (B3)
3	Akses terhadap teknologi (AKSES)	8 Aktivitas penyuluhan (C1)
		9 Akses informasi (C2)
		10 Peran kelompok tani untuk akses (C3)
4	Ketersediaan Saprodi (SAPRODI)	11 Ketersediaan benih (D1)
		12 Ketersediaan pupuk (D2)
		13 Ketersediaan pestisida (D3)
		14 Peran kelompok tani untuk saprodi (D4)

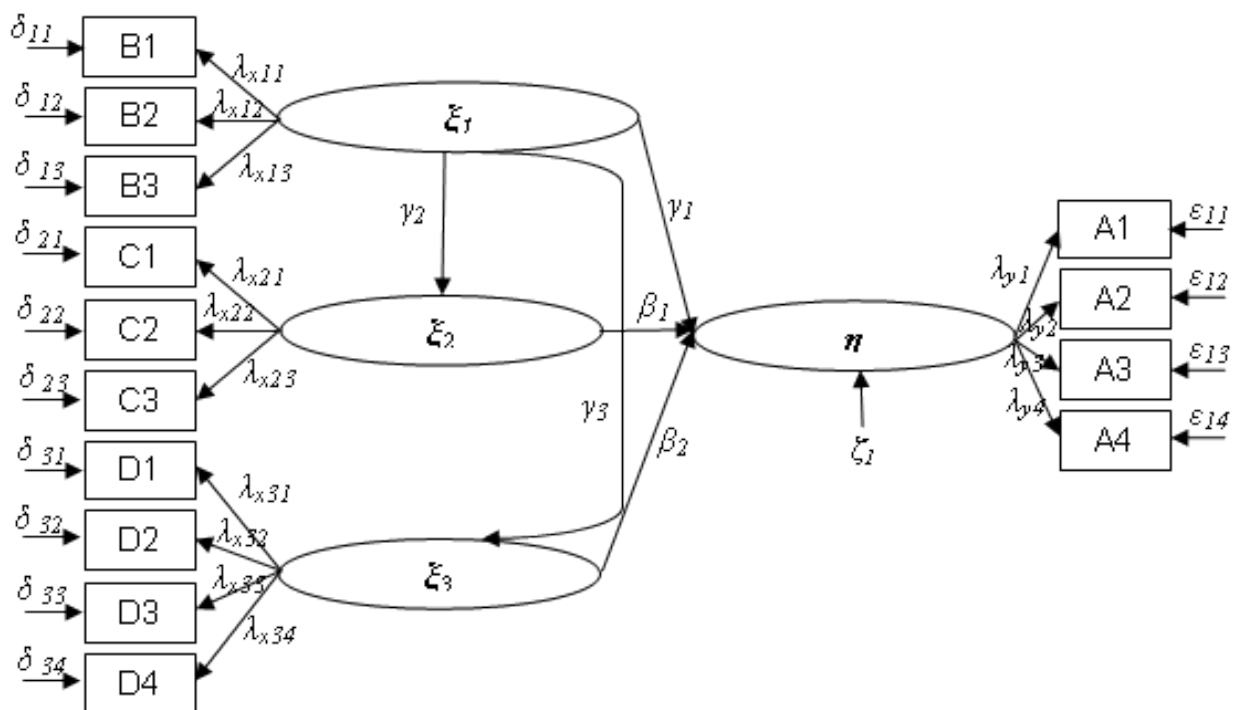


Diagram 1. Lintasan model persamaan struktural adopsi teknologi lada
Diagram 1. Path of structural equation modelling for pepper technology adoption

Secara matematis, formulasi model persamaan struktural dirumuskan sebagai berikut:

1. Model persamaan struktural

$$\eta = \gamma_1 \zeta_1 + \beta_1 \zeta_2 + \beta_2 \zeta_3 + \zeta_1 \dots (1)$$

2. Model pengukuran variabel laten eksogen

$$B1 = \lambda_{x11} \zeta_1 + \delta_{11} \dots (2)$$

$$B2 = \lambda_{x12} \zeta_1 + \delta_{12} \dots (3)$$

$$B3 = \lambda_{x13} \zeta_1 + \delta_{13} \dots (4)$$

$$C1 = \lambda_{x21} \zeta_2 + \delta_{21} \dots (5)$$

$$C2 = \lambda_{x22} \zeta_2 + \delta_{22} \dots (6)$$

$$C3 = \lambda_{x23} \zeta_2 + \delta_{23} \dots (7)$$

$$D1 = \lambda_{x31} \zeta_3 + \delta_{31} \dots (8)$$

$$D2 = \lambda_{x32} \zeta_3 + \delta_{32} \dots (9)$$

$$D3 = \lambda_{x33} \zeta_3 + \delta_{33} \dots (10)$$

$$D4 = \lambda_{x34} \zeta_3 + \delta_{34} \dots (11)$$

3. Model pengukuran variabel laten endogen

$$A1 = \lambda_{y1} \eta + \varepsilon_{11} \dots (12)$$

$$A2 = \lambda_{y2} \eta + \varepsilon_{12} \dots (13)$$

$$A3 = \lambda_{y3} \eta + \varepsilon_{13} \dots (14)$$

$$A4 = \lambda_{y4} \eta + \varepsilon_{14} \dots (15)$$

Dimana:

- η = Peubah laten endogen tingkat adopsi teknologi (ADOPSI)
- $\zeta_1, \dots, \zeta_3$ = Peubah laten eksogen kemampuan untuk menerapkan teknologi (KEMAMPUAN), akses terhadap teknologi (AKSES) dan ketersediaan Saprodi (SAPRODI)
- A1 = Variabel indikator adopsi benih unggul
- A2 = Variabel indikator adopsi dosis pemupukan anjuran
- A3 = Variabel indikator adopsi pemeliharaan anjuran
- A4 = Variabel indikator adopsi pengolahan pascapanen anjuran
- B1 = Variabel indikator tingkat penghasilan petani
- B2 = Variabel indikator tingkat pengetahuan petani
- B3 = Variabel indikator Tingkat pengalaman petani
- C1 = Variabel indikator aktivitas penyuluhan
- C2 = Variabel indikator akses informasi
- C3 = Variabel indikator peran kelompok tani untuk akses
- D1 = Variabel indikator ketersediaan benih
- D2 = Variabel indikator ketersediaan pupuk
- D3 = Variabel indikator ketersediaan pestisida
- D4 = Variabel indikator peran kelompok tani untuk saprodi
- λ_{yn} = Koefisien model pengukuran konstruk tingkat adopsi teknologi
- λ_{xmn} = Koefisien model pengukuran konstruk KEMAMPUAN, AKSES dan SAPRODI
- γ, β = Koefisien model persamaan structural
- $\zeta, \delta, \varepsilon$ = Komponen error

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran dan Karakteristik Responden

Survei untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi teknologi budidaya anjuran lada dilakukan terhadap petani lada di 4 dari 5 kecamatan yang ada di Kabupaten Belitung. Sebagian besar petani lada yang menjadi responden masih berada pada kisaran usia produktif (Tabel 2). Komposisi umur petani tersebut menunjukkan bahwa usahatani lada masih merupakan sumber mata pencaharian yang cukup menarik bagi tenaga kerja usia produktif di Kabupaten Belitung. Dalam kaitannya dengan peluang adopsi teknologi, kisaran usia 25–45 tahun diharapkan usia yang cukup matang dan rasional untuk introduksi dan difusi teknologi GAP lada kepada petani.

Tingkat pendidikan petani berpengaruh terhadap efektifitas dan jenis metode diseminasi teknologi kepada petani. Dari hasil survei yang dilakukan sebagian besar petani lada hanya mengenyam pendidikan SD–SMP. Rendahnya tingkat pendidikan petani tersebut merupakan suatu tantangan tersendiri dalam pemilihan metode diseminasi teknologi kepada petani. Namun, jumlah petani yang menempuh pendidikan di tingkat SMA dan Perguruan Tinggi yang jika diakumulasi sebesar 32 persen merupakan potensi yang sangat besar bagi upaya difusi teknologi GAP lada kepada petani di Bangka Belitung. Keberadaan petani dengan tingkat pendidikan yang lebih tinggi diharapkan mampu menjadi pembimbing bagi petani lain yang tingkat pendidikan dan pengetahuannya lebih rendah.

Seperti kondisi usahatani lada pada umumnya yang ada di Indonesia, luas kepemilikan lahan untuk usahatani lada di Bangka Belitung relatif sempit. Kondisi ini menggambarkan status pengusahaan lada di Indonesia yang didominasi oleh perkebunan rakyat dengan kepemilikan lahan yang cukup sempit. Skala usahatani yang kecil tersebut menempatkan petani pada posisi yang sulit terutama ketika terjadi gejolak harga lada dan juga serangan hama dan penyakit.

Dilihat dari sisi pengalaman, sebagian besar petani yang menjadi responden memiliki pengalaman yang cukup di bidang usahatani lada. Namun demikian, dalam mengelola usahatani ladanya, petani masih cenderung mengikuti pola tradisional yang diperoleh secara turun temurun.

Demikian juga dengan tingkat pendapatan dari usahatani lada, kontribusi pendapatan petani dari usahatani lada masih kurang.

Tabel 2. Sebaran dan karakteristik responden di kabupaten Belitung, tahun 2010

Table 2. Distribution and characteristics of responses in the district Belitung, 2010

No	Kategori	Persentase (%)
1	Sebaran Umur Petani	
	- Kurang dari 25 tahun	8,77
	- 25 – 45 tahun	65,79
	- Lebih dari 45 tahun	25,44
2	Sebaran Tingkat Pendidikan Petani	
	- Tidak Sekolah	1,75
	- SD – SMP	65,79
	- SMA	29,82
	- Perguruan Tinggi	2,64
3	Sebaran Kepemilikan Lahan Usahatani Lada	
	- Kurang dari 1 ha	13,16
	- 1 – 2 ha	63,16
	- Lebih dari 2 ha	23,68
4	Pengalaman Usahatani Lada	
	- Kurang dari 5 tahun	20,18
	- 5 – 10 tahun	35,09
	- Lebih dari 10 tahun	44,73
5	Pendapatan Usahatani Lada	
	- Kurang dari Rp. 1 juta/bulan	58,77
	- Rp. 1 – 4 juta/bulan	39,47
	- Lebih dari Rp. 4 juta/bulan	1,76

Tabel 3. Kelayakan model persamaan struktural adopsi teknologi lada

Table 3. Goodness of fit of structural equation model for pepper technology adoption

No	Kriteria Ukuran	Nilai Acuan	Hasil Uji	Keterangan
1	Chi Square (χ^2)	Sekecil mungkin	243,69	Tidak Fit
2	P-Value	$\geq 0,05$	0,0000	Tidak Fit
3	χ^2 / df	< 3	3,43	Tidak Fit
4	Goodness of Fit Index (GFI)	Mendekati 1	0,76	Tidak Fit
5	Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI)	Mendekati 1	0,65	Tidak Fit
6	Root Mean Square Error Approximation (RMSEA)	$\leq 0,08$	0,147	Tidak Fit

Kelayakan Model Persamaan Struktural

Hasil analisis menunjukkan bahwa model persamaan yang disusun dimana tingkat adopsi teknologi dipengaruhi oleh variabel laten kemampuan petani, akses terhadap teknologi serta ketersediaan saprodi belum cukup layak (Tabel 3). Ketidaklayakan model tersebut bisa disebabkan oleh kesalahan dalam membuat spesifikasi model atau probabilitas distribusi data yang kurang baik (Mulaik, *et al.*, 1989). Namun demikian, Sharma (1996) menyebutkan perlu dilakukan respesifikasi

untuk meningkatkan *goodness of fit* dari model. Untuk itu dilakukan penyesuaian terhadap model dengan membuang indikator yang tidak signifikan (Tabel 4).

Tabel 4. Hubungan variabel laten dengan variabel manifest pada model persamaan struktural awal

Table 4. Relationship of latent and manifest variabel of structural equation model

No	Variabel Laten	Indikator	Koefisien	T-Value	R ²
1	Adopsi	A1	0,84	-	0,70
		A2	-0,04	-0,39	0,0018
		A3	0,38	2,89*	0,14
		A4	0,37	2,82*	0,13
2	Kemampuan	B1	0,91	12,11*	0,84
		B2	0,87	11,29*	0,76
		B3	0,78	9,63*	0,61
3	Akses	C1	0,82	-	0,68
		C2	0,71	6,55*	0,50
		C3	0,56	5,39*	0,32
4	Saprodi	D1	0,58	-	0,33
		D2	0,91	6,57*	0,82
		D3	0,88	6,52*	0,77
		D4	0,66	4,85*	0,30

Tabel 5. Kelayakan model respesifikasi persamaan struktural adopsi teknologi lada

Table 5. Goodness of fit after respecification of structural equation model for pepper technology adoption

No	Kriteria Ukuran	Hasil Uji
1	Chi Square (χ^2)	140,27
2	P-Value	0,0000
3	χ^2 / df	2,550
4	Goodness of Fit Index (GFI)	0,84
5	Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI)	0,73
6	Root Mean Square Error Approximation (RMSEA)	0,117

Hasil analisis menunjukkan bahwa variabel manifest/indikator A2 yaitu adopsi dosis pemupukan anjuran tidak signifikan dalam menjelaskan tingkat adopsi teknologi pada taraf nyata 5 persen dengan koefisien jalur yang sangat kecil. Kondisi ini diduga terjadi karena adopsi dosis pemupukan mirip dengan pemeliharaan yang diwakili oleh variabel manifest A3 sehingga petani merpersepsikan bahwa adopsi pemupukan sudah termasuk dalam adopsi pemeliharaan lada. Sedangkan variabel manifest lain mampu menjelaskan variabel-variabel laten dengan sangat baik pada taraf nyata 5 persen. Oleh karena itu, dilakukan pemodelan ulang (respesifikasi) untuk meningkatkan kinerja model dengan menghilangkan koefisien jalur yang tidak nyata tersebut (Tabel 5).

Hasil respesifikasi model (Tabel 5) dapat dilihat bahwa modifikasi terhadap model awal menunjukkan terjadi penurunan nilai χ^2 yang sangat signifikan. Karena χ^2 merupakan ukuran yang sangat sensitif terhadap jumlah observasi, maka evaluasi alternatif yang digunakan adalah rasio antara χ^2 dengan derajat bebas (df) (Hoe, 2008). Kline (1998) menyarankan rasio yang lebih kecil dari 3 sehingga model yang digunakan cukup fit. Dengan demikian, nilai χ^2/df yang diperoleh sebesar 2,55 mengindikasikan bahwa model persamaan struktural adopsi teknologi lada cukup layak. Nilai GFI juga mengalami peningkatan dari 0,76 menjadi 0,84 setelah dilakukan respesifikasi model dengan pengurangan indikator. Hal ini sesuai dengan Sharma (1996) bahwa nilai GFI sangat dipengaruhi oleh jumlah sample dan indikator dalam model. Nilai GFI sebesar 0,84 mengindikasikan bahwa sebesar 84 persen dari varians dan covarians dapat dijelaskan oleh model.

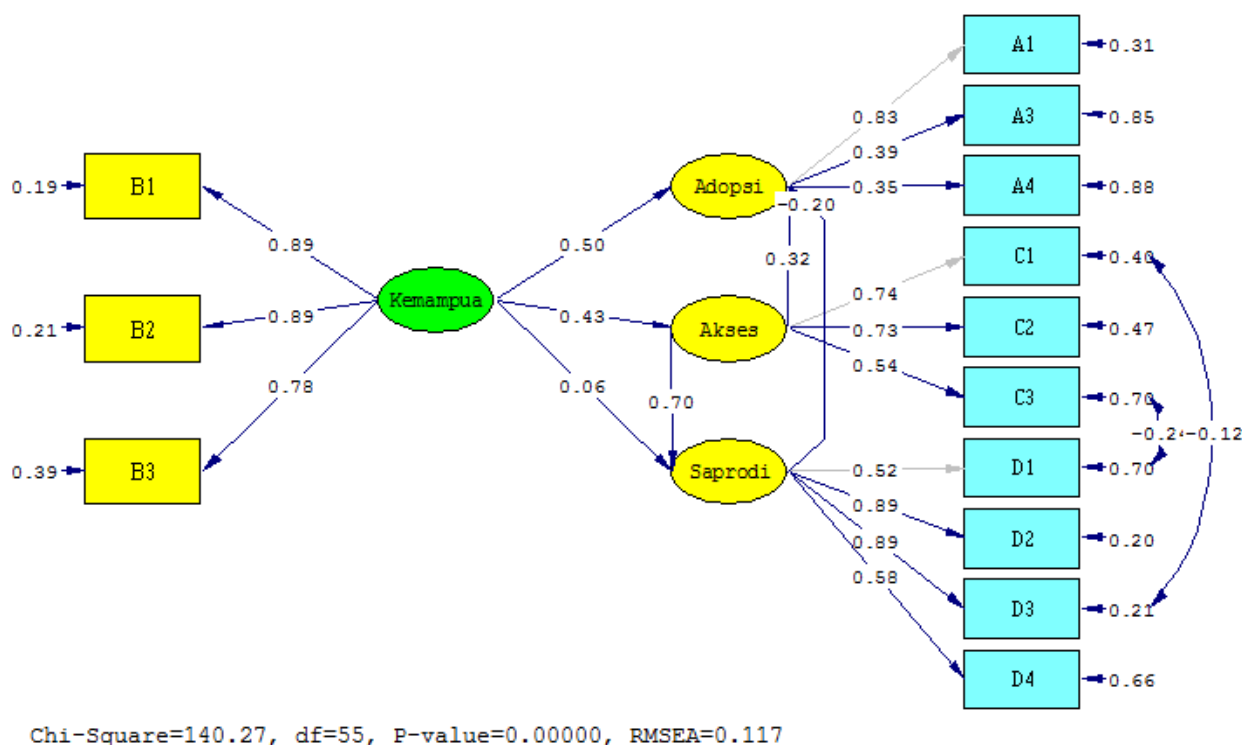
Model persamaan struktural hasil respesifikasi memenuhi beberapa kriteria

kebaiksuain terhadap model awal (Gambar 2). Hasil respesifikasi menunjukkan bahwa tingkat adopsi teknologi memiliki hubungan yang positif dengan tingkat kemampuan petani dan akses terhadap teknologi, namun berhubungan negatif ketersediaan sarana produksi. Jika dilihat signifikansinya, maka hanya tingkat kemampuan petani yang berpengaruh nyata terhadap tingkat adopsi teknologi lada oleh petani, sedangkan akses terhadap teknologi dan ketersediaan sarana produksi tidak berpengaruh nyata pada taraf nyata 5 persen (Tabel 6).

Tabel 6. Hubungan antar variabel laten model persamaan struktural

Table 6. Relationship between latent variables of structural equation model

No	Hubungan Antar Variabel Laten	Koefisien	T-Value
1	Kemampuan → Adopsi	0,50	4,19*
	Akses → Adopsi	0,32	1,57
	Saprodi → Adopsi	-0,20	-1,05
2	Kemampuan → Akses	0,43	3,74*
3	Akses → Saprodi	0,70	4,23*
	Kemampuan → Saprodi	0,056	0,55



Gambar 2. Model persamaan struktural adopsi teknologi lada di kabupaten Belitung
Figure 2. Structural equation model for pepper technology adoption in Belitung district

Faktor-Faktor Penentu

Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa tingkat adopsi terhadap benih unggul, pemeliharaan lada secara teratur dan pengolahan pascapanen menunjukkan bahwa penggunaan benih, pemeliharaan dan pengolahan pasca panen berpengaruh signifikan terhadap tingkat adopsi teknologi petani. Hal ini berarti petani memiliki persepsi bahwa adopsi teknologi lada petani ditentukan oleh tingkat adopsi benih unggul, teknik pemeliharaan dan pengolahan pascapanen.

Benih unggul bersertifikat sebagai indikator adopsi teknologi belum tersedia di lokasi penelitian dan responden belum mengetahui tentang keberadaan benih tersebut. Untuk itu, perlu dilakukan upaya pengembangan penangkar benih serta introduksi benih unggul kepada petani dengan membangun kebun percontohan. Pemeliharaan lada secara teratur juga dihadapkan pada kendala kelangkaan dan mahalannya harga pupuk dan pestisida. Kondisi ini sebenarnya dapat diatasi dengan introduksi teknologi penggunaan pupuk organik dan pestisida nabati yang berbasis sumberdaya lokal.

Tabel 7. Hubungan variabel laten dengan variabel manifest pada model persamaan struktural respesifikasi

Table 7. Relationship of latent with manifest variables after respecification in structural equation models

No	Variabel Laten	Indikator	Koefisien	T-Value	R ²
1	Adopsi	A1	0,83	-	0,69
		A3	0,39	2,89*	0,15
		A4	0,35	2,73*	0,12
2	Kemampuan	B1	0,89	11,98*	0,80
		B2	0,87	11,73*	0,79
		B3	0,78	9,67*	0,61
3	Akses	C1	0,74	-	0,58
		C2	0,73	6,73*	0,53
		C3	0,54	5,22*	0,29
4	Saprodi	D1	0,52	-	0,28
		D2	0,89	5,99*	0,80
		D3	0,89	5,94*	0,79
		D4	0,58	4,77*	0,34

Keterangan: *) Signifikan pada taraf 5 persen

Kemampuan menerapkan teknologi merupakan satu-satunya variabel laten yang berpengaruh sangat signifikan terhadap tingkat adopsi teknologi lada oleh petani. Kemampuan petani dalam menerapkan teknologi sangat dipengaruhi oleh tingkat penghasilan, pengetahuan terhadap teknologi serta pengalaman dalam budidaya lada pada taraf nyata 5 persen (Tabel 7). Kondisi ini terjadi karena kemampuan petani dalam

menerapkan teknologi terutama ditentukan oleh penguasaan modal petani dalam membiayai usahatani lada, sehingga ketersediaan modal terutama dari penghasilan petani memegang peranan yang sangat penting. Pelatihan, tingkat pendidikan serta kegiatan penyuluhan menjadi sarana utama yang sangat menentukan tingkat pengetahuan petani mengenai teknologi lada. Hal ini sesuai dengan pendapat Agustian dan Hutabarat (2007) menyebutkan tingkat penerapan teknologi petani yang mengikuti sekolah lapang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak mengikuti sekolah lapang. Sementara itu, keberadaan penyuluh dapat mendorong petani untuk mengadopsi teknologi (Pribadi, *et al.*, 2002). Pengalaman petani dalam mengelola usahatani lada menjadi indikator yang berpengaruh sangat signifikan untuk menentukan tingkat kemampuan petani.

Akses petani terhadap teknologi lada yang tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat adopsi disebabkan oleh minimnya akses petani terhadap informasi teknologi lada. Petani merasa sangat kurang mendapatkan informasi teknologi lada walaupun penyuluh dan lembaga penyuluhan sudah tersedia. Hal ini berarti, penyebaran informasi teknologi dari lembaga penghasil teknologi tidak berjalan efektif sampai kepada petani ataupun lembaga penyuluhan yang memiliki akses langsung kepada petani. Padahal dari hasil analisis menunjukkan bahwa keberadaan penyuluh dan aktifitas penyuluhan, akses terhadap sumber informasi serta keberadaan kelompok tani berpengaruh sangat signifikan terhadap akses petani terhadap teknologi anjuran lada. Ketersediaan sarana produksi tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat adopsi dan memiliki hubungan yang negatif. Kondisi ini disebabkan minimnya ketersediaan sarana produksi serta tingginya harga yang terjadi dalam jangka waktu yang relatif cukup lama.

Ketersediaan sarana produksi juga tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat adopsi teknologi lada karena ketersediaan sarana produksi sangat minim dan harga yang relatif tinggi, khususnya benih unggul bersertifikat dan pupuk bersubsidi. Namun jika dilihat faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan sarana produksi diketahui bahwa ketersediaan benih unggul, pupuk dan pestisida merupakan faktor kunci dalam penyediaan sarana produksi untuk kegiatan budidaya lada. Demikian juga dengan keberadaan

kelompok tani sangat penting artinya untuk membantu penyediaan sarana produksi lada.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Kesimpulan

Adopsi teknologi lada oleh petani sangat ditentukan oleh tingkat kemampuan petani yang diindikasikan oleh tingkat penghasilan petani (modal), tingkat pengetahuan petani (pendidikan, pelatihan dan aktivitas penyuluhan) serta pengalaman petani dalam mengelola usahatani lada.

Akses petani terhadap teknologi dan ketersediaan sarana produksi tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat adopsi teknologi budidaya lada anjuran.

Tingkat adopsi teknologi dalam budidaya lada dipersepsikan petani sebagai penggunaan benih unggul bersertifikat, pemeliharaan tanaman sesuai dengan anjuran serta pengolahan pascapanen lada yang secara mekanis.

Implikasi Kebijakan

Benih unggul memegang peranan yang sangat penting bagi keberhasilan usahatani lada, sehingga penggunaan benih unggul menjadi faktor yang sangat penting. Untuk itu, diperlukan upaya dari pihak Dinas Perkebunan setempat untuk melakukan introduksi benih unggul lada kepada petani. Untuk merangsang petani menggunakan benih unggul, perlu dibangun kebun percontohan yang menggunakan benih unggul di beberapa lokasi yang mudah diakses oleh petani. Untuk penyebaran benih unggul, diperlukan pengembangan penangkar-penangkar benih unggul lada.

Pemerintah sebaiknya dapat memfasilitasi petani untuk memanfaatkan program kredit usaha rakyat (KUR) untuk membantu permodalan usahatani lada. Selain itu, pemerintah setempat perlu mendorong pembentukan koperasi petani untuk mempermudah petani dalam mengakses saprotan dan pemasaran, bahkan sebagai penyedia modal bagi petani.

Pemerintah perlu menyelenggarakan pelatihan-pelatihan kepada petani seperti sekolah lapang dan mengintensifkan kegiatan penyuluhan terutama untuk meningkatkan pengetahuan petani mengenai teknologi anjuran budidaya lada.

Untuk mengatasi kelangkaan dan mahalanya harga pupuk dan pestisida, selain revitalisasi system distribusi pupuk dan pestisida, dapat dilakukan dengan penggunaan pupuk organik dan pestisida nabati yang berbasis pada sumberdaya lokal. Untuk itu, diperlukan intriduksi teknologi pembuatan pupuk organiikdan pestisida nabati kepada petani yang dapat dilakukan dengan pelatihan pembuatan pupuk organik dan pestisida nabati kepada petani/kelompok tani lada.

Penghasil teknologi (Balittri dan BPTP) dan pihak terkait seperti Direktorat Jenderal Perkebunan dan Dinas Perkebunan setempat diharapkan dapat menyediakan media-media informasi mengenai teknologi lada yang bisa diakses langsung dan mudah dimengerti oleh petani. Untuk peningkatan efektivitas penyampaian informasi teknologi tersebut, peran penyuluh dan lembaga penyuluhan serta kelompok tani perlu diperkuat untuk menyampaikan berbagai inovasi teknologi lada langsung kepada petani sekaligus melakukan program pemngawalan dan pengawasan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdoulaye, T.A. 2002. Farm Level Analysis of Agricultural Technological Change: Inorganic Fertilizer Use on Dryland in Western Niger. A Thesis Doctor of Philosophy. Graduate School, Purdue University.
- Agustian, A. dan B. Hutabarat. 2007. Analisis tingkat penerapan dan manfaat teknologi pengendalian hama terpadu (PHT) pada usahatani lada di provinsi Bangka Belitung. Dalam Prosiding Seminar Nasional "Dinamika Pembangunan Pertanian dan Pedesaan: Mencari Alternatif Arah Pengembangan Ekonomi Rakyat". Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.

- Bittinger, A.K. 2010. Crop Diversification and Technology Adoption: The Role of Market Isolation in Ethiopia. Thesis of Master of Science. Department of Agricultural Economics and Economics, Montana State University, Montana.
- Daras, U dan D. Pranowo. 2009. Kondisi kritis lada putih di Bangka Belitung dan alternatif pemulihannya. *Jurnal Litbang Pertanian* 28 (1): 1 – 6.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2010. Statistik Perkebunan Indonesia: Lada (*Piper nigrum* L.). Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Giroh, D.Y., M. Abubakar, F.E. Balogun, V. Wuranti and O.J. Ogbekor. 2006. Adoption of rubber quality innovations among smallholder rubber farmers in two farm settlements of Delta State, Nigeria. *Journal of Sustainable Development in Agriculture and Development* 2(1).
- Hoe, S.L. 2008. Issues and Procedures in Adopting Structural Equation Modeling Technique. *Journal of Applied Quantitative Methods* 3(1): 76 – 83.
- Hoshide, A.K. 2002. Impact of Technology Adoption: Comparing Returns to the Farming Sector in Maine Under Alternative Technology Regimes. Thesis of Master of Science. The Graduate School, The University of Maine.
- Idris, D.K.E dan N. Haryanto. 2007. Potensi dan masalah pemasaran lada. Prosiding Seminar Nasional Rempah. Bogor, Agustus 2006. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor.
- Irawati, A.F.C, Ahmadi dan Issukindarsyah. 2006. Pengkajian Budidaya Lada di Bangka Belitung. Makalah Seminar Nasional BPTP–UGM, Agustus 2006. <http://mti.ugm.ac.id/~brianadi/data/ana/budidaya.lada.babel.pdf>.
- Kline, R.B. 1998. Principles and Practice of Structural Equation Modeling. Guilford Press, New York.
- Kondouri, P., C. Nauges and V. Tzouvelekas. 2006. Endogenous technology adoption under production uncertainty. Theory and Application to Irrigation Technology. *American Journal of Agricultural Economics* 88(3): 657 – 670.
- Manohara, D., E. Hadipoentyanti, N. Bermawie, M. Hadad, EA dan M. Herman. 2007. Status Teknologi Tanaman Rempah. Prosiding Seminar Nasional Rempah. Bogor, Agustus 2006. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor.
- Muis, R. 2007. Kebijakan pengembangan rempah Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Rempah. Bogor, Agustus 2006. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor.
- Mulaik, S.A., L.R. James., J.V. Alstine. N. Bennett, S. Lind, and C.D. Stilwell. 1989. Evaluation of Goodness-of-Fit Indices for Structural Equation Models. *Psychological Bulletin* 105(3): 430 – 445.
- Olwande, J., G. Sikei, and M. Mathenge. 2009. Agricultural Technology Adoption: A Panel Analysis of Smallholder Farmers' Fertilizer use in Kenya. Contributed Paper Prepared for Presentation at the African Economic Research, Consortium Conference on Agriculture for Development, May 28th - 29th, Mombasa, Kenya.
- Pribadi, Y., A. Ratnawati, I.W. Rusastra dan S. Hartoyo. 2002. Analisis produksi dan faktor penentuan adopsi pola tanam Sawit Dupa pada usahatani di lahan pasang surut Kalimantan Selatan. *Forum Pascasarjana* 25 (3): 187 – 196.

- Saha, A., H.A. Love and R. Schwart. 1994. Adoption of emerging technologies under output uncertainty. *American Journal of Agricultural Economics* 76 (2): 408 – 415.
- Sharma, S. 1996. *Applied Multivariate Techniques*. John Wiley & Sons, Inc., Canada.
- Tiamiyu, S.A., J.O. Akintola and M.Y.Y. Rahji. 2009. Technology adoption and productivity difference among growers of new rice for Africa in Savanna Zone of Nigeria. *Tropicultura* 27(4): 193 – 197.
- Weir, S. and J. Knight. 2000. *Adoption and Diffusion of Agricultural Innovations in Ethiopia: The Role of Education*. CSAE Working Paper Series, Centre for the Study of African Economies, University of Oxford.

PERANAN TRICHODERMA DAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG PADA TANAMAN LADA

Khaerati, Kurnia Dewi Sasmita dan Rita Harni

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri

Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

era_kindly@yahoo.com

(Diajukan tanggal 10 Desember 2010, diterima tanggal 16 Pebruari 2011)

ABSTRAK

Penyakit busuk pangkal batang (BPB) merupakan penyakit utama pada tanaman lada yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici*. Penyakit ini sulit dikendalikan karena dapat bertahan dalam tanah tanpa tanaman inang. Tujuan Penelitian adalah mengetahui peranan mikroorganisme tanah untuk meningkatkan ketahanan terhadap penyakit BPB pada tanaman lada. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium dan Rumah Kaca Balittri. Metode penelitian adalah eksplorasi, isolasi dan pengujian mikroorganisme antagonis *Trichoderma* dan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) terhadap *P. capsici*. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 ulangan dan ukuran plot 3 tanaman. Perlakuan yang diuji adalah: (a). Kontrol-1 (tanpa mikroba antagonis dan *Phytophthora*), (b). Kontrol-2 (*Phytophthora* tanpa mikroba antagonis), (c). Isolat *Trichoderma* 1, (d). Isolat *Trichoderma* 2, (e). Isolat *Trichoderma* 1+ FMA; (f). Isolat *Trichoderma* 2+ FMA; (g). FMA. Pengamatan terdiri dari masa inkubasi, jumlah daun, tinggi bibit, diameter batang, berat basah dan kering akar, daun dan batang setelah panen serta intensitas serangan *P. capsici*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma* yang dikombinasikan dengan FMA dapat menekan penyakit busuk pangkal batang dan meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman lada (jumlah daun, jumlah ruas, berat kering daun, batang dan akar).

Kata Kunci: Lada, *Phytophthora capsici*, *Trichoderma*, dan FMA

ABSTRACT

The role of *Trichoderma* sp. and VAM in controlling of foot rot of black pepper. One of main diseases of black pepper is foot rot caused by *Phytophthora capsici*. The disease is difficult to be controlled because it can survive in soil. The aims of study are to know the role of soil microorganisms to improve resistance of black pepper to the disease. The experiment was conducted at laboratory and greenhouse of Balittri. Research methods used are exploration, isolation of antagonist microorganisms like *Trichoderma* sp. and Vesicular arbuscula mycorrhizae (VAM). Experimental design used is a randomized block design with 3 replicates and plot size of 5 plants. Treatments examined are: (a). Control-1 (without microbial antagonists and *Phytophthora*), (b). Control-2 (added *Phytophthora* without microbial antagonists), (c) *Trichoderma* Isolate 1, (d). *Trichoderma* Isolate 2, (e). *Trichoderma* Isolate 1 + VAM, (f). *Trichoderma* isolates 2 + VAM, (g). VAM. Observations made consist of rate of infection (the days *Phytophthora capsici* infection on pepper seedling), leaf number, seedling height, stem diameter, wet and dry weight of roots, leaves and stems after harvesting and intensity of attacks of *P. capsici*. Results showed that *Trichoderma* 1 and VAM can suppress foot rot and increase vegetative growth, so that they may be used in controlling of the disease.

Keywords: *Piper nigrum* L., *Phytophthora capsici*, *Trichoderma*, and VAM

PENDAHULUAN

Penyakit utama tanaman lada adalah penyakit busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici*. Kerusakan tanaman lada akibat penyakit BPB di Indonesia setiap tahunnya berkisar antara 10-15 % (Kasim, 1990), di Lampung pada tahun 1970 diperkirakan mencapai 52 % (Manohara, dkk 2006). Patogen penyebab BPB dapat bertahan hidup di dalam tanah dan sisa tanaman sakit sehingga berperan penting sebagai sumber inokulum primer.

Serangan *P. capsici* ditandai adanya bercak pada bagian tengah atau tepi daun, pinggir bercak bergerigi seperti renda, berwarna hitam yang akan nampak bila gejala masih segar. Biasanya daun-daun terinfeksi merupakan sumber inokulum bagi tangkai atau cabang yang berada di dekatnya. Tetesan air hujan yang jatuh ke tanah dapat membantu memindahkan propagul dari tanah ke daun sehingga memungkinkan terjadinya infeksi. Menurut Manohara dan Macmud (1986), infeksi pada daun terjadi 4-6 jam setelah diinokulasi dengan zoospora dan menimbulkan gejala berupa titik hitam setelah 18-20 jam inokulasi.

P. capsici dapat menyerang semua stadia tanaman, mulai dari pembibitan sampai tanaman produktif. Serangan yang paling membahayakan adalah pada pangkal batang atau akar, karena menyebabkan kematian tanaman dengan cepat. Pangkal batang yang terserang menjadi berwarna hitam, pada keadaan lembab akan nampak lendir berwarna kebiruan (Manohara, dkk 2006). Serangan pada akar, menyebabkan tanaman layu dan daun-daun menjadi berwarna kuning (Mulya, dkk 2003).

Pengendalian yang dilakukan petani pada umumnya menggunakan pestisida kimia. Penggunaan pestisida kimia akan berdampak negatif terhadap lingkungan seperti pencemaran air, tanah dan produk pertanian, disamping itu juga berakibat munculnya ras baru yang lebih tahan. Untuk itu perlu dicari alternatif pengendalian lain yang lebih ramah lingkungan yaitu dengan agensia hayati.

Agensia hayati yang telah dimanfaatkan untuk pengendalian penyakit BPB adalah *Trichoderma harzianum*. Agens hayati ini juga telah digunakan untuk mengendalikan patogen tanaman lain seperti genus *Fusarium*, *Rhizoctinia*, *Phyium*, *Colletetrichum*, dan *Scleretium*. *Trichoderma*

mempunyai kemampuan mengkoloni *rhizosfer* (permukaan akar) dengan cepat sehingga akar terlindung dari serangan jamur patogen. Mekanisme kerjanya bersifat spesifik target sehingga keberadaan mikroba non target tetap terjaga.

Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) adalah fungi yang bersimbiosis dengan akar tanaman yang dapat berfungsi sebagai biokontrol terhadap patogen akar karena kemampuan FMA dalam memenuhi nutrisi tanaman, memanfaatkan eksudat akar dalam kompetisi hara, dan memproduksi anti biotik. FMA bersifat sinergis dengan mikroorganisme lain yang menguntungkan tanaman. Sehingga bila dikombinasikan dengan agens hayati lain dapat berfungsi sebagai agens biokontrol dan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Tujuan penelitian adalah untuk melihat pengaruh *Trichoderma* dan FMA dalam pengendalian penyakit BPB pada lada.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di kebun percobaan (KP) Sukamulya, Lampung dan laboratorium Balittri, pada bulan Januari sampai Desember tahun 2010.

Eksplorasi agen antagonis dan *P. capsici* dilakukan di pertanaman lada di Sukamulya dan Lampung dengan menganbil tanah dan daun yang terserang *P. Capsici*.

Isolasi mikroorganisme antagonis dilakukan dengan cara pengenceran bertingkat. Sampel tanah sebanyak 10 g disuspensi ke dalam 90 ml akuades steril kemudian dipindahkan 1,0 ml ke dalam 9 ml akuades steril untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} , dilanjutkan sampai pengenceran 10^{-6} . Diambil 1 ml pada pengenceran 10^{-4} - 10^{-5} dimasukkan pada medium potato dektrosa agar (PDA), selanjutnya diratakan dan diinkubasi pada suhu ruang.

Phytophthora capsici diisolasi dari daun lada yang terserang, caranya dicuci dengan air mengalir sampai bersih, kemudian dipotong sepanjang 0,5-1 cm menggunakan gunting steril. Selanjutnya potongan daun disterilisasi menggunakan etanol 70%, sodium hypochlorite 4% dan terakhir etanol 70% masing-masing selama 1 menit, dan dicuci menggunakan air steril. Potongan daun yang sudah

disterilisasi ditanam pada media PDA dan diinkubasi pada suhu ruang.

Jamur yang tumbuh selanjutnya dimurnikan. Isolat antagonis yang diperoleh diseleksi daya antagonisnya terhadap *P. capsici* secara *in vitro*. Selanjutnya isolat terbaik dalam menekan pertumbuhan *P. capsici* di laboratorium di uji di rumah kaca. Sedangkan FMA diperoleh dari hasil perbanyakan tahun 2009.

Percobaan di rumah kaca menggunakan rancangan acak lengkap 7 perlakuan dengan 5 ulangan, masing-masing perlakuan ditanam 5 tanaman, perlakuannya adalah (a). Kontrol steril tanpa mikroba antagonis dan *Phytophthora*, (b). Kontrol + *Phytophthora* (tanpa mikroba antagonis), (c). Isolat *Trichoderma* 1, (d). Isolat *Trichoderma* 2, (e). Isolat *Trichoderma* 1+ FMA; (f). Isolat *Trichoderma* 2+ FMA; (g). FMA.

Bibit tanaman lada di tanam dalam pot yang berisi media yang mengandung tanah dan pupuk kandang steril, kemudian diinokulasi dengan 3 ml suspensi konidia *Phytophthora*. Selanjutnya tanaman diperlakukan dengan isolat antagonis sesuai perlakuan. Pengamatan dilakukan terhadap masa inkubasi, jumlah daun, tinggi bibit, diameter batang, berat basah dan kering akar, daun dan batang setelah panen serta persentase serangan *P. capsici*. Pemeliharaan tanaman lada disesuaikan dengan teknik budidaya tanaman lada.

Persentase serangan dihitung dengan rumus:

$$I = n / N \times 100\%$$

Keterangan :

- I : Persentase serangan
- n : Jumlah bibit yang terserang
- N : Jumlah seluruh bibit yang diamati.
- (Muthahanas dkk, 2007)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa gejala serangan mulai terlihat hari ke 5 setelah inokulasi, ditandai dengan pangkal batang bibit lada menjadi hitam, bila dicabut akarnya sudah habis, sehingga dapat dicabut dengan mudah. Tanaman mati 7 hari setelah inokulasi tetapi daun masih tampak hijau dan pada daun ditemukan bercak hitam bergerigi seperti renda. Hasil penelitian ini sedikit berbeda dengan yang dilaporkan Manohara, dkk (2006),

bahwa infeksi pada daun terjadi 4-6 jam setelah diinokulasi dengan zoospora dan menimbulkan gejala hitam setelah 18-20 jam diinokulasi. Hal ini terjadi karena virulensi isolat *P. capsici* yang digunakan berbeda. Untuk terjadinya suatu penyakit ada 3 hal utama yang harus ada yaitu isolat yang virulen, tanaman yang peka dan lingkungan yang menyokong.

Persentase Serangan PBB pada Tanaman Lada

Hasil penelitian terhadap persentase serangan *P. capsici* pada tanaman lada yang diperlakukan dengan *Trichoderma* dan FMA, menunjukkan persentase serangan yang rendah (Tabel 1), baik pada tanaman kontrol dengan *P. capsici*, maupun pada tanaman yang diperlakukan dengan *Trichoderma* dan FMA. Rendahnya persentase serangan penyakit karena virulensi isolat *P. capsici* yang rendah sehingga kejadian penyakit sulit terjadi. Menurut Purnomo (2010) virulensi patogen sangat menentukan untuk terjadinya suatu penyakit. Virulensi yang rendah akan menyebabkan kejadian penyakit lama dan sedikit.

Pemberian *Trichoderma* dan FMA baik tunggal maupun kombinasi menambah tanaman menjadi lebih sehat sehingga persentase penyakit nol atau tanaman tidak terserang oleh patogen (Tabel 1).

Menurut Irwanto (2006) *Trichoderma* akan menekan populasi jamur patogen dan mengembalikan keseimbangan alamiah di dalam tanah (tidak terjadi predominasi satu jenis organisme). *Trichoderma* yang diintroduksi ke tanah, akan tumbuh kecambah konidanya di sekitar perakaran tanaman. Dalam waktu yang singkat (sekitar tujuh hari) daerah perakaran tanaman, sudah didominasi oleh biofungisida tersebut yang bersifat mikroparasitik dan akan menekan populasi jamur patogen. Interaksi diawali dengan pelilitan hifanya terhadap jamur patogen yang akan membentuk struktur seperti kait yang disebut haustorium dan menusuk jamur patogen. Bersamaan dengan penusukan hifa, jamur itu mengeluarkan enzim yang akan menghancurkan dinding sel jamur patogen, seperti enzim kitinase dan b-1-3-glucanase, akibatnya, hifa jamur patogen akan rusak protoplasmanya keluar dan jamur akan mati. Secara bersamaan juga terjadi mekanisme antibiosis, keluarnya senyawa antifungi golongan

peptaibol dan senyawa furanon yang dihasilkan *Trichoderma* yang dapat menghambat pertumbuhan spora dan hifa jamur patogen.

Tanggapan Pemberian *Trichoderma sp* dan FMA terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Lada

Pemberian *Trichoderma sp* dan FMA pada percobaan ini lebih pada meningkatkan pertumbuhan dibanding sebagai agens biokontrol penyakit BPB (Tabel 2). Perlakuan *Trichoderma* yang dikombinasikan dengan FMA nyata meningkatkan jumlah daun dan jumlah ruas dibanding dengan perlakuan tunggal.

Perlakuan FMA dan *Trichoderma sp* 1 atau 2 secara nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman lada (Tabel 3) yaitu berat kering akar, batang dan daun. FMA dan *Trichoderma* dapat mempercepat pertumbuhan tanaman, karena kemampuan FMA

mengoloni akar sehingga akan merangsang pembentukan rambut-rambut akar. FMA melakukan simbiosis mutualisme dengan akar tanaman lada dengan cara menginfeksi. Proses infeksi dimulai dengan perkecambahan spora di dalam tanah. Hifa yang tumbuh melakukan penetrasi ke dalam akar dan berkembang di dalam korteks. Pada akar yang terinfeksi akan terbentuk arbuskul, vesikel intraseluler, hifa internal diantara sel-sel korteks dan hifa eksternal. Penetrasi hifa dan perkembangannya biasanya terjadi pada bagian yang masih mengalami proses diferensiasi dan proses pertumbuhan. Hifa berkembang tanpa merusak sel (Anas, 1997 dalam Octaviani, 2009). Sedangkan *Trichoderma* mempunyai kemampuan berkembang biak sangat cepat memproduksi hifa yang akan melilit atau membelit di sekeliling atau menyerang hifa jamur patogen.

Tabel 1. Pengaruh pemberian *Trichoderma sp* dan FMA terhadap tingkat serangan BPB pada tanaman Lada

Table 1. Effect of *Trichoderma sp* and VAM to the attack level of stem rot disease on pepper

No.	Perlakuan	Tingkat serangan (%)
1	T0(Kontrol)	13,33
2	T0+p(Kontrol)	13,33
3	T1	0,00
4	T2	6,67
5	FMA + T1	0,00
6	FMA + T2	0,00
7	FMA	0,00

Keterangan: (T0) = Kontrol steril tanpa mikroba antagonis dan Phytophthora.

(T0+P) = Kontrol + Phytophthora (tanpa mikroba antagonis)

(T1) = Isolat *Trichoderma* 1

(T2) = Isolat *Trichoderma* 2

(FMA + T1) = Isolat *Trichoderma* 1 + FMA

(FMA + T2) = Isolat *Trichoderma* 2 + FMA

(FMA) = Fungi Mikoriza Arbuskula

Tabel 2. Pengaruh pemberian *Trichoderma sp* dan FMA terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman lada umur 2 bulan setelah aplikasi

Table 2. Effect of *Trichoderma sp* and VAM to vegetative growth of pepper on 2 months age after application

No.	Perlakuan	Jumlah daun	Tinggi tanaman	Diameter batang	Jumlah Ruas
1	T0(Kontrol)	5,31 cd	20,87 b	0,38	4,20 d
2	T0+p(Kontrol)	5,20 d	22,40 ab	0,43	5,33 c
3	T1	6,73 bc	27,33 a	0,48	6,47 b
4	T2	5,62 cd	21,58 ab	0,40	5,68 bc
5	FMA + T1	9,40 a	26,27 ab	0,47	8,20 a
6	FMA + T2	6,87 bc	24,52 ab	0,47	6,33 b
7	FMA	7,20 b	25,07 ab	0,60	6,26 b

Keterangan: (T0) = Kontrol steril tanpa mikroba antagonis dan Phytophthora.

(T0+P) = Kontrol + Phytophthora (tanpa mikroba antagonis)

(T1) = Isolat *Trichoderma* 1

(T2) = Isolat *Trichoderma* 2

(FMA + T1) = Isolat *Trichoderma* 1 + FMA

(FMA + T2) = Isolat *Trichoderma* 2 + FMA

(FMA) = Fungi Mikoriza Arbuskula

Tabel 3. Pengaruh pemberian *Trichoderma sp* dan FMA terhadap berat tanaman lada umur 2 bulan setelah aplikasiTable 3. Effect of *Trichoderma sp* and VAM to the pepper weight on 2 months age after application

No.	Perlakuan	Berat segar (g)			Berat kering (g)		
		Akar	Batang	Daun	Akar	Batang	Daun
1	T0(Kontrol)	0,57 b	6,27 ab	5,03 c	0,19 b	0,92 b	0,98 b
2	T0+p(Kontrol)	0,77 b	7,43 ab	7,19 b	0,35 ab	1,14 b	1,14 b
3	T1	0,73 b	6,32 ab	6,10 b	0,16 b	1,19 ab	1,17 b
4	T2	0,57 b	5,28 b	4,89 c	0,13 b	0,97 b	1,04 b
5	FMA + T1	1,24 b	6,98 ab	8,45 a	0,24 b	1,24 ab	1,81 a
6	FMA + T2	3,06 a	8,78 a	8,14 a	0,67 a	1,61 a	1,76 a
7	FMA	1,26 b	7,55 ab	7,35a b	0,31 ab	1,36 ab	1,48ab

Keterangan: (T0) = Kontrol steril tanpa mikroba antagonis dan Phytophthora.

(T0+p) = Kontrol + Phytophthora (tanpa mikroba antagonis)

(T1) = Isolat *Trichoderma* 1(T2) = Isolat *Trichoderma* 2(FMA + T1) = Isolat *Trichoderma* 1 + FMA(FMA + T2) = Isolat *Trichoderma* 2 + FMA

(FMA) = Fungi Mikoriza Arbuskula

KESIMPULAN

Trichoderma yang dikombinasikan dengan FMA dapat menekan serangan *P. capsici* dan meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman (jumlah daun dan jumlah ruas serta berat kering daun, batang dan akar) lada.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas, I., 1997. Bioteknologi Tanah. Laboratorium Biologi Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Irwanto. 2006. Penilaian Kesehatan Hutan Tegakan Jati (*Tectona grandis*) dan Eucalyptus (*Eucalyptus pelita*) pada kawasan hutan Wanagama I. Tesis. UGM. Yogyakarta. http://naturehealthy.webs.com/kesehatan_hutan.pdf. akses desember 2010
- Kasim, 1990. Pengendalian penyakit busuk pangkal batang secara terpadu. Bull. Tanaman Industri 1:16-20.
- Manohara, D., dan M. Machmud. 1986. Proses infeksi *Phytophthora palmivora* (Butl.) pada daun lada (*Piper nigrum* L.). Pembr. LPTI 11:60-66.
- Manohara, D., P. Wahid., D. Wahyuno., Y. Nuryani., I. Mustika., I. W. Laba., Yuhono., A. M. Rivai dan Saefuddin. 2006. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri (Balittri). Sukabumi. Hal 31-35.
- Mulya, K., D. Manohara, dan D. Wahyuno, 2003. Status penyakit busuk pangkal batang lada di Bangka. Risalah Simposium Nasional Penelitian PHT Perkebunan Rakyat. Bogor, 17-18 September 2002.
- Muthahanas, I. dan M. Sarjan. 2007. Pemanfaatan Limbah Batang Tembakau Sebagai Pestisida Nabati dan Kompos Dalam Budidaya Beberapa Tanaman Sayuran. Proyek Peningkatan dan Pendapatan Petani Melalui Inovasi (P4MI) BPTP NTB. Available at <http://www.deptan.go.id/inisiatif/one/13/file> (Verified 30 November 2009).

Octavitani. N, 2009. Pemanfaatan cendawan Mikoriza Arbuskular (Cma) sebagai pupuk hayati untuk meningkatkan produksi pertanian.
<http://uwityangyoyo.wordpress.com>.
Akses 11 Desember 2010.

Purnomo.2010.http://purnomo.byethost16.com/epi_files/epi1.pdf. akses 11 Desember 2010.

PELUANG ADOPSI INOVASI BUDIDAYA GAMBIR DI SUMATERA BARAT

Dewi Listyati, Bedy Sudjarmoko dan Abdul Muis Hasibuan

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri

Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

dewi_listyati@yahoo.com

(Diajukan tanggal 15 Desember 2010, diterima tanggal 21 Pebruari 2011)

ABSTRAK

Gambir (*Uncaria gambir*, Roxb.) merupakan salah satu komoditas tradisional yang sebagian besar hasilnya diekspor sehingga perannya cukup penting baik sebagai penyumbang devisa, maupun sebagai sumber pendapatan daerah dan sumber pendapatan bagi petani di Propinsi Sumatera Barat. Permasalahan utama yang sampai saat ini belum terselesaikan adalah produktivitas tanaman dan mutu produk gambir yang dihasilkan masih rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peluang adopsi teknologi budidaya anjuran oleh petani gambir di Sumatera Barat. Penelitian dilaksanakan secara survei di Kabupaten Pesisir Selatan yang merupakan salah satu sentra gambir di Provinsi Sumatera Barat. Analisis data dilakukan dengan menggunakan model fungsi logit. Hasil penelitian mendapatkan bahwa umumnya petani belum menerapkan teknologi budidaya gambir sesuai anjuran. Sedangkan peluang petani untuk mengadopsi teknologi budidaya gambir sangat dipengaruhi oleh tingkat pendidikan petani, jumlah tanggungan keluarga, luas lahan usahatani, serta pendapatan dari usahatani gambir.

Kata kunci: Gambir, adopsi, teknologi

ABSTRACT

Adoption opportunity of technology innovation of gambier cultivation in West Sumatera. Gambier (Uncaria gambier, Roxb.) is a traditional commodity mostly exported. It is an important source incomes both farmers and local government of West Sumatera. The main problems faced having not been solved are low in yield and quality. The crop is mostly grown in small-scale growing areas and processed in the home industry with traditional management. This study aimed to investigate the adoption opportunities of innovation technologies in gambier cultivation by farmers in West Sumatra. A survey was conducted at South Coastal District, a center of gambier cultivation in West Sumatra Province. Data analysis was done using the model logit function. Results showed that most farmers did not apply technology innovation in growing the crop. The opportunity for farmers to adopt technologies gambier cultivation are strongly influenced by level of farmers' education, the number of family, farming areas, and their income from gambier cultivation.

Keywords: Gambier, adoption, adoption innovation

PENDAHULUAN

Gambir (*Uncaria gambier*, Roxb) merupakan komoditas tradisional yang sebagian besar hasilnya diekspor sehingga perannya cukup penting sebagai penyumbang devisa, maupun sebagai sumber pendapatan daerah dan sampai saat ini di Provinsi Sumatera Barat ada sebanyak ± 9.727 KK tani yang mengandalkan sebagai mata pencaharian. Gambir di Indonesia hanya dihasilkan dari beberapa daerah terutama wilayah Sumatera dengan luas areal sekitar 26.700 ha, yaitu di

Sumatera Barat 19.121 Ha, Provinsi Riau 5.112 ha, Sumatera Utara 1.387 ha, Sumatera Selatan 512 ha, dan Kepulauan Riau 355 ha. Kegunaan gambir yang dikenal di masyarakat sejak dahulu adalah sebagai ramuan makan sirih, dan kemudian dengan perkembangan teknologi kegunaan gambir semakin luas yaitu dapat digunakan sebagai astrigen, antiseptik, bahan pencampur kosmetika, penjernih air baku pabrik bir, pemberi rasa pahit pada bir, dan bahan penyamak kulit. Produknya diperdagangkan sebagai obat diare, disentri, obat kumur, sakit kulit, pewarna kain batik, pewarna

alami dan bahan baku pengikat warna industri cat dan industri kosmetik (Dalimi, 2006).

Komoditas gambir banyak dibutuhkan negara India, Srilangka, Banglades, China dan Jepang. Selain itu gambir Indonesia juga diekspor ke negara Pakistan, Philipina, Nepal, Malaysia dan beberapa negara Eropa. Volume dan nilai ekspor gambir Indonesia terus mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Pada tahun 2004 volume ekspor gambir olahan mencapai 6.398 ton dengan nilai US \$ 10.152.000, tahun 2005 ekspor gambir meningkat menjadi 7.203 ton dengan nilai US \$ 13.479.000 dan pada tahun 2006 volume ekspor 7.653 ton dengan nilai US\$ 13.761.000 (Ditjenbun, 2006). Akhir-akhir ini permintaan gambir semakin meningkat dengan berkembangnya industri tekstil, industri pewarna alami, industri kulit, industri farmasi/obat-obatan, kosmetik serta lainnya. Indonesia merupakan negara pengekspor ketiga untuk gambir mentah dan peringkat ketujuh untuk gambir olahan (Ditjenbun, 2008). Peran komoditas gambir menjadi sangat penting bagi perekonomian daerah Sumatera Barat yang merupakan sentra utama gambir di Indonesia, sehingga perlu perhatian khusus dari pemerintah daerah maupun pemerintah pusat (dalam hal ini Ditjenbun) agar pendapatan asli daerah serta kesejahteraan petani dapat lebih ditingkatkan lagi.

Pada umumnya usahatani gambir masih dikelola secara tradisional sehingga produksi dan mutu produk gambir yang dihasilkan masih sangat rendah. Meskipun sudah cukup banyak teknologi yang telah dihasilkan oleh perguruan tinggi, lembaga penelitian maupun swasta, hingga saat ini masalah rendahnya produktivitas tanaman dan mutu produk gambir yang dihasilkan masih menjadi permasalahan utama yang dihadapi petani gambir. Mutu gambir Indonesia di pasar internasional hanya masuk grade 2. Rendahnya mutu produk tersebut karena cara pengolahannya masih sangat tradisional, kurang memperhatikan kebersihan hasil olahan, dan kadar catechu tannatnya rendah karena terlarut dalam air pengepresan. Dampaknya adalah produksi sekaligus pendapatan yang diperoleh petani gambir masih sangat rendah. Walaupun kondisi usahatani sangat tidak optimal dengan produktivitas dan mutu hasil yang sangat rendah serta penerapan teknologi budidaya anjuran yang sangat minim, hasil penelitian Yuhono (2004) dan Ermiati (2004) melaporkan bahwa usahatani

gambir di Sumatera Barat layak untuk diusahakan. Perkembangan terakhir menunjukkan bahwa gambir juga telah diusahakan dalam jumlah yang terbatas di beberapa daerah lain seperti di Palupuh Kabupaten Agam, Tanah Datar dan Sawah Lunto Sijunjung. Secara bertahap beberapa daerah lain di Sumatera Barat mulai membudidayakan tanaman gambir karena melihat keuntungan ekonomis dari usaha ini. Hal ini mengindikasikan bahwa jika teknologi budidaya anjuran yang selama ini sudah dihasilkan dapat diterapkan, maka diprediksi produktivitas usahatani gambir dan juga mutu produk dapat ditingkatkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi peluang adopsi teknologi budidaya anjuran oleh petani gambir di Sumatera Barat. Informasi yang diperoleh dapat dijadikan sebagai bahan untuk menentukan metode diseminasi hasil penelitian kepada petani serta alternatif kebijakan yang dapat diterapkan untuk pengembangan usahatani gambir.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode survei pada petani gambir di Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat pada bulan Agustus–September 2009. Penentuan lokasi penelitian dilakukan secara *purposive* (sengaja) dengan pertimbangan lokasi tersebut merupakan sentra produksi gambir. Petani responden ditentukan secara *simple random sampling* (acak sederhana). Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil wawancara dengan menggunakan kuesioner berstruktur yang telah disiapkan. Sedangkan data sekunder dikumpulkan dari beberapa instansi terkait. Analisis data dilakukan dengan menggunakan model fungsi logit (Gujarati, 1997; Koutsoyiannis, 1997). Hubungan antara peluang dengan peubah-peubah yang digunakan dalam model dirumuskan dengan formula sebagai berikut:

$$\frac{\ln P_i}{1 - P_i} = \alpha + \sum_{j=1}^m \beta_j X_j + \sum_{k=1}^n \gamma_k D_k + e_i$$

dimana :

P_i	= peluang petani untuk mengadopsi teknologi gambir
X_1	= pendidikan petani (tahun)
X_2	= jumlah tanggungan keluarga (orang)
X_3	= pengalaman usahatani petani (tahun)
X_4	= luas lahan usahatani gambir (ha)
X_5	= umur tanaman gambir (tahun)
X_6	= produksi gambir (kg)
X_7	= pendapatan usahatani gambir (Rp)
X_8	= pendapatan dari luar usahatani gambir (Rp)
D_1	= dummy umur petani (tahun)
D_2	= dummy pekerjaan sampingan (tahun)
D_3	= dummy motif petani (ha)
β_j, γ_k	= koefisien regresi
α	= intersep
e	= galat baku

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Lokasi Penelitian

Sentra produksi gambir di Provinsi Sumatera Barat adalah di Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kabupaten Pesisir Selatan. Produksi gambir Sumatera Barat 69,65% dihasilkan dari Kabupaten Lima Puluh Kota, dan 23,82% dihasilkan di Kabupaten Pesisir Selatan, sedangkan yang sekitar 6,5% dihasilkan dari kabupaten lainnya yang tersebar di wilayah Propinsi Sumatera Barat.

Secara umum berbagai persyaratan tumbuh tanaman gambir terpenuhi di Propinsi Sumatera Barat sehingga wilayah ini menjadi sentra utama penghasil gambir di Indonesia. Tanaman gambir dapat tumbuh dan berproduktivitas baik pada kondisi lahan subur pada berbagai jenis tanah. Umumnya banyak dibudidayakan pada jenis tanah podsolik merah kuning sampai kecoklatan dengan pH tanah 4,8-5,5, topografi miring (maksimum 15%), datar, berombak, dengan drainase lancar. Ketinggian tempat sekitar 50-1100 m di atas permukaan laut. Tanaman ini memerlukan sebaran hujan merata sepanjang tahun sekitar 2500-3353 mm/tahun. Kisaran suhu 20°-40° C dengan kelembaban 70-85%. Pertanaman gambir tumbuh subur pada ruang terbuka dengan sedikit naungan dari pohon besar yaitu sekitar 8% (Ditjenbun, 2008). Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Selatan yang merupakan salah satu sentra penghasil gambir di Provinsi Sumatera Barat. Topografi wilayah Kabupaten Pesisir Selatan yaitu berbukit-bukit dengan ketinggian tempat antara 0-1000 m dari permukaan

laut dengan beragam jenis tanah yaitu organosol, latosol, andosol dan alluvial. Secara umum Kabupaten Pesisir Selatan beriklim tropis dengan temperatur bervariasi antara 23° C hingga 32° C disiang hari dan 20°-28° C di malam hari dengan curah hujan rata-rata 224,63 mm perbulan atau ±2695 mm/tahun. Dengan demikian tanaman gambir dapat tumbuh baik di Kabupaten Pesisir Selatan meskipun pada saat ini produktivitasnya masih rendah karena pengelolaannya masih secara tradisional. Sementara itu pangsa pasar gambir masih terbuka luas, sampai sekarang kuota permintaan gambir dari negara importir belum dapat terpenuhi, sehingga pengembangan komoditas ini mendapat perhatian khusus. Direktorat Jenderal Perkebunan melalui dana TP tahun 2008 mengembangkan gambir seluas 150 ha dan 2009 seluas 200 ha di Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat. Perkembangan komoditas ini cukup prospektif dan merupakan komoditas spesifik lokasi yang harus dipertahankan bahkan dikembangkan sehingga menjadi andalan bagi pemerintah daerah Kabupaten Pesisir Selatan dan petani. Komoditas ini cukup menarik minat petani bila dilihat dari menguatnya animo kelompok tani yang berniat mengembangkannya di lapangan. Akan tetapi menurut Ditjenbun (2010) pengembangan gambir di wilayah ini mengalami beberapa kendala terutama dalam hal penyediaan modal untuk restrukturisasi kelembagaan petani gambir, banyaknya tanaman yang tua dan rusak serta keterbatasan unit pengolah hasil gambir. Kabupaten Pesisir Selatan seharusnya lebih berkonsentrasi pada pengembangan komoditas ini mulai dari hulu sampai hilir. Kelembagaan petani harus lebih diperkuat dari berbagai aspek seperti legalisasi sampai dengan penguatan modal. Menguatnya kelembagaan petani secara langsung maupun tidak langsung akan memutus rantai tata niaga yang berbelit sehingga pendapatan petani gambir akan lebih baik karena dapat langsung berhubungan dengan eksportir.

Lokasi sentra pertanaman gambir berdasarkan luas areal per kabupaten di propinsi Sumatera Barat pada tahun 2009 (Tabel 1).

Pada tahun 2009 total luas areal tanaman gambir di Propinsi Sumatera Barat 28.326,50 ha dengan produksi 13.926,10 ton, yang diusahakan oleh 9.727 KK tani, dengan sentra utama di

Kabupaten Lima puluh kota dan Kabupaten Pesisir Selatan.

Penelitian ini dilaksanakan secara survey di kabupaten Pesisir Selatan dengan pertimbangan ketersediaan sumber daya penelitian dan kabupaten Pesisir Selatan merupakan sentra gambir ke dua setelah Kabupaten 50 kota di Provinsi Sumatera Barat. Ibu kota kabupaten Pesisir Selatan berada di Painan, jarak dari ibu kota provinsi (Padang) 77 km. Luas wilayah Kabupaten Pesisir Selatan 5.749,89 Km² yang terbagi menjadi sebelas kecamatan (Lunang Silaut, Basa IV Balaitapan, Pancung Soal, Linggo Sari Baganti, Ranah Pesisir, Lengayang, Sutera, Batang kapas, IV Jurai, Bayang, Koto XI Tarusan).

Lokasi penelitian yang ditentukan adalah Kecamatan Kota XI Terusan (Nagari Siguntur Muda) dan Kecamatan Sutera (Nagari Surantih) karena merupakan sentra utama gambir di wilayah tersebut. Gambir umumnya diusahakan oleh petani dalam skala kecil dan diolah dalam industri rumah tangga. Sistem pengusahaannya masih sangat sederhana, benih yang digunakan merupakan benih asalan tanpa perlakuan pemupukan, penyiangan, pengemburan dan pengendalian hama dan penyakit. produktivitas gambir juga masih sangat rendah.

Data primer penelitian diperoleh melalui wawancara dengan responden yang diambil dari kecamatan terpilih sebanyak 30 petani responden.

Deskripsi Petani Pesponden

Faktor umur dan pendidikan dapat berpengaruh terhadap kemampuan fisik maupun cara berpikir dan bertindak petani dalam merencanakan suatu kegiatan (Sumantri, *et al.*, 2004). Dari hasil wawancara dengan petani gambir yang terpilih sebagai responden menunjukkan petani responden yang berumur kurang dari 25 tahun ada sebanyak 3,57% yang umurnya antara 25-45 tahun sebanyak 42,86% sedangkan yang

berumur lebih dari 45 tahun persentasenya lebih besar yaitu 53,57%. Ada kemungkinan pemuda yang berminat menjadi petani gambir semakin sedikit bila dilihat dari persentase petani yang umurnya lebih dari 45 tahun jauh lebih banyak dibandingkan petani gambir yang umurnya kurang dari 25 tahun. Sedangkan ditinjau dari pendidikan formal petani, yang terbanyak adalah SD/SMP yaitu sebanyak 71,43%; sedangkan SMA/ sederajat 14,29%; perguruan tinggi 10,71% dan yang tidak sekolah ada 3,57%. Sebagian besar mereka sudah berpengalaman cukup lama dalam usahatani gambir yaitu yang pengalamannya antara 5-10 tahun sebanyak 46,43% dan yang lebih dari 10 tahun sebanyak 28,57% dan 25% responden pengalaman usahatannya masih kurang dari 5 tahun. Banyak sedikitnya pengalaman dalam berusahatani gambir tidak selalu berkaitan dengan umur petani karena latar belakang responden mengusahakan tanaman gambir tidak sama, ada yang karena turun temurun, harga gambir yang cukup menarik dan mudah menjualnya, tidak ada pekerjaan lain atau karena alasan yang lainnya.

Peluang Adopsi Teknologi Gambir

Hasil analisis memperlihatkan bahwa variabel bebas yang berpengaruh nyata terhadap peluang petani gambir untuk mengadopsi teknologi adalah pendidikan petani, jumlah tanggungan keluarga, luas lahan usahatani, pendapatan dari usahatani gambir, serta *variabel dummy* pekerjaan sampingan (Tabel 2).

Hasil uji nyata keseluruhan variabel dengan uji log-kemungkinan maksimum = - 52.0235 dan menghasilkan nilai G-hitung = 41.4260 nyata pada taraf $\alpha = 1\%$. Hal ini mengindikasikan bahwa sekurang-kurangnya terdapat satu variabel bebas yang berpengaruh nyata terhadap peluang petani gambir untuk mengadopsi teknologi.

Tabel 1. Luas tanaman, produksi dan produktivitas gambir Sumatera Barat menurut Kabupaten/Kota, 2009

Table 1. The planted area, production and productivity gambier West Sumatra by Regency / City, 2009

No	Kabupaten/Kota	Luas Tanam (ha)	Produksi (ton)	Produktivitas (kg/ha)
1	Agam	675	164	729
2	Pasaman	707	449,4	738
3	50 kota *)	19.906	9.699,5	767
4	Tanah Datar	-	-	-
5	Padang Pariaman	184	89,9	783
6	Solok	-	-	-
7	Pesisir Selatan *)	6.510,75	3.317,8	758
8	Sawahlunto/Sijunjung	84	46,7	718
9	Kota Padang	85,25	51,4	712
10	Kota Padang Panjang	-	-	-
11	Kota Payakumbuh	-	-	-
12	Kota Solok	-	-	-
13	Kota Sawahlunto	5	3,6	713
14	Kota Bukittinggi	-	-	-
15	Kota Pariaman	-	-	-
16	Kep. Mentawai	18	1,2	600
17	Solok Selatan	-	-	-
18	Pasaman Barat	151	102,6	733
19	Dharmas Raya	-	-	-
	Jumlah	28.326,50	13.926,1	

Sumber: Pemerintah Daerah Provinsi Sumatera Barat (2010)

Keterangan: *) Sentra utama gambir

Tabel 2. Hasil estimasi model peluang adopsi teknologi gambir di Sumatera Barat, 2009

Tables 2. The results estimated probability model of technology adoption in West Sumatra gambier, 2009

Variabel	Koefisien Estimasi	Simpangan baku	Z-stat	P	Odds Ratio
Konstanta	2.8722 *	1.2354	2.0124	0.0655	
Pendidikan	0.8927 **	0.5247	1.5846	0.0943	2.66
Tanggungan keluarga	- 0.7157 *	0.1890	- 3.8577	0.0010	- 0.42
Luas lahan	0.2511 **	0.0897	2.7220	0.0221	1.38
Pendapatan usahatani	1.5124E-09 **	7. 8253E-08	2.0217	0.0285	1.18
Pekerjaan sampingan	0.9456 ***	0.6251	1.6843	0.1026	2.71
Log-Likelihood = - 52.0235					
Test that all slopes are zero: G = 41.4260, DF = 5, P-Value = 0.0000					

Keterangan: * : nyata pada $\alpha = 1\%$
 ** : nyata pada $\alpha = 5\%$
 *** : nyata pada $\alpha = 10\%$

Pendidikan petani berpengaruh nyata positif pada $\alpha = 5\%$, menunjukkan bahwa petani gambir dengan tingkat pendidikan yang lebih tinggi maka peluangnya untuk mengadopsi teknologi gambir akan semakin besar. Fenomena ini dapat dijelaskan karena adopsi teknologi sangat dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan dan persepsi petani terhadap teknologi itu sendiri. Pembentukan pengetahuan dan persepsi seseorang sangat dipengaruhi oleh tingkat pendidikan formalnya (Aswanto, 2002; Stoner dan Freeman, 1989).

Disamping itu, dengan meningkatnya pendidikan petani maka akan membuka peluang untuk mendapatkan pekerjaan sampingan yang memberikan pendapatan lebih baik seperti guru, pegawai negeri, atau menjadi pedagang. Sedangkan petani dengan pendidikan yang lebih rendah hanya mempunyai kesempatan mendapatkan usaha sampingan dengan pendapatan yang lebih rendah, misalnya menjadi buruh tani atau nelayan. Hasil penelitian ini sejalan dengan fenomena yang dikemukakan Kemala (1999), bahwa faktor

pendidikan sangat berpengaruh positif terhadap adopsi teknologi oleh petani. Petani dengan pendidikan lebih tinggi akan lebih mudah mengadopsi teknologi baru sehingga memungkinkan produktifitas tanaman dan lahannya meningkat. Sedangkan nilai odds-ratio dari variabel pendidikan adalah sebesar 2.66 mengindikasikan bahwa petani yang berpendidikan lebih tinggi mempunyai peluang untuk mengadopsi teknologi 2.66 kali lebih besar dibanding petani yang berpendidikan lebih rendah.

Jumlah tanggungan keluarga memiliki koefisien parameter bertanda negatif nyata pada $\alpha = 1\%$. Koefisien parameter yang bertanda negatif tersebut mengindikasikan bahwa semakin banyak jumlah tanggungan keluarga maka peluang petani untuk mengadopsi teknologi akan semakin kecil. Jumlah tanggungan keluarga memang dapat menjadi motivasi untuk bekerja lebih keras, akan tetapi bisa juga menjadi beban bagi petani. Kebutuhan ekonomi yang makin tinggi dengan meningkatnya jumlah anggota keluarga akan menyebabkan kemampuan petani memikul biaya tambahan akibat penggunaan teknologi baru menjadi semakin kecil dan berkurang. Nilai odds-ratio dari variabel jumlah tanggungan keluarga adalah sebesar -0.42 mengindikasikan bahwa peluang petani yang memiliki jumlah tanggungan keluarga lebih banyak 0.42 kali lebih rendah dibanding petani yang memiliki jumlah tanggungan keluarga lebih kecil.

Luas lahan usahatani gambir berpengaruh nyata positif pada $\alpha = 5\%$, mengindikasikan bahwa petani dengan lahan yang lebih luas akan memiliki peluang mengadopsi teknologi yang lebih tinggi. Koefisien variabel yang bernilai positif memberi arti bahwa dengan bertambahnya luas lahan maka tingkat adopsi teknologi oleh petani akan semakin tinggi. Hal ini mudah dipahami sebab dengan lahan usahatani yang makin luas akan menambah jumlah tanaman yang dapat diusahakan oleh petani dengan kemungkinan hasil yang juga meningkat. Fenomena ini juga sesuai dengan tesis yang dikemukakan oleh Feder *et. al.* (1985) yang mengungkapkan bahwa harapan terhadap manfaat dan pendapatan dari sebuah inovasi menjadi salah satu faktor penentu tingkat adopsi teknologi. Sedangkan nilai odds-ratio dari variabel luas lahan usahatani adalah sebesar 1.38 mengindikasikan

bahwa petani yang memiliki lahan usahatani gambir lebih luas mempunyai peluang untuk mengadopsi teknologi 1.38 kali lebih besar dibanding petani yang memiliki lahan usahatani gambir lebih sempit.

Pendapatan petani dari kebun gambir juga berpengaruh nyata positif pada $\alpha = 5\%$. Hal ini mengindikasikan bahwa petani yang mempunyai pendapatan dari kebun gambir lebih tinggi akan memiliki peluang untuk mengadopsi teknologi yang lebih besar. Koefisien variabel dengan nilai positif memberi arti bahwa meningkatnya pendapatan dari kebun gambir akan meningkatkan adopsi teknologi. Fenomena ini terjadi karena sebagian besar dari pendapatan keluarga petani memang disumbangkan oleh pendapatan dari kebun gambir, sehingga bertambahnya pendapatan dari kebun gambir akan meningkatkan minat petani untuk memperbaiki usahatannya melalui teknologi yang lebih baik. Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian terdahulu yang telah dilakukan pada beberapa komoditas pertanian organik (Zulfikri, 2003).

Variabel dummy pekerjaan sampingan berpengaruh nyata positif pada $\alpha = 10\%$. Hal ini menunjukkan bahwa petani yang memiliki pekerjaan sampingan akan mempunyai peluang lebih besar untuk mengadopsi teknologi gambir. Hal ini dapat terjadi karena petani yang memiliki pekerjaan sampingan akan memiliki tambahan pendapatan disamping pendapatan pokok yang berasal dari usahatani gambir yang dapat digunakan sebagai modal yang diperlukan untuk adopsi teknologi gambir.

Dengan demikian petani tersebut akan mempunyai kemampuan untuk mengeluarkan biaya tambahan yang timbul akibat penggunaan teknologi baru. Disamping itu, petani yang memiliki pekerjaan sampingan, secara teoritis akan memiliki sumber informasi yang lebih luas dan beragam. Nilai odds-ratio sebesar 2.71 mengindikasikan bahwa petani yang memiliki pekerjaan sampingan akan mempunyai peluang untuk mengadopsi teknologi 2.71 kali lebih besar dibanding petani yang tidak memiliki pekerjaan sampingan.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Kesimpulan

Sebagian besar petani masih berumur produktif yaitu 25-45 tahun 42,86% dan yang lebih dari 45 tahun 53,57%. Pada umumnya tingkat pendidikan petani gambir di lokasi penelitian adalah setara SD/SMP. Rendahnya tingkat pendidikan ini merupakan salah satu faktor rendahnya tingkat adopsi teknologi oleh petani. Hasil analisis menunjukkan bahwa peluang adopsi teknologi oleh petani gambir sangat dipengaruhi oleh tingkat pendidikan petani, jumlah tanggungan keluarga, luas lahan usahatani, serta pendapatan dari usahatani gambir. Petani gambir yang memiliki pekerjaan sampingan, mempunyai peluang untuk mengadopsi teknologi lebih besar dibanding petani yang tidak memiliki pekerjaan sampingan.

Implikasi Kebijakan

Lemahnya adopsi teknologi sebagai akibat rendahnya tingkat pendidikan mengharuskan pelaksanaan diseminasi teknologi harus dilakukan secara lebih intensif dan mudah dipahami oleh petani. Untuk itu, peran penyuluh sangat diperlukan untuk menyebarkan informasi teknologi kepada petani termasuk dengan memberikan pelatihan dan sekolah lapang. Sedangkan rendahnya adopsi teknologi karena lemahnya permodalan petani gambir, dapat diatasi pemerintah dengan melakukan upaya penguatan permodalan petani gambir melalui pemberian insentif atau kredit kepada petani berupa bantuan permodalan. Bantuan permodalan sebaiknya diberikan dalam bentuk barang (sarana produksi) yang dibutuhkan oleh petani sehingga dapat langsung digunakan pada pertanaman gambir.

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan proses panen dan pengolahan yang cukup mahal dan berpotensi merusak lingkungan akibat penggunaan kayu bakar untuk proses pengolahan yang cukup banyak sehingga dapat merusak hutan di sekitar kebun dalam jangka panjang. Dengan demikian diperlukan penelitian/perekayasa teknologi panen dan pengolahan yang mudah, murah dan efisien serta ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswanto, 2002. Persepsi Masyarakat Desa Terhadap Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kemiskinan Desa Tertinggal. Fakultas Ilmu Sosial dan Politik. Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Dhalimi, A. 2006. Permasalahan gambir (*Uncaria gambir* L.) di Sumatera Barat dan alternatif penemecahannya. Perspektif 5(1): 46-49. Puslitbangbun.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2006. Statistik Perkebunan. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.
- Ditjenbun. 2008. Pedoman Teknis Budidaya Gambir. Direktorat Budidaya Tanaman Rempah dan Penyegar. Direktorat Jenderal Perkebunan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Ditjenbun. 2010. Komoditas Gambir Komoditas Idaman Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat. 28 juni 2010, <http://ditjenbun.deptan.go.id>
- Ermianti, 2004. Budidaya, Pengolahan Hasil dan Kelayakan Usahatani Gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) di Kabupaten 50 Kota. Buletin TRO XV(1): 50 – 64.
- Feder, R. G., R. E. Just, and D. Zilberman. 1985. Adoption of Agricultural Innovation in Developing Countries. A Survey. American Journal of Agricultural Economics 33: 255 – 298.
- Gujarati, D. 1997. Basic Econometrics. Second Edition. Mac Graw Hill Book Company. Singapura. 418 p.
- Kemala, S. 1999. Adopsi teknologi dan indeks pertanaman pola uahatani berbasis lada di Nangabulik, Kalimantan Tengah. Jurnal Penelitian Tanaman Industri. Vol. 4. No. 5. Januari 1999. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor. p. 158 – 162.

- Koutsoyiannis, A. 1997. Theory of Econometrics: An Introductory Exposition of Econometric Methods. Second Edition. The Macmillan Press Ltd. London.
- Pemerintah Daerah Provinsi Sumatera Barat. 2010. Situasi perkebunan rakyat tanaman gambir propinsi Sumatera Barat 2009. Diakses dari <http://203.130.196.151/~admin19/>
- Stoner, J. A. and R. Freeman. 1989. Management. 4th Edition. Prentice Hall Incorporation. Prentice Hall Incorporation. New Jersey.
- Sumantri, B.; B. S. Priyono dan M. Isonita. 2004. Analisis kelayakan financial usahatani lada (*Piper nigrum* L) di desa Kunduran Kecamatan Ulu Musi Kabupaten Lahat Sumatera Selatan. Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia 6(1): 32-42.
- Yuhono, J.T. 2004. Analisis Pendapatan Usahatani dan Pemasaran Gambir. Buletin TRO XV (2): 9 – 21.
- Zulfikri, 2003. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Tingkat Adopsi Teknologi Pertanian Organic. Studi Kasus Di Desa Air Bang Kecamatan Curup dan Desa Air Duku Kecamatan Seluku, Kabupaten Rejang Lebong. Fakultas Pertanian UNIB. Bengkulu.

VARIABILITAS GENETIK PLASMA NUTFAH LADA (*Piper nigrum* L.) BERDASARKAN MARKA *RANDOM AMPLIFIED* *POLYMORPHIC DNA*

Syafaruddin dan Cici Tresniawati

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
den_ovan@yahoo.com

(Diajukan tanggal 16 Desember 2010, diterima tanggal 21 Februari 2011)

ABSTRAK

Sebagai salah satu komoditas andalan penghasil devisa utama dalam kelompok rempah, seharusnya lada mendapatkan perhatian yang lebih dari semua elemen terkait. Untuk meningkatkan produksi lada Indonesia, maka diperlukan upaya-upaya untuk perbaikan, diantaranya dengan mencari varietas unggul yang berpotensi produksi tinggi dan tahan terhadap hama dan penyakit utama. Koleksi plasma nutfah lada di BALITTRI masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Sejauh ini data karakteristik dari semua aksesori yang ada masih didasarkan pada karakter morfologi. Pemanfaatan plasma nutfah dalam rangka perbaikan sifat-sifat agronomi dari aksesori-aksesori terpilih harus didasarkan pada determinasi genetik yang lebih akurat, sehingga penentuan individu tanaman sebagai material dalam perbaikan genetik dapat dilakukan dengan tepat. Penemuan teknik dalam memperoleh gen yang mengendalikan suatu karakter sebagai penanda atau marker molekuler, sangat membantu efektifitas maupun efisiensi dari pelaksanaan proses seleksi yang akan dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kekerabatan dan keragaman genetik koleksi plasma nutfah lada berdasarkan profil pita DNA menggunakan teknik *Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD)*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Molekuler BB-Biogen, Bogor mulai bulan Mei – Oktober 2009. Materi genetik yang digunakan adalah: Bengkayang, Chunuk, Petaling 1, Petaling 2, Natar 1, Natar 2, LDK RS, No. 23, No. 22, No. 19, No. 16, LDK KP, Kuching, Belantung, LDL, Jambi, No. 20 dan No. 32 serta dua nomor lada hibrida dengan menggunakan 25 primer. Lingkup kegiatan meliputi pengumpulan semua koleksi plasma nutfah lada (18 aksesori) ditambah dua nomor lada hibrida. Dilanjutkan dengan kegiatan di Laboratorium dengan tahapan-tahapan kegiatan seperti: Ekstraksi dan Purifikasi DNA, *Loading* dan *running* produk PCR dan Analisis RAPD serta analisis data. Hasil penelitian menunjukkan dari 25 primer yang diuji, diperoleh 20 primer yang memberikan pita DNA, dua diantaranya monomorfisme. Ada satu primer spesifik yang menunjukkan pola pita khusus pada lada Chunuk (OPE-09), dan dari 20 aksesori lada yang diuji menunjukkan dua kelompok dengan variasi genetik yang cukup tinggi.

Kata kunci: *Piper nigrum* L., variabilitas, varietas unggul, hibrida dan RAPD

ABSTRACT

Genetic variability of black pepper (*Piper nigrum* L.) germplasm based on random amplified polymorphic DNA (RAPD) marker. Black pepper (*Piper nigrum* L.) is an important commodity in the spice crops group and should get more attention of all institution to improve productivity. Indonesian pepper is still low in yields caused by low quality of genetic materials. It has not been yet found a superior variety, and its cultivation system did not follow the standard operating procedure as well. Genetic improvement can be done by using germplasm based on genetic determination by molecular approaching in breeding program. Contrivance of technique to find gene which is controlling characters as a molecular marker is very usefull in the selection. The objective of the study was to find out the black pepper genetic variability based on DNA band profile using RAPD technique. This study was expected to provide information of black pepper breeding in the next future. The experiment was conducted at Molecular Biology Laboratory of Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development (BB-BIOGEN), Bogor from May to October 2009. Results showed that as many as 20 primers of 25 primers evaluated shows banding pattern, 18 polymorphis and 2 monomorphism. One primer shows very specifik on banding pattern of Chunuk, namely OPE-09, those of 20 accessions of black pepper analyzed shows two groups with high variation. The results indicated that there were much genetic differences among black pepper germplasms.

Keywords: *Piper nigrum* L., variability, superior variety, hybrid and RAPD

PENDAHULUAN

Lada (*Piper nigrum* L.) merupakan salah satu komoditas andalan penghasil devisa utama dalam kelompok rempah. Ekspor lada pada tahun 2007 mencapai 68.727 ton dengan nilai 221 juta US \$ (Ditjenbun, 2009). Sedangkan tahun 2003 volume ekspor lada Indonesia menurun menjadi 51.546 ton dengan nilai US \$ 93.445. Luas areal pertanaman 204.128 ha dengan produksi sebesar 90.644 ton. Daerah sentra produksi lada adalah Bangka-Belitung, Lampung dan Kalimantan Timur. Hampir seluruhnya areal pertanaman lada merupakan perkebunan rakyat yang melibatkan ratusan ribu kepala keluarga (Ditjenbun, 2010). Ekspor lada menempati urutan ke enam setelah tanaman karet, kelapa sawit, kopi, kakao dan kelapa.

Rata-rata produksi lada Indonesia masih tergolong sangat rendah yaitu hanya 820,20 kg/ha. Rendahnya produktivitas lada ini disebabkan karena rendahnya mutu genetik tanaman, belum adanya varietas unggul dan budidaya yang diterapkan belum sempurna antara lain penanggulangan serangan penyakit yaitu penyakit busuk pangkal batang (BPB). Kerusakan yang disebabkan oleh BPB dapat menurunkan produksi 15-25% atau setara dengan 25 milyar rupiah per tahun. Penyakit ini sudah tersebar diberbagai sentra produksi antara lain di Lampung, Kalimantan dan Bangka dan merupakan penyakit yang paling ditakuti petani, karena menyebabkan kematian tanaman dalam waktu singkat. Penyakit BPB disebabkan oleh jamur *Phytophthora capsici*, patogen dapat menyerang seluruh bagian tanaman lada, tapi yang paling membahayakan adalah pada pangkal batang dan akar, sehingga gejala awal sulit diketahui (Nuryani *et al.*, 1996). Gejala diketahui setelah serangan lanjut dan biasanya tidak bisa lagi ditanggulangi.

Sebagai komoditas rempah yang terus dibutuhkan oleh masyarakat dunia, maka perlu diperhatikan rencana dan usaha pengembangannya. Untuk meningkatkan produksi lada Indonesia, harus dilakukan berbagai cara, diantaranya dengan melakukan perakitan varietas unggul yang memiliki potensi produksi tinggi dan tahan terhadap hama dan penyakit. Secara konvensional, peluang untuk mendapatkan varietas unggul tersebut dapat ditempuh antara lain dengan menyilangkan tetua-

tetua yang memiliki karakter produksi tinggi, sehingga keragaman genetik yang dihasilkan dari kombinasi persilangan tersebut diharapkan adalah nomor-nomor hibrida yang mempunyai karakter seperti yang diinginkan.

Koleksi plasma nutfah di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri berjumlah 52 aksesori, 19 aksesori diantaranya telah dilakukan karakterisasi morfologi (Meynarti *et al.*, 2007) serta telah dimanfaatkan dalam program pemuliaan tanaman lada. Dalam program pemuliaan secara konvensional, seleksi didasarkan atas pemilihan tanaman untuk satu atau beberapa penampakan (fenotipa) dari karakter yang menjadi target perbaikan, baik secara individu maupun populasi tanaman. Karakter-karakter yang ditargetkan dalam seleksi tersebut diantaranya produksi, mutu hasil, dan toleransi/ketahanan terhadap hama dan penyakit. Penampakan dari suatu karakter ditentukan oleh faktor genetik dan faktor lingkungan, bahkan bisa juga ditentukan oleh interaksi antara kedua faktor tersebut. Dengan demikian, pemilihan tanaman yang didasarkan atas fenotipa ini memiliki beberapa kelemahan atau kekurangan, terutama bila karakter tersebut lebih dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Dalam program pemuliaan secara konvensional, strategi untuk evaluasi keragaman genetik dilakukan melalui pendekatan anatomi, morfologi dan fisiologi (Mahapetra *et al.*, 1995). Sekarang ini pendekatan tersebut telah dilengkapi dengan teknik molekuler, sehingga memungkinkan diperolehnya suatu marka gen yang mengendalikan karakter target dengan cepat dan akurat. Hal ini sangat membantu efektifitas maupun efisiensi dari pelaksanaan proses seleksi yang akan dilakukan dalam program pemuliaan tanaman (Gupta *et al.*, 2002). Perkembangan marka molekuler telah terbukti dapat memfasilitasi penelitian dalam bidang ilmu seperti taksonomi, ekologi, genetika dan pemuliaan tanaman.

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan yang mampu mendukung akselerasi kemajuan dari seleksi untuk mendapatkan karakter yang diinginkan, berbagai metoda seleksi juga berkembang, antara lain adalah seleksi dilakukan pada tingkat gametofit dan sporofit (Ottaviano dan Sari-Gorla, 1993), seleksi secara *in vitro* (Wenzel dan Foroughi-Webr, 1993), dan tingkat molekuler (Arus dan Morino-Gonzales, 1993).

Pemanfaatan plasma nutfah dalam rangka perbaikan sifat-sifat agronomi dari aksesori-aksesori terpilih harus didasarkan pada determinasi genetik yang lebih akurat, sehingga penentuan individu tanaman sebagai material dalam perbaikan genetik dapat dilakukan dengan tepat. Penanda molekuler yang sering digunakan dalam kegiatan analisis keragaman genetik atau untuk estimasi variabilitas genetik adalah melalui marka genetik menggunakan analisis *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD) (Cheng *et al.*, 1998a; 1998b; 1998c; Syafaruddin, 1998a; 1998b; Welsh dan Mc Clelland, 1990; Williams *et al.*, 1990). RAPD adalah penanda berbasis PCR (*Polymerase Chain Reaction*) dengan menggunakan 10 basa primer acak. Penanda RAPD yang dikembangkan oleh Williams, *et al.* (1990) merupakan teknik yang lebih cepat, lebih mudah dan lebih murah dibandingkan dengan teknik molekuler lainnya.

Teknik RAPD tidak memerlukan pelacak DNA atau informasi mengenai sekuens DNA yang dilacak. Prosedurnya sederhana dan mudah dalam hal preparasi, dapat dilakukan secara maksimal untuk sampel dalam jumlah banyak, jumlah DNA yang diperlukan relatif sedikit, dan pengerjaannya tidak menggunakan senyawa radioaktif (Karp *et al.*, 1996). Teknik RAPD menggunakan primer acak maupun spesifik telah terbukti dapat digunakan sebagai penanda molekuler untuk berbagai karakter agronomis penting. Pemakaian marka molekuler RAPD banyak digunakan untuk menyusun kekerabatan beberapa individu dalam spesies maupun kekerabatan antar spesies. Identifikasi tingkat kekerabatan ini dapat dijadikan rujukan dalam pemuliaan persilangan untuk mendapatkan keragaman yang tinggi dari hasil suatu persilangan (Maftuchah, 2001). Pada tanaman tahunan RAPD dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi seleksi awal.

Penanda molekuler menggunakan teknik RAPD dihasilkan melalui amplifikasi DNA melalui PCR. Hasil reaksi PCR berupa potongan-potongan DNA yang dapat dengan mudah dipisahkan melalui teknik elektroforesis dapat dilihat dalam bentuk pita-pita DNA dalam berbagai ukuran (Williams, *et al.*, 1990). Sedangkan beberapa penelitian tentang optimasi isolasi DNA dan protokol untuk PCR-RAPD juga telah dilakukan untuk tanaman aromatik dan obat-obatan serta tanaman endemik

(Padmalatha and Prasad, 2006; Tridjatkiko 2006; Sahasrabudhe dan Deodhar, 2010).

Bermawie *et al.*, (2007), telah melakukan evaluasi keragaman genetik dan hubungan kekerabatan plasma nutfah lada berdasarkan RAPD, tetapi hasil yang diperoleh kurang representatif. Disamping karena primer yang digunakan hanya 6 primer (random primer), berhasil tidaknya teknik ini lebih ditentukan oleh kesesuaian primer dan optimasi proses PCR. Primer yang tidak spesifik dapat menyebabkan teramplifikasinya daerah lain dalam genom yang tidak dijadikan sasaran atau sebaliknya tidak ada daerah genom yang teramplifikasi. Optimasi PCR juga diperlukan untuk menghasilkan karakter yang diinginkan. Optimasi ini menyangkut suhu denaturasi dan *annealing* DNA dalam mesin PCR. Suhu denaturasi yang rendah dapat menyebabkan belum terbukanya DNA utas ganda sehingga tidak dimungkinkan terjadinya polimerisasi DNA baru.

Proses penempelan primer pada utas DNA yang sudah terbuka memerlukan suhu optimum, sebab suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan amplifikasi tidak terjadi atau sebaliknya suhu yang terlalu rendah menyebabkan primer menempel pada sisi lain genom yang bukan sisi homolognya; akibatnya dapat teramplifikasi banyak daerah tidak spesifik dalam genom tersebut. Suhu penempelan (*annealing*) ini ditentukan berdasarkan primer yang digunakan yang dipengaruhi oleh panjang dan komposisi primer (Rybicky, 1996). Menurut Subandiyah (2006), kegagalan dalam PCR sering disebabkan karena proses denaturasi yang tidak sempurna. Suhu yang diprogramkan biasanya 95°C selama 30 detik atau 97°C selama 15 detik. Sedangkan Ardiana (2009), menyatakan bahwa untuk DNA yang mengandung G+C tinggi, suhu perlu dinaikkan atau waktu denaturasi diperpanjang tetapi tidak terlalu lama dan suhunya tidak terlalu tinggi karena akan merusak enzim Taq D-pol yang umumnya mempunyai waktu paruh 40 menit pada 95°C.

Hal tersebut di atas mendasari untuk diadakan penelitian ulang yang mengarah kepada tujuan seperti yang diharapkan yaitu untuk mengetahui keragaman genetik plasma nutfah lada dan mengidentifikasi kultivar lada berdasarkan penanda RAPD yang selanjutnya dapat dipakai sebagai dasar penentuan tetua secara tepat dalam rangka program pemuliaan (hibridisasi) untuk

perakitan varietas unggul lada dengan beberapa karakteristik yang diinginkan berdasarkan penanda molekuler, misalnya untuk karakter produksi tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerabatan dan keragaman genetik koleksi plasma nutfah lada berdasarkan profil pita DNA menggunakan teknik RAPD. Hasil penelitian diharapkan akan dapat digunakan sebagai informasi dasar dalam program pemuliaan tanaman lada selanjutnya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Molekuler, BB-Biogen, Bogor mulai bulan Mei – Oktober 2009. Materi genetik yang digunakan dalam penelitian ini adalah 18 koleksi plasma nutfah lada (Bengkayang, Chunuk, Petaling 1, Petaling 2, Natar 1, Natar 2, LDK RS, No. 23, No. 22, No. 19, No. 16 LDK KP, Kuching, Belantung, LDL, Jambi, No. 20 dan No. 32) serta dua nomor lada hibrida dengan menggunakan 26 primer.

Lingkup kegiatan penelitian ini dimulai dari pengumpulan semua koleksi plasma nutfah lada (18 aksesori) ditambah dua nomor lada hibrida. Dilanjutkan dengan kegiatan di Laboratorium dengan tahapan-tahapan kegiatan seperti:

Ekstraksi dan Purifikasi DNA

DNA diekstraksi dari daun muda (0,3 g) untuk setiap aksesori plasma nutfah lada menurut metode Orozco-Castillo *et al.* (1994) yang dimodifikasi dengan penambahan antioksidan polyvinilpolypirrolidone (PVPP) dan mercaptoethanol dicampurkan pada saat penggerusan dengan menggunakan mortar steril, gerusan daun dimasukkan ke dalam tabung eppendorf 2 ml, tambahkan buffer ekstraksi CTAB sebanyak 400 µl, vortex selama 2-3 menit, disentrifuge sebentar. Inkubasikan dalam air hangat selama ($\pm 60^{\circ}\text{C}$) selama 10 menit. Untuk purifikasi DNA dilakukan dengan menambahkan 300 µl campuran chloroform:isoamilalkohol (24:1). Vortex sampai rata, disentrifuge pada kecepatan 15000 rpm pada suhu 25°C selama 10 menit, pindahkan supernatan ke dalam tabung eppendorf yang baru menggunakan pipet, tambahkan Isopropanol 300 µl dan goyang perlahan sampai

rata, sentrifuge selama 20 menit dengan kecepatan 15000 rpm pada temperatur 4°C . Buang supernatan, endapan DNA dicuci dengan 70% etanol sebanyak dua kali, disentrifuge selama 5 menit pada kecepatan 15000 rpm dengan suhu 4°C , cairan etanol dibuang dan pelet DNA dikeringanginkan, lalu dilarutkan dalam 50 µL bufer TE (10mM Tris-HCL, 1mM EDTA, pH 7,5) dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 1 jam dan ditambahkan 1 µL RNase A (10 mg/mL). DNA disimpan dalam refrigerator sampai siap digunakan.

Loading dan Running Produk PCR dan Analisis RAPD

PCR dibuat dengan volume 20 µL yang mengandung 50 ng DNA dari setiap aksesori, 10 pmoles primer DNA (0,4 µM), 10 nM setiap dNTP, 1 U *Taq* polimerase (Pomega) dan 2,5 µL *Taq* polimerase 10x bufer Promega (500 mM KCL, 15 mM MgCl_2 , 100 mM Tris-HCl pH 9,0). Primer dekamer dari *Operon Technologies* (Alameda, CA) akan digunakan dalam percobaan ini. Campuran reaksi PCR contoh dalam tabung eppendorf selanjutnya dilapisi dengan 1 tetes minyak mineral. Reaksi amplifikasi DNA dilakukan menggunakan *Thermolyne II Thermal Cycler*, dengan kondisi PCR sebagai berikut: satu siklus 3 menit pada suhu 94°C , dan diikuti dengan 45 siklus selama 1 menit pada suhu 94°C (denaturasi), 1 menit pada suhu 37°C (annealing), 2 menit pada suhu 72°C (ekstensi). Seluruh produk amplifikasi DNA dilengkapi dengan ekstensi selama 1 menit pada suhu 72°C . Setelah amplifikasi, produknya kemudian dielektroforesis pada konsentrasi agarose 1,5%, konsentrasi ethidium 0,005% (pada buffer) dan 0,00625% (pada agar), larutan 1x TBE buffer dan dialirkan pada tegangan listrik 121 Volt selama 3-4 jam. Hasil elektroforesis difoto menggunakan BIO-RAD Gel DocTM EQ.

Analisis Data

Data yang diperoleh berdasarkan hasil *scoring* pita amplifikasi dengan klasifikasi “1” bila terdapat pita hasil amplifikasi, dan “0” bila tidak terdapat pita hasil amplifikasi. Data kemudian dianalisis dengan program NTSYS-pc (*Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, Version 2.10*) by Rohlf (2000). Jarak genetik digunakan untuk analisis kluster menggunakan metode

UPGMA (*unweighted pair-group with arithmetic average*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi dan Purifikasi DNA

Proses ekstraksi DNA mengalami beberapa kesulitan dikarenakan banyak sekali senyawa fenol yang sangat mengganggu pada saat proses isolasi DNA. Senyawa polifenol merupakan kontaminan yang mengganggu dan sering menyebabkan kegagalan isolasi dan pemurnian DNA. Hal seperti ini sering ditemui pada tanaman lain, diantaranya tanaman manggis (Mansyah *et al.*, 2003), gambir (Fauza *et al.*, 2007) dan kemiri sunan (Syafaruddin dan Santoso, 2011). Kontaminan yang tercampur pada DNA dapat menghambat reaksi amplifikasi, sehingga kuantitas dan kualitas DNA yang dihasilkan menjadi sangat rendah. Namun demikian, permasalahan di atas berhasil diatasi dengan cara melakukan penambahan RNase dan pemurnian berulang-ulang, sehingga amplifikasi DNA dapat dilakukan dan dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

DNA berkualitas tinggi yang akan didapat dalam suatu ekstraksi DNA merupakan satu kaidah dasar yang harus dipenuhi dalam studi molekuler, terutama dalam penandaan sidik jari DNA. *Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide* (CTAB) merupakan metode yang umum digunakan dalam ekstraksi DNA tanaman yang banyak mengandung polisakarida dan senyawa polifenol (Lumaret *et al.*, 1998; Jose dan Usha, 2000). Ada tiga langkah utama dalam ekstraksi DNA, yaitu perusakan dinding sel (lisis), pemisahan DNA dari bahan padat seperti selulosa dan protein, serta pemurnian DNA (Nicholl, 1993; Surzycki, 2000).

Primer dan Tingkat Polimorfisme

Berdasarkan 25 primer PCR-RAPD yang digunakan untuk mengamplifikasi sebanyak 20 sampel lada terlihat bahwa ada 20 primer yang memberikan pita DNA atau memberikan produk amplifikasi (Tabel 1) 18 diantaranya menunjukkan adanya polimorfisme dan dua primer menunjukkan monomorfis (primer OPG-18 dan OPS-09). Terdapat pola pita dan ukuran yang beragam

dimana jumlah pita yang dihasilkan bervariasi antara 1-8 pita dan berukuran antara 100-2000 bp. Untuk tanaman perkebunan lainnya, seperti karet menghasilkan antara 5-11 fragmen per primer (Nurhaim-Haris *et al.*, 1998). Demikian juga analisis RAPD pada DNA kopi menghasilkan 1-7 fragmen dan DNA kakao menghasilkan 2-8 fragmen per primer (Toruan-Mathius & Hutabarat, 1996; Toruan-Mathius *et al.*, 1997). Sedangkan pada analisis RAPD tanaman kelapa diperoleh antara 4-10 fragmen DNA per primer (Matondang *et al.*, 2001) atau rata-rata 11 fragmen per primer (Roslim *et al.*, 2003).

Ada lima primer yang tidak menghasilkan pita DNA, yaitu OPA-02, OPB-10, OPH-02, OPH-07 dan OPF-01. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh tidak adanya sekuen komplementer pada DNA genom atau hanya ada satu untai yang mengandung sekuen komplementer dengan primer tersebut. Seperti yang diungkapkan oleh William *et al.*, (1990), bahwa salah satu syarat utama terjadinya amplifikasi DNA dengan satu primer acak adalah jika primer tersebut mempunyai urutan basa nukleotida yang komplementer dengan kedua untai DNA genom pada posisi yang berlawanan. Nurhaimi dan Darussmin (1997), mengatakan bahwa amplifikasi DNA tidak terjadi apabila komplemen urutan basa nukleotida DNA cetakan terdapat pada jarak yang jauh. Amplifikasi DNA dengan PCR akan terjadi apabila komplemen basa primer dengan urutan basa DNA cetakan jaraknya tidak melebihi 5000 bp.

Analisis PCR

Hasil isolasi DNA terhadap 20 nomor koleksi plasma nutfah lada berdasarkan pembacaan gel hasil elektroforesis dengan menggunakan primer OPB-17 terlihat pada Gambar 1.

Selain itu terdapat satu pita spesifik yang ditunjukkan oleh OPE-09 yang dapat mengidentifikasi pola pita Chunuk (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa OPE-09 mampu mendeteksi pola pita Chunuk yang memang mempunyai karakter morfologi yang sangat kuat perbedaannya diantara aksesi plasma nutfah lada yang diuji.

Tabel 1. Nama primer dan sekuen nukleotida yang digunakan untuk PCR-RAPD serta informasi polimorfisme

Table 1. Primer name and nucleotide sequence used for PCR-RAPD and polymorphism information

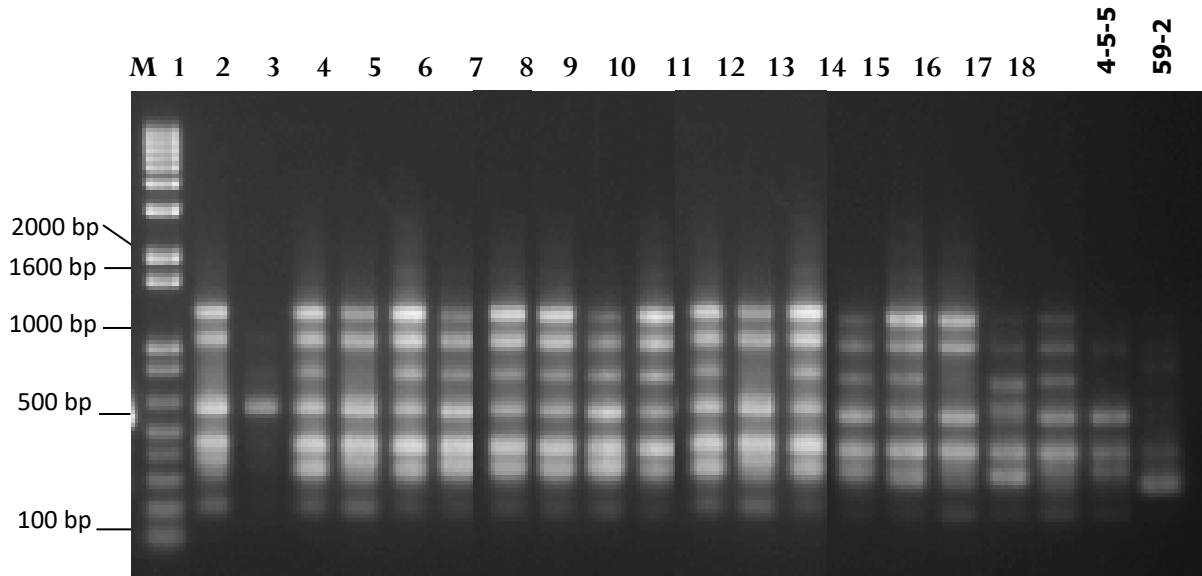
No.	Nama Primer	Sekuen (5' – 3')	Polimorfisme	Jumlah pita
1.	OPA-02	TGCCGAGCTG	-	Tidak keluar pita
2.	OPB-04	GGA CTGGAGT	Polimorfis	1-5
3.	OPB-10	CTGCTGGGAC	-	Tidak keluar pita
4.	OPB-17	AGGGAACGAG	Polimorfis	2-7
5.	OPC-03	GGGGGTCTTT	Polimorfis	2-6
6.	OPC-20	ACTTCGCCAC	Polimorfis	1-4
7.	OPD-16	AGGGCGTAAG	Polimorfis	5-8
8.	OPE-09	CTTCACCCGA	Polimorfis	2-6
9.	OPF-13	GGCTGCAGAA	Polimorfis	2-6
10.	OPG-18	GGCTCATGTG	Monomorfis	3
11.	OPH-02	TCGGACGTGA	-	Tidak keluar pita
12.	OPH-04	GGAAGTCGCC	Polimorfis	3-5
13.	OPH-07	CTGCATCGTG	-	Tidak keluar pita
14.	OPF-01	ACGGATCCTG	-	Tidak keluar pita
15.	OPH-10	CCTACGTCAG	Polimorfis	3-6
16.	OPH-14	ACCAGGTTGG	Polimorfis	2-4
17.	OPH-17	CACTCTCCTC	Polimorfis	2-6
18.	OPJ-20	AAGCGGCCTC	Polimorfis	3-4
19.	OPM-12	GGGACGTTGG	Polimorfis	3-6
20.	OPM-15	GACCTACCAC	Polimorfis	3-6
21.	OPN-16	AAGCGACCTG	Polimorfis	3-5
22.	OPN-06	GAGACGCACA	Polimorfis	2-4
23.	OPN-20	GGTGCTCCGT	Polimorfis	1-6
24.	OPN-15	CAGCGACCTG	Polimorfis	1-5
25.	OPS-09	TCCTGGTCCC	Monomorfis	3

Hasil analisis kekerabatan terhadap 20 sampel lada dengan program NTSys 2.1 memperlihatkan adanya variasi genetik yang cukup tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu (Bermawie *et al.*, 2007). Pada koefisien 90%, 20 aksesi lada tersebut mengelompok menjadi dua, dimana kelompok yang pertama terdiri dari 18 individu dan kelompok dua terdiri dari dua individu yaitu sampel nomor 19 (4-5-5) dan 20 (59-2) dimana keduanya adalah lada hibrida (Gambar 3).

Pada kelompok pertama, di antara 18 individu lada juga menunjukkan adanya variasi genetik sehingga individu-individu tersebut memungkinkan untuk digunakan sebagai materi genetik dalam program pemuliaan tanaman lada, terutama untuk persilangan antar individu yang punya latar belakang genetik cukup jauh, misalnya individu nomor 1 dan 18, sehingga upaya untuk peningkatan keragaman genetik dapat dilakukan. Demikian juga pada tanaman perkebunan lain, seperti Pandin (2010), mengatakan hubungan kekerabatan antara kelapa Dalam Mapanget (DMT) dan Dalam Tenga (DTA) cukup jauh (52%),

sehingga jika perbaikan sifat dilakukan melalui persilangan antara kedua populasi tersebut akan sangat memberikan harapan untuk memperoleh hasil persilangan yang membawa karakter-karakter yang diharapkan, yaitu melalui efek heterosis yang tinggi.

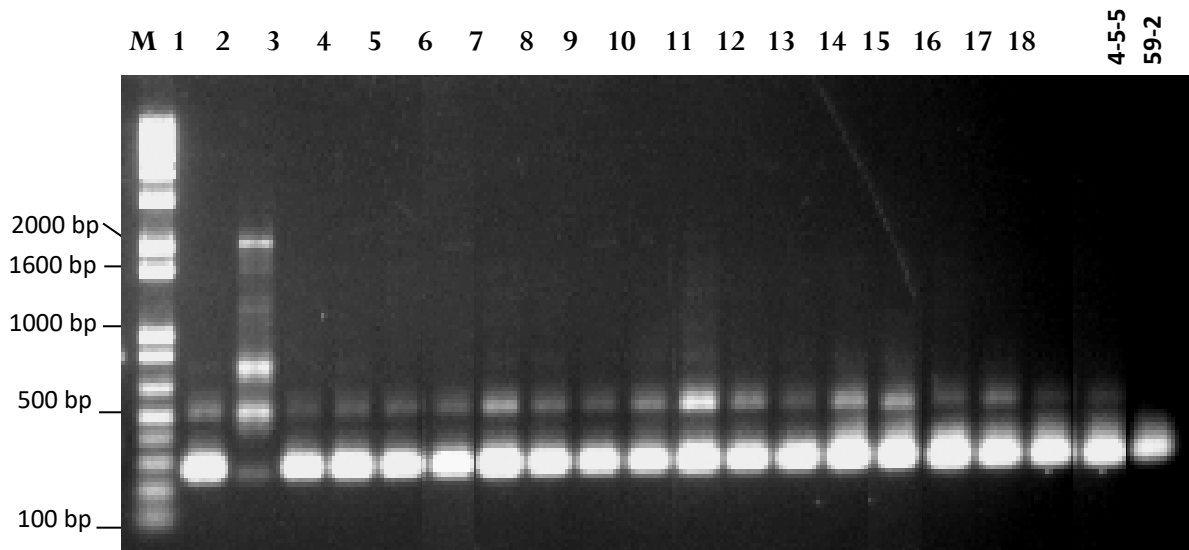
Pada analisis RAPD kali ini tidak memperlihatkan pola pita yang spesifik untuk aksesi lada potensi produksi tinggi yaitu Petaling 1 (pada Gambar 1 ada di line no 3), dimana variasi pola pitanya hampir sama untuk ke-25 primer yang diuji (Gambar 2), sehingga masih perlu dilakukan lagi pengeksporan primer lain yang mampu mendeteksi karakter produksi tinggi tersebut. Namun demikian, penggunaan penanda RAPD untuk mengidentifikasi variabilitas dari koleksi plasma nutfah tanaman lada sangat memberikan hasil yang memuaskan. Teknik RAPD ini pelaksanaannya lebih mudah, biaya per unit data lebih murah, jumlah DNA sampel yang dibutuhkan lebih sedikit, dan tingkat polimorfisme yang didapatkan lebih tinggi (Demeke dan Adam (1994); Grattapaglia *et al.*, (1992); William *et al.*, (1990).



Gambar 1. Pola pita dari 20 koleksi plasma nutfah lada menggunakan primer OPB-17, Petaling 1 (no 3) tidak menunjukkan pola pita spesifik sebagai aksesori lada produksi tinggi.

Figure 1. Band pattern of 20 germplasm collection of black pepper by using primer OPB-17, Petaling 1 (no 3) didn't show specific banding pattern as a highest production.

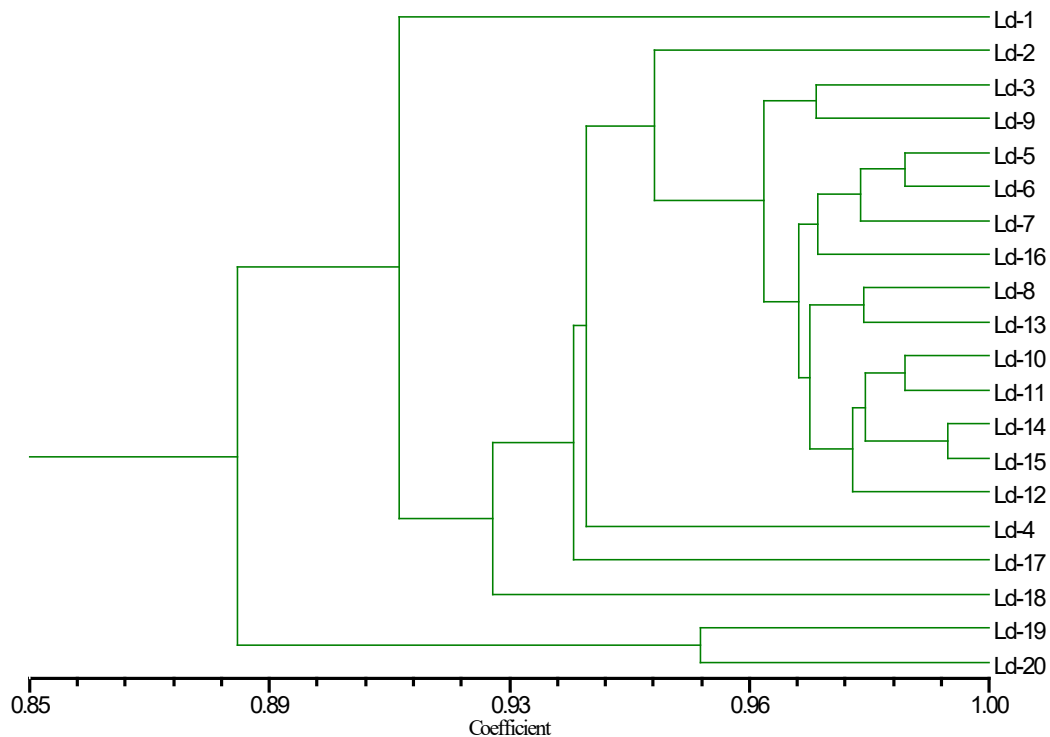
Keterangan: 1= Bengkayang, 2= Chunuk, 3= Petaling 1, 4= Petaling 2, 5= Natar 1, 6= Natar 2, 7= LDK RS, 8= No. 23, 9= No. 22, 10= No. 19, 11= No. 16, 12= LDK KP, 13= Kuching, 14= Belantung, 15= LDL, 16= Jambi, 17= No. 20 dan 18= No. 32 serta dua nomor lada hibrida



Gambar 2. Primer OPE-09 mengidentifikasi satu pita spesifik untuk pola pita Chunuk dari koleksi yang diuji

Figure 2. Primer OPE-09 identifying one specific banding pattern of Chunuk

Keterangan: 1= Bengkayang, 2= Chunuk, 3= Petaling 1, 4= Petaling 2, 5= Natar 1, 6= Natar 2, 7= LDK RS, 8= No. 23, 9= No. 22, 10= No. 19, 11= No. 16, 12= LDK KP, 13= Kuching, 14= Belantung, 15= LDL, 16= Jambi, 17= No. 20 dan 18= No. 32 serta dua nomor lada hibrida



Gambar 3. Hasil analisis hubungan kekerabatan 20 sampel lada dengan program NTSys 2.1
Figure 3. Dendrogram of genetic relationships of 20 black pepper germplasms by using NTSys 2.1 program.

Keterangan: Ld-1= Bengkayang, Ld-2= Chunuk, Ld- 3= Petaling 1, Ld- 4= Petaling 2, Ld- 5= Natar 1, Ld- 6= Natar 2, Ld- 7= LDK RS, Ld- 8= No. 23, Ld- 9= No. 22, Ld- 10= No. 19, Ld- 11= No. 16, Ld- 12= LDK KP, Ld- 13= Kuching, Ld- 14= Belantung, Ld- 15= LDL, Ld- 16= Jambi, Ld- 17= No. 20 dan Ld- 18= No. 32 serta dua nomor lada hibrida

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diambil kesimpulan bahwa koleksi plasma nutfah tanaman lada mempunyai variabilitas genetik yang beragam. Pada koefisien 90%, 20 aksesi lada tersebut mengelompok menjadi dua, dimana kelompok yang pertama terdiri dari 18 individu dan kelompok dua terdiri dari dua individu yaitu sampel nomor 19 (4-5-5) dan 20 (59-2) dimana keduanya adalah lada hibrida. Sedangkan dari 25 primer yang diuji, diperoleh 20 primer yang memberikan pita DNA, dua diantaranya monomorfisme. Ada satu primer spesifik yang menunjukkan pola pita khusus pada lada Chunuk (OPE-09).

SARAN

Untuk kegiatan selanjutnya, disarankan untuk mengeksplorasi primer lain lagi untuk mencari kemungkinan adanya primer spesifik yang dapat mendeteksi pola pita untuk lada potensi produksi tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dr. Tri Joko Santoso (BB-BIOGEN) atas kerjasama aktifnya serta masukan dan diskusinya selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiana, D.W. 2009. Teknik isolasi DNA genom tanaman pepaya dan jeruk dengan menggunakan modifikasi bufer CTAB. *Bul. Teknik Pertanian* 14 (1): 12-16.
- Arus, P. and J. Moreno-Gonzales. 1993. Marker-assisted selection. In: Hayward, M.D., N.O. Bosemark, and I. Romagosa (Eds.) *Plant Breeding: Principles and Prospects*. Chapman & Hall. London. p.314-331.
- Bermawie, N., Kristina, N.N. dan Meynarti, SDI. 2007. Keragaman genetik dan hubungan kekerabatan plasma nutfah lada (*Piper nigrum* L.) berdasarkan RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA). *Prosiding Seminar Nasional Rempah*. Bogor. p. 250-262.

- Cheng K.T., L.C. Fu, C.S. Wang, F.L. Hsu and H.S. Tsay. 1998a. Identification of *Anoectochilus formosanus* and *Anoectochilus koshunensis* species with RAPD Markers. *Planta Medica* 64(1): 46–49.
- Cheng K.T., H.S. Tsay, C.F. Chen and T.W. Chou. 1998b. Determination of the components in a Chinese prescription Yu-Ping-Feng San, by RAPD Analysis. *Planta Medica* 64(6): 563–565.
- Cheng K.T., C.H. Su, H.C. Chang and J.Y. Huang. 1998c. Differentiation of genuines and counterfeits of *Cordyceps* Species using random amplified polymorphic DNA. *Planta Medica* 64(5): 451–453.
- Demeke, T. and R.P. Adam. 1994. The use of PCR-RAPD analysis in plant taxonomy and evaluation. In: Griffin and Griffin (Editors) PCR Technology Current Innovations. CRC Press, Tokyo. p. 179-192.
- Ditjenbun. 2009. Statistik Perkebunan Indonesia Tahun 2007. Departemen Pertanian. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Ditjenbun. 2010. Statistik Perkebunan Indonesia Tahun 2009. Departemen Pertanian. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Fauza, H., I. Ferita, M.H. Karmana, N. Rostini dan R. Setiamihardja. 2007. Variabilitas genetik tanaman gambir berdasarkan marka RAPD. *Zuriat* 18 (2): 93-99.
- Grattapaglia, D., J. Chaparro, P. Wilcox, S. McCord, D. Werner, H. Amerson, S. McKeand, F. Bridgwater, R. Whetten, D. O'Malley and R. Sederoff. 1992. Mapping in woody plants with RAPD markers: Application to breeding in forestry and horticulture. In: Proc. of the Symposium Application of RAPD Technology to Plant Breeding. American Genetic Assoc. Minnesota. p. 37-40.
- Gupta, P.K., R.K. Varshney and M. Prasad. 2002. Molecular Markers: Principles and Methodology. In: Jain, S.M., D.S. Brar, and B.S. Ahloowalia (Eds.). *Molecular Techniques in Crop Improvement*. p.9-54.
- Jose, J. and R. Usha. 2000. Extraction of geminiviral DNA from a Aighly Mucilaginous Plant (*Abelmoschus esculentus*). *Plant Mol. Biol. Rep.* 18: 349-355.
- Karp, A., O. Seberg and M. Buiatti. 1996. Molecular techniques in the assesment of botanical diversity. *Ann. Bot* 78: 143-149.
- Lumaret, R., H. Michaud, J.P. Ripoll and L. Toumi. 1998. Chloroplast DNA extraction procedure for species high in phenolics and polysaccharides. In A. Karp, P.G. Isaac, and D.S. Ingram (Eds.). *Molecular Tool for Screening Biodiversity*. Chapman and Hall, London. p. 15-17
- Mahapetra, K.C; C.H.P. Mishra and B. Acharya. 1995. Clustering of rice mutans by different methods of analysis. *Indian J, Genet.* 55(2): 138–147.
- Maftuchah. 2001. Strategi Pemanfaatan Penanda Molekuler dalam Perkembangan Bidang Hortikultura. Makalah Sarasehan Pemanfaatan Penanda Molekuler di Bidang Hortikultura. Perhorti Jatim – Deptan.
- Meynarti, SDI., Kristina, N.N. dan Bermawie, N. 2007. Karakterisasi morfologi plasma nutfah lada (*Piper nigrum* L.). *Prosiding Seminar Nasional Rempah*. Bogor. 71-78.
- Matondang, I., Suharsono dan A. Hartana. 2001. Analisis keanekaragaman genetik kelapa dalam asal Maluku menggunakan teknik Random Amplified Polymorphic DNA. *Hayati* 8: 31 – 34.
- Nicholl, D. S. T. 1993. An Introduction to Genetic Engineering. Department of Biological Science, University of Praisly.
- Nurhaimi-Haris and A. Darussamin. 1997. RAPD analysis of oil palm clones with normal and abnormal fruits. *Menara Perkebunan* 66 (1): 64-74.
- Nurhaimi-Haris, S. Woelan dan A. Darussamin. 1998. RAPD analysis of genetic variability in plant rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) clones. *Menara Perkebunan* 66 (1): 9 – 19.

- Nuryani, Y., D. Manohara dan D. Rukmana. 1996. Laporan tahunan. Seleksi Beberapa Varietas Lada terhadap Patogen Busuk Pangkal Batang. 6 hal.
- Ottaviano, E. and M. Sari-Gorla. 1993. Gametophytic and sporophytic selection. In : Hayward, M.D., N.O. Bosemark, and I. Romagosa (Eds.) Plant Breeding: Principles and Prospects. Chapman&Hall. London. p.332-352.
- Padmalatha K. and M.N.V. Prasad. 2006. Optimization of DNA isolation and PCR protocol for RAPD analysis of selected medicinal and aromatic plants of conservation concern from Peninsular India. Afr. J. Biotechnol 5:230-234.
- Pandin, D. S. 2010. Penanda DNA untuk pemuliaan tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L.). Perspektif 9 (1): 21-35.
- Rohlf, F.J. 2000. NT SYS-pc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.1. User Guide. Department of Ecology and Evolution State University of New York.
- Roslim, D. I., A. Hartana dan Suharsono. 2003. Kemiripan genetik tiga populasi kelapa tipe dalam berdasarkan tiga metode analisis data penanda RAPD. Hayati 10: 12 – 18.
- Rybicky, E.P. 1996. PCR primer design and reaction optimization. In : Molecular Biology Techniques Manual. V.E. Coyne, M.D. James, S.J. Reid & E.P. Rybicki (Ed). Dept. of Microbiology. Univ. Cape Town.
- Sahasrabudhe A. and M. Deodhar. 2010. Standardization of DNA extraction and optimization of RAPD-PCR Condition in *Garcinia indica*. International Journal of Botany 6 (3): 293-298.
- Subandiyah, S. 2006. Polymerase Chain Reaction untuk deteksi atau identifikasi patogen tumbuhan. Beberapa Metode Ekstraksi DNA. Pelatihan dan Workshop Identifikasi DNA dengan Aplikasi PCR. Malang. hlm. 43-50.
- Surzycki, S. 2000. Basic Techniques in Molecular Biology. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Syafaruddin. 1998a. Diversity Within the *Vigna hirtella* Complex Based on RAPD Analysis. Individual Training Report, Japan International Cooperation Agency (JICA), NIAR-MAFF, Tsukuba-Japan.
- Syafaruddin. 1998b. Isozyme Diversity within Population of *Vigna angularis* var. *nipponensis*. Individual Training Report, Japan International Cooperation Agency (JICA), NIAR-MAFF, Tsukuba-Japan.
- Syafaruddin dan T.J. Santoso. 2011. Optimasi teknik isolasi dan purifikasi DNA yang efisien dan efektif pada kemiri sunan (*Reutalis trisperma* (Blanco) Airy Shaw). Jurnal Penelitian Tanaman Industri. Accepted (in processing).
- Toruan-Mathius, N. dan T. Hutabarat. 1996. Penanda RAPD dan polimorfisme genetik tanaman kopi robusta (*Coffea canephora*) toleran terhadap cekaman air. Menara Perkebunan 64 (2): 45 –55.
- Toruan-Mathius, N., T. Hutabarat and D. Suhendi. 1997. The use of RAPD to evaluate genetic variability of hybrid parent in *Theobroma cacao* L. plants. Menara Perkebunan 65 (2): 53 –63.
- Tridjarmiko, K.R. 2006. Penggunaan Metode PCR untuk Deteksi Cepat Keragaman DNA. Pelatihan dan Workshop Identifikasi DNA dengan Aplikasi PCR. Malang. hlm. 22-25.
- Welsh, J. and M. McClelland. 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. Nucl. Acid Res. 18: 7213-7218.
- Wenzel, G. and B. Foroughi-Webr. 1993. In Vitro Selection. In: Hayward, M.D., N.O. Bosemark, and I. Romagosa (Eds.) Plant Breeding: Principles and Prospects. Chapman & Hall. London. p.353-370.
- Williams, J.G.K., A.R.K. Kubelik, J.L. Livak, J.A. Rafalski and S.V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by random primers are useful as genetic markers. Nucl. Acid Res. 18: 6531-6535.

PENGARUH VARIETAS DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP ETANOL YANG DIHASILKAN DARI BUAH SEMU JAMBU METE

Juniaty Towaha¹, Gusti Indriati¹ dan NR. Ahmadi²

¹Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri

²Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

juniaty_tmunir@yahoo.com

(Diajukan tanggal 17 Desember 2010, diterima tanggal 21 Pebruari 2011)

ABSTRAK

Buah semu jambu mete dapat diproses menjadi etanol (C_2H_5OH) melalui fermentasi sebagai produk samping. Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh varietas dan lamanya fermentasi terhadap kadar dan banyaknya etanol yang dihasilkan dari buah semu jambu mete. Penelitian ini di KP. Cikampek dan Laboratorium Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri Sukabumi dari bulan Juli sampai Desember 2010. Rancangan Acak Lengkap dengan 3 ulangan. Perlakuan yang diuji adalah macam buah semu (var. BO2 dan aksesori Wonogiri), dan lamanya fermentasi (3, 6, 9 dan 12 hari). Parameter yang diamati adalah banyaknya etanol yang dihasilkan dalam proses fermentasi tersebut. Hasil penelitian menunjukkan etanol yang dihasilkan antara 5,37-7,93%, dengan kandungan etanol tertinggi dihasilkan dari varietas Wonogiri sebesar 7,93% dengan lama waktu fermentasi 12 hari, adapun dari varietas BO2 diperoleh kandungan tertinggi sebesar 7,57% dengan lama waktu fermentasi 3 hari. Dari 1 kg buah semu mete varietas Wonogiri dihasilkan 166,95 ml etanol 95%, dan dari 1 kg buah semu mete varietas BO2 dihasilkan 159,39 ml etanol 95%.

Kata kunci : buah semu jambu mete, fermentasi, etanol

ABSTRACT

Influence of variety and duration of fermentation of cashew apple on ethanol production. Cashew apple may be fermented to become ethanol (C_2H_5OH) as a by product. Production of ethanol developed from fermented cashew apples would be a potency of additional income for farmers in the future. The objective of this research was to investigate effects of variety of cashew and duration of fermentation on ethanol yielded. The study was carried out at Cikampek Research Station and Laboratory of Indonesian Research Institute for Spices and Industrial Crops Sukabumi from July to December 2010. Main materials used in this study are cashew apples taken from two variety/cultivar of cashew (var. B-02 and Wonogiri accession). Factors examined are kinds of cashew apples (var. B-02 and Wonogiri accession), and duration of fermentation periods (3, 6, 9 and 12 days) to ethanol produced. Results showed that ethanol produced vary from 5.37 to 7.93% with the highest one was obtained from Wonogiri with fermentation period of 12 days (7.93% ethanol), while that of B-02 was only 7.57% with a fermentation period of 3 days. Each kilograms of Wonogiri cashew apples produced 166,95 cc ethanol 95%, and those of B02 produce 159,39 cc ethanol 95%.

Keywords : cashew fruit, fermentation, ethanol

PENDAHULUAN

Salah satu bahan bakar nabati (BBN) yang sangat prospektif dikembangkan di Indonesia adalah bioetanol. Bioetanol adalah senyawa etanol atau etil alkohol dengan rumus kimia C_2H_5OH yang dibuat dari tanaman yang mengandung komponen pati atau karbohidrat melalui proses biologi enzimatik dan fermentasi.

Bioetanol adalah bahan bakar beroktan tinggi dan dapat menggantikan senyawa timbal dan

Metil Tersier Butil Eter (MTBE) sebagai peningkat nilai oktan dalam bensin, maupun sebagai sumber oksigen untuk pembakaran yang lebih bersih (Goksungur dan Zorlu, 2001). Bioetanol dapat terurai secara biologis (biodegradable) dan tidak menimbulkan polusi udara yang besar, bioetanol yang terbakar menghasilkan karbondioksida (CO_2) dan air.

Dengan mencampur etanol dengan bensin, akan mengoksidasi campuran bahan bakar sehingga dapat terbakar lebih sempurna dan

mengurangi emisi gas buang karena tidak mengeluarkan gas karbonmonoksida (CO), yang merupakan gas rumah kaca berbahaya.

Di Indonesia tersedia banyak tanaman yang potensial sebagai bahan baku bioetanol, salah satu diantaranya adalah tanaman jambu mete (*Anacardium occidentale*) melalui buah semunya. Mengingat bahwa sampai saat ini produk yang diperoleh dari jambu mete masih terbatas pada pengolahan buah sejati menjadi kacang mete. Sedangkan buah semu mete belum dimanfaatkan, padahal produksinya sangat melimpah dengan bobotnya yang 5-16 kali dibandingkan dengan bobot buah sejati/biji mete (Saragih dan Haryadi, 2003).

Produksi gelondong mete Indonesia pada tahun 2006 adalah sebanyak 140.573 ton (Ditjenbun, 2006), berdasarkan data lapang setiap kilogram gelondong mete berisi ± 300 butir, dimana 1 kg buah semu didapat dari 20 buah jambu mete, maka dari pengolahan setiap kilogram mete akan diperoleh hasil ikutan 15 kg buah semu mete (Sumangat *et al.*, 1990). Jadi dari 140.573 ton gelondong mete akan diperoleh buah semu mete sebanyak 2.108.595 ton. Dari jumlah buah semu mete sebanyak itu, diperkirakan paling banyak baru 40% saja yang sudah dimanfaatkan menjadi berbagai macam produk diversifikasi, sedangkan sisanya 60% atau sebanyak 1.265.157 ton merupakan limbah yang terbuang tidak termanfaatkan.

Sebuah langkah strategis bila buah semu mete tersebut diolah menjadi produk etanol, suatu senyawa kimia penting yang mempunyai nilai ekonomis tinggi, karena selain sebagai BBN, etanol merupakan salah satu senyawa kimia yang memiliki manfaat yang sangat luas antara lain sebagai pelarut, bahan desinfektan, bahan baku dalam industri farmasi dan sebagainya.

Witjaksono *et al.* (2005) menyatakan bahwa dalam buah semu mete mengandung karbohidrat, sebagian besar terdiri dari gula reduksi dengan kandungan yang berkisar 6,7–12,6%. Selanjutnya Hermawan *et al.* (2005) mengemukakan bahwa buah semu jambu mete mengandung karbohidrat sebanyak 15,8%. Dengan kandungan karbohidrat tersebut, maka buah semu mete merupakan bahan baku yang cukup potensial untuk diolah menjadi etanol yang bernilai ekonomis tinggi.

Pembuatan etanol dari buah semu jambu mete dapat dilakukan dengan metoda fermentasi, dimana pada tahap pertama karbohidrat pada buah semu diubah menjadi glukosa melalui proses hidrolisa, selanjutnya glukosa difermentasi oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae* untuk menghasilkan etanol (Jumari *et al.*, 2009).

Penggunaan *Saccharomyces cerevisiae* dalam produksi etanol secara fermentasi telah banyak dikembangkan di beberapa negara seperti Amerika Serikat, Brazil dan Afrika Selatan, hal ini disebabkan *Saccharomyces cerevisiae* dapat memproduksi etanol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi terhadap kadar etanol yang tinggi, tahan terhadap kadar gula yang tinggi dan tetap aktif melakukan aktivitasnya pada suhu 4-32°C (Elevri dan Putra, 2006; Kartika *et al.*, 1992). Etanol hasil fermentasi harus didestilasi untuk mendapatkan etanol dengan kadar $\pm 95\%$, menurut Musanif (2008 *cit* Assegaf, 2009) destilasi merupakan proses pemisahan komponen berdasarkan titik didihnya, titik didih etanol 78°C sedangkan titik didih air 100°C, sehingga dengan pemanasan larutan pada suhu rentang 78-100°C akan mengakibatkan sebagian besar etanol menguap, dan pada unit penampung kondensasi akan dihasilkan etanol dengan kadar $\pm 95\%$.

Agar bioetanol dapat dijadikan bahan bakar pengganti atau campuran dengan bensin premium, maka bioetanol harus kering (kadar air maksimal 0,5%), sehingga bioetanol berkadar 92–95% harus dikeringkan (Soerawidjaya, 2006). Adapun teknik yang relatif sederhana untuk ini adalah mengalirkan uap etanol tersebut melalui suatu adsorban/penyerap air seperti *molecular sieve* atau kalsium sulfat hemihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), sehingga didapatkan bioetanol kering dengan kadar $\pm 99,5\%$. Bioetanol kering akan bercampur sempurna dengan premium dan sekaligus meningkatkan angka oktannya (angka oktan premium 87, angka oktan etanol 103,5).

Penelitian ini bertujuan mengetahui kadar dan banyaknya etanol yang dihasilkan dalam buah semu jambu mete BO2 dan Wonogiri dalam waktu tertentu.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP) Cikampek dan Laboratorium Balittri, Jawa Barat, mulai bulan Juli sampai dengan Desember 2010. Bahan yang digunakan adalah buah semu mete B02 dan Wonogiri, *Saccharomyces cerevisiae*, gula pasir, HCl 0,1 N, aquades, erlenmeyer, gelas ukur, blender, saringan dan lain-lain.

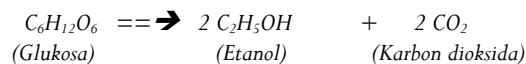
Faktor pertama adalah varietas buah semu mete yaitu B02 dan Wonogiri, faktor kedua adalah lama fermentasi, terdiri 4 taraf yaitu 3 hari, 6 hari, 9 hari dan 12 hari. Perlakuan di atas diulang 3 kali. Sebanyak 1.000 g buah semu mete ditambah 1.500 ml aquades, kemudian dibelender, lalu disaring dan filtrat ditampung. Kedalam filtrat ditambahkan gula pasir 15%, dan tambahkan HCl 0,1N hingga pH mencapai 4-5. Larutan dididihkan selama 5 menit, setelah dingin tambahkan ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 20 g untuk fermentasi.

Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis varian dilanjutkan dengan uji rata-rata menggunakan metode Beda Nyata Jujur taraf 5%. Parameter yang diamati adalah banyaknya etanol yang dihasilkan (SNI 01-6105-1999).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fermentasi adalah suatu proses perubahan kimia pada substrat organik, baik karbohidrat, protein, atau lainnya, melalui kegiatan biokatalis dan dikenal sebagai enzim yang dihasilkan oleh jenis

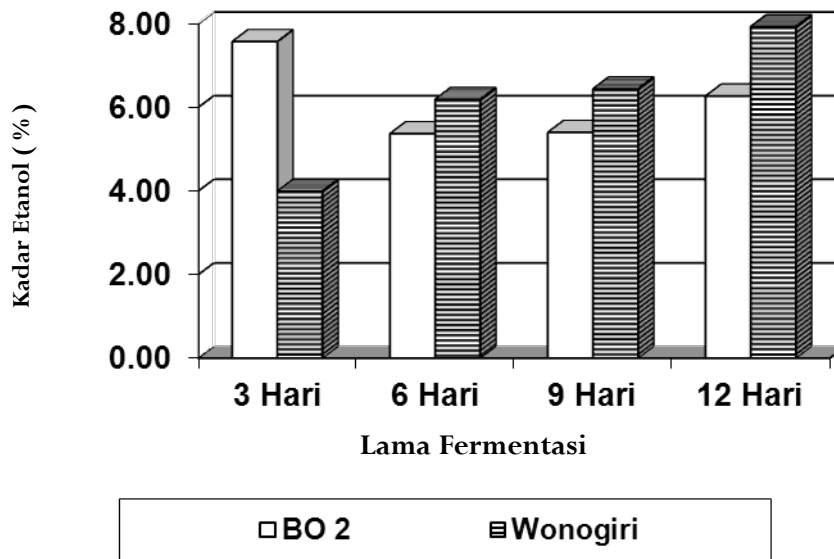
mikroorganisme spesifik (Prescott dan Dunn, 1981). Pada fermentasi etanol terjadi proses mengkonversi glukosa (gula) menjadi etanol dan CO₂. Fermentasi etanol adalah perubahan 1 mol glukosa menjadi 2 mol etanol dan 2 mol CO₂. Menurut Amerine *et al.* (1987) pada proses fermentasi etanol, khamir terutama akan memetabolisme glukosa dan fruktosa membentuk asam piruvat melalui tahapan reaksi pada jalur Embden-Meyerhof-Parnas, sedangkan asam piruvat yang dihasilkan akan didekarboksilasi menjadi asetaldehida yang kemudian mengalami dehidrogenasi menjadi etanol. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Amerine dan Cruess (1967), bahwa proses pemecahan gula menjadi alkohol dan karbon dioksida disebabkan oleh aktivitas khamir. Reaksi pemecahan gula menjadi alkohol dan karbon dioksida adalah :



Menurut Novak (2000) bahwa gula dalam proses fermentasi akan terurai menjadi etanol dan gas karbon dioksida dengan perbandingan sebagai berikut :

100 bagian gula =====> 51,1 bagian etanol + 48,9 bagian karbon dioksida

Perbandingan tersebut hanya merupakan nilai teoritis saja, sebab dalam kenyataannya tidak semua gula akan diubah menjadi etanol tetapi hanya sekitar 90-95 persen.



Gambar 1. Kadar etanol selama proses fermentasi
Figure 1. Ethanol contents while fermentation process

Tabel 1. Kandungan etanol pada fermentasi jambu mete BO2 dan Wonogiri

Table 1. Ethanol contents of BO2 and Wonogiri cashew fruit fermentation

Fermentasi (hari)	Kadar Etanol (%)	
	BO 2	Wonogiri
3	7,57 b	4,00 a
6	5,37 a	6,19 a
9	5,40 a	6,44 b
12	6,27 a	7,93 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata ($\alpha = 0,05\%$).

Kadar etanol yang dihasilkan dari fermentasi buah semu jambu mete varietas BO2 dan Wonogiri dengan lama fermentasi 3-12 hari berkisar antara 5,37–7,93%. Kalau dikonversi terhadap kadar etanol 95%, maka dari 1 kg buah semu mete variatas Wonogiri akan dihasilkan 166,95 ml etanol 95%, dan dari 1 kg buah semu jambu mete varietas BO2 akan dihasilkan 159,39 ml etanol 95%.

Dari Tabel tersebut terlihat pula bahwa kadar etanol hasil fermentasi varietas Wonogiri lebih tinggi dibandingkan kadar etanol hasil fermentasi varietas BO2, sehingga jenis varietas jambu mete berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan, mengingat tiap varietas memiliki kandungan karbohidrat yang berbeda-beda. Hal tersebut ditunjukkan pula dari hasil penelitian Jumari *et al.* (2009) yang mendapatkan kadar etanol

sebesar 3,2577% selama fermentasi 10 hari dari jambu mete varietas lokal (Tabel 1).

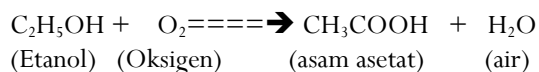
Jambu mete varietas Wonogiri selama fermentasi berlangsung terjadi kenaikan kadar etanol mulai hari ke 3 sampai hari ke 12, mengingat dengan berjalannya waktu terjadi peningkatan kadar gula, dimana dengan semakin naiknya konsentrasi gula akan menghasilkan produktivitas etanol yang makin tinggi. Hal ini disebabkan semakin banyaknya substrat yang tersedia untuk digunakan dalam metabolisme khamir sehingga akan menghasilkan etanol yang semakin banyak pula. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Supriyanto dan Wahyudi (2007) bahwa semakin tinggi konsentrasi gula maka akan didapatkan produk etanol yang semakin banyak, akibat peningkatan aktivitas fermentasi.

Adapun pada varietas B02 telah terjadi peningkatan etanol yang tinggi pada hari ke 3, tetapi selanjutnya menurun pada hari ke 6 dan ke 9, dan kemudian menaik lagi pada hari ke 12. Walaupun dengan kenaikan konsentrasi substrat akan menaikkan perolehan etanol, namun tetap saja ada batas maksimal konsentrasi substrat untuk proses fermentasi etanol. Menurut Roukas (1996), penurunan produksi etanol pada konsentrasi gula berlebih merupakan efek dari inhibisi subtrat.

Konsentrasi subtrat yang tinggi akan mengurangi jumlah oksigen terlarut. Dalam proses

fermentasi ini, oksigen tetap dibutuhkan walaupun dalam jumlah yang sedikit. *Saccharomyces cerevisiae* membutuhkan oksigen untuk mempertahankan kehidupan dan menjaga konsentrasi sel tetap tinggi (Hepworth, 2005; Novak, 2000 dan Tao *et al.*, 2005). Dengan berkurangnya jumlah oksigen terlarut, maka akan menurunkan konsentrasi sel khamir, dan dalam proses selanjutnya untuk meningkatkan konsentrasi sel, etanol yang dihasilkan akan dijadikan substrat oleh khamir dalam proses metabolismenya, sehingga pada tahap ini terjadi penurunan kadar etanol. Setelah konsentrasi sel khamir menjadi normal, maka terjadi lagi proses fermentasi yang ditunjukkan dengan adanya peningkatan kadar etanol pada hari ke 12 (Gambar 1).

Penurunan kadar etanol akan semakin diperparah bila terjadi adanya isolasi yang tidak sempurna pada wadah erlenmeyer yang membuat proses anaerob menjadi proses sedikit aerob, sehingga memungkinkan tumbuhnya *Acetobacter* sp yang dapat mengkonversi etanol menjadi senyawa lain, dimana *Acetobacter* sp akan mengoksidasi etanol menjadi asam asetat (Winarno dan Fardiaz, 1979). Reaksi pemecahan etanol menjadi asam asetat adalah :



Dengan demikian pada proses fermentasi buah semu mete varietas BO2 terjadi penyimpangan penurunan kadar etanol, bila keadaan normal seharusnya dengan lama waktu fermentasi akan terjadi peningkatan kadar etanol.

KESIMPULAN

Kandungan etanol tertinggi dihasilkan varietas Wonogiri sebesar 7,93% dengan lama fermentasi 12 hari, diikuti varietas BO2 7,57% dengan lama fermentasi 3 hari. Lama fermentasi berpengaruh terhadap peningkatan kadar etanol. Berdasarkan konversi fermentasi buah semu varietas Wonogiri menghasilkan 166,9 ml etanol 95 %, sedangkan varietas B02 menghasilkan 159,3 ml etanol 95 % per kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Amerine, M.A. and W.V. Cruess. 1967. The Technology of Wine Making. The AVI Publishing Co. Inc. Westport, Connecticut.
- Amerine, M.A., H.W. Berg, R.E. Kunkee, C.S.Ough, V.I. Singleton and A.D. Webb, 1987. Techology of Wine Making. The AVI Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Assegaf, F. 2009. Prospek produksi bioetanol bonggol pisang (*Musa paradisiaca* L.) menggunakan metode hidrolisis asam dan enzimatis. Universitas Jenderal Sudirman. Purwokerto.
- Ditjenbun. 2006. Statistik Perkebunan Indonesia 2004 – 2006 : Jambu Mete. Direktorat Jendral Perkebunan, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Elevri, P. A. dan S. R. Putra. 2006. Produksi etanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* yang diamobilisasi dengan agar batang. Buletin Akta Kimindo 1(2) : 105-114.
- Goksungur, Y. and N. Zorlu, 2001. Production of ethanol from beet molasses by Ca-alginate immobilized yeast cells in a packed-bed bioreactor. Turk J Biol 25 : 265-275
- Hepworth, M., 2005, Technical, Environmental and Economic Aspects of Unit Operation for The Production of Bioethanol From Sugar Beet in the United Kingdom, CET IIA Exercise 5, Corpus Christi College.
- Hermawan, D.R.W.A., T. Utami dan M.N. Cahyanto. 2005. Fermentasi etanol dari sari buah jambu mete oleh *Saccharomyces cerevisiae* FNCC 3015 menggunakan amonium sulfat dan urea sebagai sumber nitrogen. Agritech 20(2) : 93-98
- Indrawanto, C. 2008. Penentuan pola pengembangan agroindustri jambu mete. Jurnal Litri 14(2) : 78 – 86.
- Jumari, A., W. A. Wibowo, Handayani dan I. Ariyani. 2009. Pembuatan etanol dari jambu mete dengan metoda fermentasi. Buletin Ekuilbrum 7(2) : 48 – 54.

- Kartika, B., A. D. Guritno, D. Purwadi dan D. Ismoyowati. 1992. Petunjuk Evaluasi Produk Industri Hasil Pertanian. PAU pangan dan gizi UGM. Yogyakarta.
- Novak, J., 2000, Ethanol yield and productivity of *zymomonas mobilis* in various fermentation methods, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 3(2): 572-579.
- Prescott, S.C. dan C.G. Dunn, 1981. *Industrial Microbiology*. Mc Graw – Hill Book Co. Ltd., New York.
- Roukas, T., 1996, Continuous ethanol production from nonsterilized carob pod extract by immobilized *Saccharomyces cerevisiae* on mineral kissiris using a two-reactor system, *Journal Applied Biochemistry and Biotechnology* 59(3):67-72.
- Said, E, G. 2000. Menguak Potensi Pengembangan Industri Hilir Perkebunan Indonesia. Makalah Seminar Sehari Kebijakan Industri Hilir Perkebunan, Jakarta. 14 September 2000. Asosiasi Penelitian Perkebunan Indonesia, Bogor. 9 p.
- Saragih, Y. P. dan Y. Haryadi. 2003. *Mete, Budidaya Jambu Mete, Pengupasan Gelondong*. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta. 86 p.
- Soerawidjaya, T. 2006. Energi alternatif dari kelapa. *Prosiding Konperensi Nasional Kelapa VI, Revitalisasi Perkelapaan Melalui Pengembangan Produk Kesehatan dan Energi alternatif*. 52 - 60
- Sumangat, D., E. Mulyono dan A. Abdullah . 1990. Peningkatan manfaat nilai tambah buah semu jambu mete dalam industri pedesaan. *Edisi Khusus Litro VI(2)* : 61-72
- Supriyanto, T. dan Wahyudi. 2007. Proses Produksi Etanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* dengan Operasi Kontinyu pada Kondisi Vakum. Jurusan Teknik kimia, Fakultas Teknik UNDIP Semarang.
- Tao, F., J. Y. Miao, G. Y. Shi, dan K. C. Zhang. 2005, Ethanol fermentation by an Acid-tolerant *Zymomonas mobilis* under non-sterilized condition, *Process Biochemistry*, Elsevier, 40: 183-187.
- Witjaksono, J., A. Sulle dan S. Ruku. 2005. Strategi Akselerasi Peningkatan Pendapatan Petani Jambu Mete di Sulawesi Tenggara. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara, Kendari.
- Winarno, F.G. dan S. Fardiaz, 1979. *Biofermentasi dan Biosintesa Protein*. Angkasa, Bandung.
- Zaubin, R., R. Suryadi dan Y. T. Yuhono. 2004. Diversifikasi produk dan rehabilitasi perkebunan jambu mete untuk meningkatkan pendapatan petani. *Jurnal Litbang Pertanian* 23(2) : 53–60.

INDUKSI KALUS EMBRIOGENIK LADA (*Piper nigrum* L.) VARIETAS PETALING-1 MELALUI EMBRIOGENESIS SOMATIK

Meynarti Sari Dewi Ibrahim, Nurya Yuniati, Indah Sulistiyorini dan Syafaruddin

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri

Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

meynartisaya@yahoo.com

(Diajukan tanggal 20 Desember 2010, diterima tanggal 21 Februari 2011)

ABSTRAK

Perbanyak benih bebas penyakit dalam jumlah yang banyak dapat diperoleh dari hasil perbanyakan melalui teknik kultur jaringan melalui embriogenesis somatik. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan media yang sesuai dalam menginduksi kalus embriogenik yang nantinya akan digunakan dalam metode perbanyakan varietas lada unggul melalui jalur embriogenesis somatik. Penelitian dilaksanakan di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri Lainnya (BALITTRI) dari bulan Januari sampai Desember 2010. Eksplan yang digunakan adalah daun lada var. Petaling-1 hasil perbanyakan kultur jaringan. Media Murashige and Skoog (MS) yang ditambahkan PVP 200 mg/l, glutamine 400 mg/l dan zat pengatur tumbuh Benzyl Amino (BA) dan 2, 4-D digunakan sebagai media tumbuh. Penelitian menggunakan rancangan respon dengan 10 ulangan. Respon perlakuan yang diuji adalah konsentrasi BA (0; 0,1; 0,3 dan 0,5 mg/l) dan 2, 4-D (0; 0,01; 0,03 dan 0,05 mg/l). Variabel respon yang diamati meliputi persentase eksplan yang membentuk kalus embriogenik dan pengamatan morfologi (warna dan bentuk) kalus. Hasil penelitian memperlihatkan perlakuan kombinasi media 2,4-D (0,3 - 0,5 mg/l) dan BA (0,01- 0,05 mg/l) merupakan media yang lebih sesuai untuk pembentukan kalus embriogenik dibandingkan dengan kombinasi lainnya.

Kata kunci : *Piper nigrum* L., perbanyakan, embriogenesis somatik

ABSTRACT

Embryogenic callus induction of black pepper (Piper nigrum L.) var. Petaling-1 through somatic embryogenesis. Propagation of disease-free seeds in large quantities can be obtained from the propagation tissue culture techniques through somatic embryogenesis. The aim of the study was to find out a suitable medium for callus induction that will be used in propagation of superior black pepper varieties through somatic embryogenesis. The research was conducted at tissue culture laboratory of Indonesian Spice and Industrial Crops Research Institute (BALITTRI) from January - December 2010. Explants used are leaves of var. Petaling - 1. Medium Murashige and Skoog (MS) added with PVP 200 mg / l, glutamine 400 mg / l and growth regulators Benzyl amino (BA) and 2, 4 - D were used as growth media. The research using design responses with 10 replications was used. Treatments tested were concentrations of BA (0, 0.1, 0.3 and 0.5 mg / l) and 2, 4-D (0, 0.01; 0.03 and 0.05 mg / l). The variable responses observed were percentage of embryogenic callus formation at form embryogenic callus and morphological observations (color and shape) callus. Results showed that medium combination of 2, 4-D (0,3-0,5) mg/l and BA (0.01-0.05 mg/l) is more suitable medium for embryogenic callus formation compared to the other combinations.

Keywords : *Piper nigrum* L., multiplication, somatic embryogenesis

PENDAHULUAN

Penyediaan benih lada varietas unggul yang bebas hama penyakit dalam jumlah yang banyak dalam waktu cepat seringkali mendapat hambatan dikarenakan terbatasnya pohon induk sebagai sumber benih. Teknologi kultur jaringan telah terbukti dapat dijadikan sebagai teknologi yang menjanjikan untuk mengatasi permasalahan

tersebut. Benih lada yang dihasilkan melalui kultur jaringan mempunyai beberapa keunggulan, di antaranya: (1) benih yang berasal dari bagian vegetatif akan menghasilkan sifat yang identik dengan induknya, (2) benih dapat diproduksi dalam jumlah banyak dengan waktu yang relatif singkat (dari satu mata tunas yang sudah responsif dalam 1 tahun dapat dihasilkan sekitar 1.000 benih, (3) benih yang dihasilkan bebas hama dan penyakit, (4)

kecepatan tumbuh benih lebih cepat dibandingkan dengan perbanyakan konvensional. (5) biaya angkut benih relatif lebih murah dan mudah dan (6) tidak membutuhkan tempat yang luas. (Mariska dan Sukmadjaya, 1991; Sukmadjaya, 1992; Patriawati, 1992; Wattimena, 1992;).

Pengadaan bahan tanaman dalam kultur jaringan dapat dilakukan melalui cara organogenesis dan embriogenesis somatik. Perbanyakan tanaman melalui embriogenesis somatik lebih menguntungkan karena dapat menghasilkan tanaman baru yang lebih banyak dan identik dengan induknya (*true to type*). Hal ini dikarenakan jumlah planlet yang diperbanyak melalui organogenesis sangat terbatas karena perbanyakan hanya tergantung dari tingkat laju multiplikasi tunas. Sedangkan dalam proses embrio somatik, kalus dapat diperbanyak dengan menggunakan bioreaktor. Sehingga walaupun keberhasilan pembentukan embrio somatik tidak banyak, karena proses perbanyakan kalus yang tinggi, maka dapat dihasilkan plantlet dalam jumlah besar. Disamping itu variasi somaklonal yang dihasilkan dengan proses ini relatif rendah (Evans & Sharp 1986, Jimenez 2001). Meskipun demikian beberapa perbedaan akan ditemukan tergantung dari jenis tanamannya.

Keberhasilan dalam menginduksi embriogenesis somatik dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain: sumber eksplan, jenis tanaman, formulasi media tumbuh, dan lingkungan tumbuh. Eksplan yang sering digunakan di antaranya embrio zigotik, kecambah, meristem tunas dan bunga muda (Merkle *et al.*, 1990). Komposisi media tumbuh seperti unsur makro dan mikro, sumber karbon dan energi, vitamin dan zat pengatur tumbuh memainkan peranan yang sangat penting dalam pembentukan kalus (Gamborg and Shyluk, 1981).

Medium yang sering digunakan untuk menginduksi kalus embriogenik adalah medium dasar yang ditambahkan auksin (Finer, 1994; Nomura and Komamin, 1999). Selain auksin,

sitokinin juga berfungsi untuk menstimulasi pembelahan pada massa pro-embriogenik sel. Keduanya dibutuhkan untuk inisiasi kalus embriogenik (Raghavan, 1986; Jain and Ishii, 1998).

Zat pengatur tumbuh 2,4-D merupakan zat yang paling sering digunakan dalam menginduksi embriogenesis, walaupun demikian bukan berarti ZPT lainnya tidak berperan dalam pembentukan embriogenesis somatik. Jimenez (2001), melaporkan bahwa tanaman monokotil dapat terinduksi pada media yang mengandung auksin, sementara pada jenis tanaman dikotil terdapat variasi yang besar dalam penggunaan ZPT untuk menginduksi embriogenesis somatik.

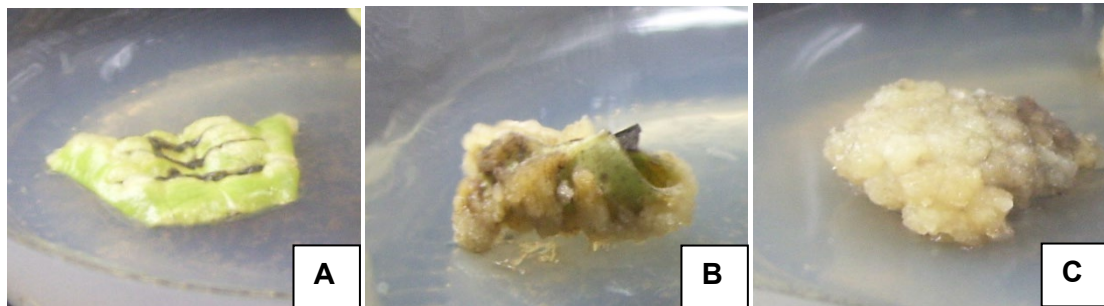
Penelitian Husni *et al.* (1997 dan 2005); Nair and Gupta (2003 dan 2005) dengan menggunakan eksplan, komposisi media dan jenis lada yang berbeda telah berhasil mendapatkan kalus embriogenik walaupun daya regenerasi sangat bervariasi dan masih tergolong rendah. Kemampuan untuk menghasilkan kalus embriogenik dan kemampuan regenerasi lada melalui embriogenesis somatik masih perlu mendapatkan perhatian. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan media yang sesuai untuk menginduksi kalus embriogenik yang nantinya akan digunakan dalam metode perbanyakan varietas lada unggul var. Petaling-1 melalui jalur embriogenesis somatik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium kultur jaringan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri (BALITTRI), dari bulan Januari sampai Desember 2010. Eksplan daun lada steril var. Petaling-1 diambil dari planlet steril yang telah diperbanyak dengan menggunakan media MS yang di beri BA 0,3 mg/l dan PVPP 200 mg/l (Gambar 1).



Gambar 1. Planlet lada steril yang digunakan sebagai sumber eksplan
Figure 1. Sterile plantlets of black pepper used as explants



Gambar 2. Keragaan perkembangan pembentukan eksplan menjadi kalus lada: Minggu ke 2 setelah perlakuan (A), Minggu ke 4 setelah perlakuan (B) dan Minggu ke 8 setelah perlakuan (C).

Figure 2. Performance of the development forming explant being black pepper callus: 2 weeks after treatment (A), 4 weeks after treatment (B) dan 8 weeks after treatment (C).

Induksi kalus embriogenik dilakukan pada media MS yang diperkaya dengan glutamin 400 mg/l, sukrosa 3% (w/v), PVPP 200 mg/l. Sebagai pematat ditambahkan agar 0.8% (w/v). Keasaman media (pH) 5,8. Respon perlakuan yang diuji adalah zat pengatur tumbuh 2,4-D dengan konsentrasi 0,1 ; 0,3 ; 0,5 mg/l dan *BenzyI Amino* (BA) dengan konsentrasi 0,01; 0,03; 0,05 mg/l.

Setelah dikulturkan, kultur diinkubasi dalam keadaan gelap pada suhu 20°C - 25°C sampai terbentuknya kalus. Perlakuan diulang sebanyak 10 ulangan, masing-masing terdiri dari satu botol dan setiap botol terdiri dari tiga eksplan. Parameter yang diamati meliputi persentase eksplan yang membentuk kalus embriogenik dan pengamatan morfologi (warna dan bentuk) dari semua kalus yang terbentuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksplan mulai menunjukkan respon setelah 2 minggu di media perlakuan. Respon yang terjadi berupa pembengkakan disekitar perlukaan jaringan daun (Gambar 2A). Walaupun respon ini tidak

terjadi secara serempak pada hari yang bersamaan, namun secara keseluruhan tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata, karena pada saat umur 3 minggu proses ini telah terjadi pada semua perlakuan.

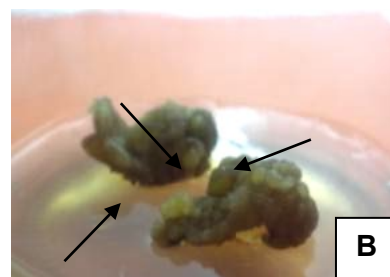
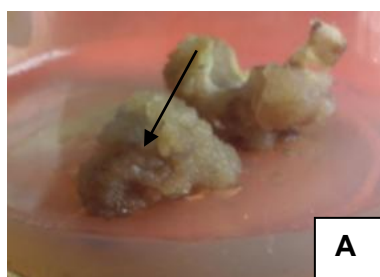
Pada minggu ke empat, kalus mulai terlihat secara nyata pada pinggir daun (Gambar 2B). Proses ini terus berlangsung sampai seluruh permukaan daun berubah menjadi kalus pada saat delapan minggu setelah perlakuan (Gambar 2C).

Perkembangan jaringan daun menjadi kalus merupakan suatu proses perubahan akibat dari pemberian zat pengatur tumbuh pada media perlakuan. Telah banyak dilaporkan bahwa zat pengatur tumbuh memegang peranan sentral sebagai perantara serangkaian signal transduksi yang menyebabkan terjadinya pengaturan ulang ekspresi gen. Hal ini mengakibatkan terjadinya serangkaian pembelahan sel yang menuju dua arah berbeda yaitu, terbentuknya kalus yang tidak terorganisir atau pertumbuhan sel yang terpolarisasi membentuk embrio somatik (Van Arnold *et al.*, 2002).

Tabel 1. Penampilan kalus lada 2 bulan setelah perlakuan pada media yang diuji

Table 1. Black Pepper callus appearance 2 months after treatment on treated medium

No.	Perlakuan	Keterangan
1.	MS + PVP 200 mg/l + Glutamine 400 mg/l + 2,4D 0,1 mg/	Kalus berstuktur agak remah, berwarna putih kekuningan/Callus shaped little crumb, yellowish-white
2.	MS + PVP 200 mg/l + Glutamine 400 mg/l + 2,4D 0,3 mg/l	Kalus berstuktur agak remah, berwarna putih kekuningan/Callus shaped little crumb, yellowish-white
3.	MS + PVP 200 mg/l + Glutamine 400 mg/l + 2,4D 0,5 mg/l	Kalus berstuktur agak remah, berwarna putih kekuningan/Callus shaped little crumb, yellowish-white
4.	MS + PVP 200 mg/l + Glutamine 400 mg/l + 2,4D 0,1 mg/l + BA 0,01mg/l	Kalus berstuktur agak remah, berwarna putih kekuningan,/Callus shaped little crumb, yellowish-white
5.	MS + PVP 200 mg/l + Glutamine 400 mg/l + 2,4D 0,1 mg/l + BA 0,03 mg/l	Kalus berstuktur agak remah, berwarna putih kekuningan/Callus shaped little crumb, yellowish-white
6.	MS + PVP 200 mg/l + Glutamine 400 mg/l + 2,4D 0,1 mg/l + BA 0,05 mg/l	Kalus berstuktur remah, berwarna putih kekuningan/Callus shaped crumb, yellowish-white
7.	MS + PVP 200 mg/l + Glutamine 400 mg/l + 2,4D 0,3 mg/l + BA 0,01mg/l	Kalus berstuktur remah dengan sedikit nodul, berwarna putih kekuningan/Callus berstuktur crumbs with a little nodules, yellowish-white
8.	MS + PVP 200 mg/l + Glutamine 400 mg/l + 2,4D 0,3 mg/l + BA 0,03 mg/l	Kalus berstuktur agak remah, sebagian besar membentuk embrioglobular, berwarna putih kekuningan/Callus berstuktur little crumb, mostly forming embrioglobular, yellowish-white
9.	MS + PVP 200 mg/l + Glutamine 400 mg/l + 2,4D 0,3 mg/l + BA 0,05 mg/l	Kalus berstuktur agak remah, sebagian besar membentuk embrioglobular, berwarna putih kekuningan/Callus berstuktur little crumb, mostly forming embrioglobular, yellowish-white
10.	MS + PVP 200 mg/l + Glutamine 400 mg/l + 2,4D 0,5 mg/l + BA 0,01mg/l	Kalus berstuktur agak remah, sebagian besar membentuk embrioglobular, berwarna putih kekuningan/Callus berstuktur little crumb, mostly forming embrioglobular, yellowish-white
11.	MS + PVP 200 mg/l + Glutamine 400 mg/l + 2,4D 0,5 mg/l + BA 0,03 mg/l	Kalus berstuktur agak remah, sebagian besar membentuk embrioglobular, berwarna putih kekuningan/Callus berstuktur little crumb, mostly forming embrioglobular, yellowish-white
12.	MS + PVP 200 mg/l + Glutamine 400 mg/l + 2,4D 0,5 mg/l + BA 0,05 mg/l	Kalus berstuktur agak remah, sebagian besar membentuk embrioglobular, berwarna putih kekuningan/Callus berstuktur little crumb, mostly forming embrioglobular, yellowish-white



Gambar 3. Keragaan Kalus lada dengan nodul (A), Kalus lada dengan embrioglobular (B)

Figure 3. Performance of black pepper callus with a nodule (A), Black pepper callus with embrioglobular (B)

Semua perlakuan mendapatkan kalus embriogenik dengan warna putih kekuningan, namun perlakuan yang menggunakan kombinasi perlakuan 2,4-D dengan BA terlihat lebih baik dibandingkan dengan perlakuan yang hanya menggunakan 2,4-D saja. Hasil ini menunjukkan

bahwa untuk menginduksi kalus embriogenik lada selain membutuhkan auksin juga memerlukan sitokinin (Tabel 1). Menurut Chaudhury and Qu (2000), auksin yang digunakan bersama-sama dengan sitokinin dapat menstimulasi embriogenesis, tetapi untuk menginduksi embrio

somatik diperlukan rasio tertentu dari kombinasi auksin dan sitokinin tersebut. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa ketika jaringan tanaman lada ditempatkan di medium nutrisi yang mengandung zpt (auksin dan sitokinin), sel-sel menjadi terdefrensiasi dan terbentuk kalus (Husni dan Kosmiati, 2005; Husni dan Mariska, 1994; Ibrahim dan Bermawie, 1999).

Dari Tabel 1 juga dapat dilihat bahwa perlakuan dengan kombinasi 2,4-D 0,3 - 0,5 mg/l dan BA 0,01- 0,05 mg/l merupakan media yang lebih sesuai untuk pembentukan kalus embriogenik dibandingkan dengan kombinasi lainnya. Pada kombinasi ini dijumpai embrio globular yang nantinya diharapkan dapat berkembang menjadi embrio torpedo. Embrio somatik merupakan embrio yang terbentuk dari hasil pembelahan sel embriogenik pada massa pro-embriogenik sehingga terbentuk embrio globular (Nomura dan Kamamin, 1999). Keragaan dari kalus ini diperlihatkan pada Gambar 3A dan 3B.

Kalus lada dari perlakuan induksi kalus kemudian dipindahkan ke media MS tanpa perlakuan, dan selanjutnya dipindahkan ke media regenerasi. Tahapan ini merupakan tahapan umum yang dilalui karena untuk meregenerasikan tanaman ada beberapa proses yang dimulai dengan terbentuknya massa proembriogenik berupa kalus embriogenik, yang diikuti dengan pembentukan embrio, maturasi, desikasi dan regenerasi tanaman (West dan Harada, 1993).

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mendapatkan kalus embriogenik dari eksplan daun lada Petaling 1. Kemampuan eksplan membentuk kalus embriogenik sangat dipengaruhi oleh penambahan zat pengatur tumbuh dalam media. Media MS yang diberi Polivinilpolipirrolidone 200 mg/l dan Glutamine 400 mg/l dengan perlakuan kombinasi 2,4-D 0,3 - 0,5 mg/l dan BA 0,01- 0,05 mg/l merupakan media yang lebih sesuai untuk pembentukan kalus embriogenik dibandingkan dengan kombinasi lainnya. Untuk melihat respon kalus pada media regenerasi, perlu dilakukan penelitian lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Evans D.A. and Sharp W.R. 1984. Somaclonal and gametoclinal variation. In: *evan et al.*(eds) hand book of plant cell culture. Vol.4. Technique and application, MacMilla Pub.Co.New York. p. 97-132.
- Finer, J.J. 1994. Plant regeneration via embryogenic suspension cultures. In: R.A. Dixon and R.A. Gonzales (ed). *Plant Cell Culture: A Practical Approach*. Second edition. Oxford Univ.Press Oxford, New york, Tokyo. p. 100-110.
- Gamborg, L.O. and J.P.Shyluk. 1981. Nutrion, media and characteristic of plant cell and tissue cultures.p. 21-43. In T.A. Thorpe (ed) *Plant Tissue Culture: Methods and applications in agriculture* Academic Press. Inc. Montreal, Sydney, Tokyo. p. 21-34
- Husni, A. dan I. Mariska, 1994. Daya regenerasi jaringan dan kalus lada varietas LDL melalui kultur *in vitro*. Pros. Simp.II Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Puslitbangbun.
- Husni A., I. Mariska dan M. Kosmiati, 1997. Embriosomatik tanaman lada liar. Prosiding dan Kongres III. Peripi. Bandung 24-25 September 1997.
- Husni, A. dan M. Kosmiatin. 2005. Seleksi *in vitro* tanaman lada untuk ketahanan terhadap penyakit busuk pangkal batang. *Jurnal AgriBiogen* 1(1): 13-19.
- Jain S.M. and K. Ishii. 1998. Recent Advances in Somatic Embryogenesis in Forest Trees Conservation and Management. International Foundation For Science, Stockholm Swedn.
- Jimenez, V.M. 2001. Regulation of *in vitro* somatic embryogenesis with emphasis on role of endogenous hormones. *R. Bras. Fisiol. Veg.* 13(2): 196-223.

- Mariska, I. dan D. Sukmadaya. 1991. Regenerasi tanaman lada melalui kultur jaringan. Prosiding Seminar Bioteknologi Perkebunan dan Lokakarya Biopolimer untuk Industri, Bogor: PAU Biotek-IPB p. 365-375
- Merkle, S.A., W.A. Parrott and E.G. Williams, 1990. Application of somatic embryogenesis and embryo cloning. In: S.S. Bhojwani (ed) Plant Tissue Culture; Applications and limitations. Tokyo. p. 67-93
- Nair, R. and S. D. Gupta. 2003. Somatic embryogenesis and plant regeneration in black pepper (*Piper nigrum* L.) : I. Direct somatic embryogenesis from tissues of germinating seeds and ontogeny of somatic embryos. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 78(3): 416-421.
- Nair, R. and S.D. Gupta. 2005. Effect of explants and genotypes on primary somatic embryogenesis in Black Pepper (*Piper nigrum* L.) Cytologia 70(2): 195-202.
- Nomura K. and A. Komamin, 1999. Physiological and morphological aspect of somatic embryogenesis. In: W. Soh and SS. Bhojwani (ed) Morphogenesis in Plant Tissue Cultures. Kulwer Academic, Dordrecht. Boston. London. p. 115-131.
- Patriawati, D. 1992. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh BAP dan Kinetin terhadap Induksi dan Pertumbuhan Tunas Pada Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) melalui Teknik Kultur Jaringan, Karya Ilmiah S1-Fak. Biologi. Univ. Nasional. Jakarta. 59 p.
- Raghavan, V. 1986. Embryogenesis in Angiosperms: A Developmental and Experimental Study. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Sukmadjaya, D. 1992. Perbanyakan lada (*Piper nigrum*) melalui kultur jaringan. Pros. Kerjasama Balitbang Pertanian dengan Depdikbud. 11:737-745.
- Van Arnold S., I. Sabala, P. Bozhkov, J. Dyachok and L. Filonova. 2002. Developmental pathways of somatic embryogenesis. Plant cell, Tissue and Organ Culture 69: 233-249.
- Wattimena G.A. 1992. Bioteknologi Tanaman. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat antar Universitas Bioteknologi. IPB. 309 hlm.
- West, M.A.L. and J.J. Harada. 1993. Embryogenesis in higher plants: An overview. The Plant Cell 5: 1361-1369.

KERAGAAN PERTUMBUHAN DELAPAN NOMOR JAMBU METE GRAFTING ASAL SUMBA BARAT DAYA NUSA TENGGARA TIMUR

Saefudin , Nana Heryana dan Usman Daras

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri

Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

udzin61@gmail.com

(Diajukan tanggal 24 Desember 2010, diterima tanggal 21 Februari 2011)

ABSTRAK

Evaluasi keragaan pertumbuhan beberapa nomor jambu mete asal Kabupaten Sumba Barat Daya (SBD) dilakukan di KP. Cikampek (Karawang) dari bulan Januari 2009 sampai Januari 2011. Bahan tanaman yang digunakan adalah berupa benih jambu mete grafting asal SBD sebanyak 8 nomor/aksesi sebagai batang atas (entres) dengan batang bawah varietas B-02. Rancangan percobaan yang digunakan adalah acak kelompok dengan tiga ulangan, dan setiap pohon dianggap sebagai ulangan. Analisis data dilakukan dengan analisis ragam (anova) dan perbedaan nilai dua rataan dilakukan dengan Uji BNJ taraf 5 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman asal benih grafting berbeda antar nomor pohon terpilih. Pertumbuhan nomor pohon terpilih W2 dan W9 nyata lebih baik dibandingkan dengan W1, tetapi tidak berbeda dengan nomor terpilih lainnya.

Kata kunci : *Anacardium occidentale*, pertumbuhan, sambung pucuk, Sumba.

ABSTRACT

Growth performance of 8-accesion grafted seedlings of cashew taken from South East Sumba, NTT. An experiment was carried out to evaluate the growth of grafted seedlings of cashew grown at Cikampek Research Station from January 2009 to January 2011. The grafted seedlings of cashew were developed from 8 accessions of cashew trees taken from South East Sumba and variety of B-02 used as entrees and rootstock, respectively. The experiment was arranged in randomized block design with three replicates. Analysis of variants and Tukey Test of 5% level were used to evaluate the experiment. Results showed that the growth of the grafted seedlings of cashew vary between the accessions of cashew. The growth of W2 and W9 accessions were significantly much better than that of W1, but not different with the other ones.

Keywords : *Anacardium occidentale*, grafted seedling, growth, Sumba.

PENDAHULUAN

Jambu mete merupakan komoditas unggulan nasional dengan wilayah pengembangan utamanya adalah Kawasan Timur Indonesia (KTI) seperti provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur. Harga kacang mete yang relatif stabil dan bahkan cenderung meningkat di pasar internasional telah mendorong petani untuk mengusahakan komoditas tersebut.

Pada tahun 2008, luas areal jambu mete telah mencapai 572.727 ha dengan produksi sebesar 156.652 ton dan produktivitas rata-rata sebesar 493 kg/ha (Ditjenbun, 2009). Angka

produktivitas tersebut tergolong rendah dibandingkan dengan produktivitas jambu mete di negara lain seperti Vietnam 800 kg/ha dan India 1.000 kg/ha (Chau 1998; Rao 1998). Rendahnya produktivitas mete Indonesia antara lain karena pada awal pengembangannya tahun 1970-an, penanaman jambu mete lebih diarahkan untuk konservasi tanah atau penghijauan lahan-lahan marginal. Bahan tanaman yang digunakan berasal dari biji tanpa seleksi dan teknologi budidaya yang memadai. Oleh sebab itu, produktivitas tanaman jambu mete yang dicapai juga rendah (Balittro, 1999; Rusmin *et al.*, 2006; Daras, 2007).

Tujuan utama pengembangan jambu mete mengalami pergeseran ke pertimbangan ekonomi,

yaitu peningkatan pendapatan dan kesejahteraan petani, dengan demikian penggunaan benih mete bermutu menjadi prasyarat yang harus dipenuhi dalam sistem usahatani. Hal ini penting mengingat mutu benih yang digunakan menjadi salah satu faktor penentu utama keberhasilan usahatani.

Direktorat Jenderal Perkebunan, memprediksi kebutuhan benih jambu mete tahun 2010 diperkirakan sekitar 3.060.000 benih. Di lain pihak potensi ketersediaan benih mete hanya 1.800.000 benih, sehingga masih terdapat kekurangan sebesar 1.260.000 benih (Ditjenbun, 2007).

Penyediaan bahan tanaman unggul dan bermutu pada tanaman jambu mete antara lain dapat dilakukan melalui perbanyakan secara vegetatif dengan teknik sambung pucuk (*grafting*). Sampai saat ini, penyediaan benih mete bermutu dengan pendekatan tersebut masih merupakan alternatif terbaik (Pitono, 1997; Daras *et al.*, 2008). Peluang keberhasilan peningkatan produktivitas melalui pendekatan tersebut didukung oleh sejumlah hasil-hasil penelitian. Diantaranya, Pranowo dan Saefudin (2009), melaporkan bahwa dengan kondisi lingkungan yang sesuai, tehnik *grafting* mampu mencapai keberhasilan sampai 81,0 %. Sedangkan Zaubin dan Suryadi (2002), dengan menyisakan sebanyak empat helai daun batang bawah dan dilaksanakan antara jam 8.00-11.00 mampu memberikan keberhasilan 86,4 %. Djazuli *et al.*, (2005) dengan perlakuan defoliasi yang dikombinasikan dengan penggunaan entres stadia tunas tidur memberikan keberhasilan 89,3 %. Daras *et al.*, (2010), melaporkan penggunaan ZPT mampu memberikan keberhasilan 91,4 %.

Sebagai batang atas (*entres*) dapat digunakan varietas unggul jambu mete yang telah dilepas (8 varietas) ataupun unggul lokal. Dalam jangka pendek, ketersediaan varietas unggul jambu mete untuk dijadikan sebagai sumber benih tampaknya belum dimungkinkan, terutama apabila dibutuhkan dalam jumlah banyak. Oleh sebab itu, perlu dibangun kebun-kebun induk jambu mete di sentra produksi secara baik dan terencana. Alternatif lain yang dapat dipertimbangkan dalam penyediaan benih mete bermutu adalah pemanfaatan potensi genetik nomor-nomor unggul terpilih spesifik lokasi (Baihaki, 2004), yang dikombinasikan dengan teknik *grafting*.

Kabupaten Sumba Barat Daya merupakan salah satu sentra produksi jambu mete di provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT), yang mempunyai areal tanaman jambu mete cukup luas yaitu 13.174 ha, dengan produktivitas cukup tinggi, yakni 798 kg/ha (Dishutbun, 2008). Di daerah ini diperkirakan memiliki tingkat keragaman genetik yang cukup tinggi, sehingga mendukung proses seleksi untuk mendapatkan individu-individu pohon induk potensi produksi tinggi (> 15,0 kg/pohon).

Sehubungan dengan itu, maka pada tahun 2009 dilakukan seleksi terhadap pohon-pohon induk yang berpotensi hasil tinggi pada dua populasi (lokasi) pertanaman jambu mete, yaitu di kecamatan Wewewa dan Kodi. Hasil kegiatan seleksi individu-individu pohon jambu mete di lokasi tersebut diperoleh (teridentifikasi) sebanyak 16 pohon terpilih dengan potensi hasil lebih dari 15 kg gelondong/pohon setara produksi lebih dari 1 500 kg/ha (Daras *et al.*, 2010). Sebagian materi tanaman tersebut (beberapa nomor aksesori) kemudian diperbanyak secara vegetatif (*grafting*) dan ditanam di KP. Cikampek (tentu dengan kondisi agroekologi berbeda).

Tujuan penelitian adalah mengevaluasi keragaan pertumbuhan tanaman 8 nomor terpilih, yang dikembangkan secara *grafting* dengan batang atas (*entres*) berasal dari Kabupaten Sumba Barat Daya, Nusa Tenggara Timur.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di KP. Cikampek (Jawa Barat) yang berada pada ketinggian tempat 50 m di atas permukaan laut (dpl) dengan jenis tanah laterit dan tipe iklim C (Oldeman), mulai bulan Januari 2009 sampai dengan Januari 2011.

Bahan tanaman yang digunakan adalah individu pohon berasal dari populasi jambu mete Kec. Wewewa (W), sebanyak 6 nomor/aksesori (W1, W2, W9, W14, W15, dan W19), dan populasi jambu mete Kec. Kodi (KD), sebanyak 2 nomor (KD115 dan KD125) Kabupaten Sumba Barat Daya. Bahan tanaman tersebut digunakan sebagai batang atas (*entres*), sedangkan batang bawahnya (*root stock*) digunakan varietas B 02, yang telah ditanam dan dipelihara dalam polybag hitam (ukuran 15 x 25 cm). Setelah mencapai

umur 4 bulan setelah sambung, benih jambu mete grafting tersebut dipindah-tanamkan di KP. Cikampek.

Rancangan yang digunakan adalah acak kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Asal entres, sebanyak delapan nomor pohon induk terpilih, digunakan sebagai perlakuan. Jumlah tanaman per nomor, yaitu masing-masing sebanyak tiga pohon digunakan sebagai ulangan. Benih jambu mete ditanam pada umur empat bulan setelah grafting dengan jarak tanam 8 m x 8 m dengan ukuran lubang tanam 40 x 40 x 40 cm. Setiap lubang tanam diberi pupuk dasar (pupuk kandang) sebanyak 10 kg. Selain itu, setiap tanaman diberi pupuk NPK (Phonska) dengan dosis 100 g per pohon. Untuk menghindari serangan hama dan penyakit, tanaman disemprot insektisida dan fungisida setiap dua minggu.

Pengamatan tanaman dilakukan pada umur satu tahun setelah tanam, meliputi tujuh komponen pertumbuhan vegetatif tanaman yaitu: (1) Tinggi tanaman, (2) Diameter batang, (3) Jumlah cabang, (4) Lebar tajuk, (5) Tinggi cabang utama, (6) Panjang daun, dan (7) Lebar daun.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis ragam dan pembeda nilai dua rata-rata dilakukan dengan Uji BNJ pada taraf 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis terhadap beberapa komponen pertumbuhan vegetatif tanaman jambu mete yang meliputi tinggi pohon, diameter batang, tinggi cabang utama dan jumlah cabang (Tabel 1). Nomor (aksesi) W 1 memperlihatkan pertumbuhan tanaman yang paling lambat, yaitu hanya mencapai tinggi tanaman 131,0 cm pada umur 1 tahun di lapangan. Capaian tinggi tanaman tersebut nyata lebih rendah dibanding aksesori jambu mete lain yang diuji. Sebaliknya, aksesori W2 menghasilkan pertumbuhan (tinggi) tanaman terbesar (203.0 cm). Namun capaian ukuran tinggi tanaman terbesar tersebut tidak berbeda nyata dengan enam nomor lainnya (W9, W14, W15, W16, KD115 dan KD125).

Tabel 1. Keragaan pertumbuhan tanaman delapan nomor/aksesi terpilih jambu mete Kab. Sumba Barat Daya, NTT.

Table 1. Growth performance of eight-selected numbers of cashew from Sumba Barat Daya, NTT.

No. Pohon	Tinggi pohon (cm)	Diameter batang (mm)	Tinggi cabang utama (cm)	Jumlah cabang
W 1	131.0 a	28.7 a	40.3 a	10.0 a
W 2	203.0 b	46.3 b	31.3 a	15.3 a
W 9	185.7 b	47.0 b	37.0 a	16.3 a
W14	163.0 ab	45.0 ab	41.7 a	12.3 a
W15	172.7 ab	37.0 ab	48.3 a	16.0 a
W16	183.3 ab	39.3 ab	55.7 a	15.0 a
KD115	196.7 b	43.7 ab	42.0 a	17.7 a
KD125	183.7 ab	40.3 ab	40.7 a	16.3 a
KK (%)	10.5	15.6	24.3	24.9

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 %

Tabel 2. Keragaan pertumbuhan vegetatif delapan nomor terpilih jambu mete asal Sumba Barat Daya NTT pada umur 1 tahun di lapangan

Table 2. Performance of vegetative growth of eight accession of cashew from Sumba Barat Daya NTT at 1 year old in the field.

No. pohon	Lebar Tajuk (cm)	Panjang daun (cm)	Lebar daun (cm)
W 1	128.3 a	14.0 a	7.7 ab
W 2	216.7 b	16.3 a	9.3 b
W 9	200.0 b	16.3 a	9.7 b
W 14	163.3 ab	14.0 a	8.3 ab
W 15	156.7 ab	16.0 a	7.7 ab
W 16	155.0 ab	17.0 a	8.7 ab
KD 115	158.3 ab	15.7 a	6.7 a
KD 125	163.3 ab	15.0 a	8.3 ab
KK (%)	13.5	10.0	10.2

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 %

Diameter batang, aksesori W1 ternyata memiliki ukuran lebih kecil hanya 28.7 cm, yang nyata lebih rendah dibandingkan dengan nomor W2 dan W9 yang masing-masing sebesar 46.3 dan 47.0 mm, tetapi tidak berbeda dengan nomor terpilih lainnya.

Pada umur tanaman satu tahun, nomor pohon terpilih W2 dan W9 mempunyai tinggi tanaman berkisar 185,7-203,0 cm, diameter batang 46,3-47,0 mm, dan lebar tajuk 200,0-216,7 cm, yang tergolong tinggi dan hampir menyamai pertumbuhan tanaman varietas BO2 umur 1,5 tahun di lokasi yang sama, yaitu dengan tinggi tanaman 190,0-206,2 cm, diameter batang 38,4-47,2 mm dan lebar kanopi 142,5-190,0 cm (Dhalimi, 2004). Adanya perbedaan kecepatan pertumbuhan tanaman tersebut diduga berhubungan erat dengan pengaruh faktor genetik. Artinya, kemampuan adaptasi setiap nomor terpilih pada lingkungan yang berbeda tidak sama dan diduga beberapa nomor diantaranya lebih baik dibanding nomor terpilih lainnya. Seperti dilaporkan Daras *et al.* (2010) bahwa nomor pohon terpilih W2 dan W9 adalah nomor-nomor pohon yang termasuk menonjol dan mempunyai potensi produksi tinggi, masing-masing mencapai 39,2 dan 36,9 kg/ph, yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata produksi pohon terpilih yang hanya 19,5 kg/ph. Data di atas menguatkan pendapat Daras (2007), yang menyatakan bahwa dari segi ketersediaan bahan tanaman, produktivitas mete Indonesia, khususnya di NTB dan NTT, berpeluang besar untuk dapat ditingkatkan. Besarnya intensitas cahaya matahari yang diterima dan jenis tanah yang tidak sama, diperkirakan ikut mempengaruhi perbedaan tersebut.

Diameter batang dapat dijadikan ukuran kecukupan tanaman terhadap sinar matahari yang diterima. Tanaman yang kurang penyinaran akan tumbuh kecil dan tinggi atau disebut etiolasi. Sebaliknya, penyinaran yang berlebihan akan menghambat pertumbuhan tinggi tanaman. Gardner *et al.*, (1991), menyatakan bahwa etiolasi atau pemanjangan ruas yang hebat terjadi karena tanaman ternaung sehingga terjadi peningkatan auksin yang mungkin bekerja secara sinergis dengan GA. Secara teoritis perusakan auksin karena cahaya lebih sedikit pada tegakan yang ternaung, karena penyinaran yang kuat menurunkan auksin dan mengurangi tinggi tanaman.

Tinggi cabang utama dan jumlah cabang tidak berbeda untuk setiap nomor pohon. Jumlah cabang bervariasi antara 10,0-17,7, sedang tinggi cabang utama bervariasi antara 31,3-55,7 cm.

Hasil analisis tersebut (Tabel 2), menunjukkan bahwa lebar tajuk tanaman nomor W1 nyata lebih sempit hanya 128,3 cm dibandingkan dengan tanaman dari nomor W2 dan W9, yang masing-masing mencapai 216,7 dan 200,0 cm, walaupun tidak berbeda nyata dengan nomor terpilih lainnya yang berkisar antara 155,0-163,3 cm.

Karakter panjang daun tanaman jambu mete dari delapan nomor terpilih tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Panjang daun nomor-nomor jambu mete terpilih tersebut berkisar antara 14,0-17,0 cm. Sedangkan karakter lebar daun menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara nomor pohon terpilih. Nomor pohon terpilih W2 dan W9 mempunyai daun nyata lebih lebar yaitu 9,3 dan 9,7 cm dibandingkan dengan nomor terpilih KD115 yaitu 6,7, tetapi dengan tanaman asal nomor pohon terpilih lainnya tidak berbeda.

Berdasarkan fungsi daun pada pertumbuhan tanaman, maka tanaman dengan lebar tajuk yang besar dan daun yang lebar diduga lebih cepat menyokong pertumbuhan awal di lapang dengan lebih baik dan lebih cepat karena daun merupakan sarana tanaman untuk menghasilkan fotosintat yang sangat diperlukan untuk tumbuh kembangnya tanaman. Menurut Gardner *et al.*, (1991), bahwa fungsi daun bagi tanaman adalah sebagai organ utama fotosintesis.

Dari uraian di atas dapat dinyatakan bahwa pada awal pertumbuhan tanaman dari benih sambung pucuk beberapa nomor terpilih asal Kabupaten Sumba Barat Daya menunjukkan adanya perbedaan pada karakter tinggi tanaman, diameter batang, lebar tajuk dan lebar daun. Hal ini diduga karena perbedaan faktor genetik tanaman yang diharapkan akan menjadi materi pengembangan tanaman jambu mete ke depan, khususnya untuk nomor-nomor yang memberikan pertumbuhan yang lebih baik pada daerah pengembangan yang lebih luas dan bervariasi. Melihat karakter pertumbuhannya dikaitkan dengan habitus awal beberapa nomor memberikan harapan, khususnya nomor pohon terpilih W2 dan W9.

KESIMPULAN

Pertumbuhan awal tanaman jambu mete asal benih grafting berbeda antar nomor pohon terpilih. Pertumbuhan nomor pohon terpilih W2 dan W9 ternyata lebih baik dibandingkan dengan W1, tetapi tidak berbeda dengan nomor terpilih lainnya. Rataan tinggi pohon, diameter batang dan lebar tajuk tanaman W2 adalah 203,0 cm, 46,3 mm dan 216,7 cm, sedangkan tanaman W9 adalah 185,7 cm, 47,0 mm dan 200,0 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Baihaki, A. 2004. Mengantisipasi Persaingan dalam Menuju Swa Sembada Varietas Unggul. Simposium PERIPI 2004. Balittro 5 – 7 Agustus 2004. 17 hal.
- Balittro. 1999. Program Penelitian Jambu Mete. Penyusunan Prioritas dan Design Program Penelitian Tanaman Industri. Balittro, Bogor. 11 hal.
- Chau, N.M. 1998. Integrated Production Practices of Cashew in Vietnam. Integrated Production Practices of Cashew in Asia. RAP Publication 1998 /12. FAO. Regional Office for Asia and The Pacific. Bangkok, Thailand : 68 – 73p.
- Daras, U. 2007. Strategi dan inovasi teknologi peningkatan produktivitas jambu mete di Nusa Tenggara. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 26 (1): 25-34.
- , N. Heryana, Rusli, N. Yuniyati dan M. Hadad. 2008. Teknologi Grafting Tanaman Jambu Mete. Sirkuler Teknologi Tanaman Rempah dan Aneka tanaman Industri. 1(2): 1-6.
- , Saefudin, B. Sudjarmoko, N. Heryana dan Y. Bombo. 2010. Pelepasan varietas unggul jambu mete dengan produktivitas > 1.5 ton/ha pada lahan kering iklim kering. Laporan akhir TA 2009. Balittri.
- Dhalimi, A. 2004. Pengaruh dosis pupuk dan agihan pemupukan terhadap pertumbuhan jambu mete (*Anacardium occidentale*). Jurnal Penelitian Tanaman Industri. 10 (1): 21-27.
- Dishutbun. 2008. Angka Tetap Statistik Perkebunan. Dinas Perkebunan dan Kehutanan kabupaten Sumba Barat Daya. Tambolaka.
- Djazuli, M., J.T. Yuhono, R. Suryadi dan M. Hadad. 2005. Pengaruh waktu defoliasi dan stadia entres terhadap keberhasilan sambung pucuk jambu mete. Gakuryoku XI (1): 94-97.
- Ditjenbun. 2007. Road map Jambu Mete. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.
- , 2009. Statistik Perkebunan Indonesia. Jambu Mete. Direktorat Jenderal Perkebunan. Departemen Pertanian. Jakarta
- Gardner, F. P., R.B. Pearce dan R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. 428 hal.
- Pitono, J. 1997. Peluang metoda penyambungan mengatasi permasalahan bahan tanaman jambu mete. Prosiding Forum Komunikasi Ilmiah Perbenihan Tanaman Rempah dan Obat. Balittro. Hal 215 – 219.
- Pranowo, D. dan Saefudin. 2009. Pengaruh tempat terhadap keberhasilan sambung pucuk dan pertumbuhan bibit jambu mete. Laporan Hasil Penelitian. Balittri. 11 hal
- Rao. E.V.V. B., 1998. Integrated Production practices of cashew in India. In: Integrated Production Practices of Cashew in Asia. FAO. Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok, Thailand. 15 – 25 p.

Rusmin, D., Sukarman dan Melati. 2006. Pengaruh batang atas dan bawah terhadap keberhasilan penyambungan jambu mete (*Anacardium occidentale* L). Jurnal Penelitian Tanaman Industri. 12 (1): 32-37.

Zaubin, R. dan R. Suryadi. 2002. Pengaruh topping, jumlah daun dan waktu penyambungan terhadap keberhasilan pengembangan jambu mete di lapangan. Jurnal Penelitian Tanaman Industri. 8(2): 55-59.

KETENTUAN PENULISAN NASKAH

BULETIN RISET TANAMAN REMPAH DAN ANEKA TANAMAN INDUSTRI: Merupakan publikasi ilmiah yang memuat hasil penelitian komoditas tanaman rempah dan industri yang belum pernah dipublikasikan.

NASKAH: Ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris, diketik pada kertas HVS ukuran A4 dengan jarak dua spasi, dalam format MS Word, font Times New Roman 12, maksimal 15 halaman.

JUDUL: Ringkas, padat, jelas, menggambarkan isi dan substansi tulisan serta tidak lebih dari 15 kata. Ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Inggris

PENULIS: Ditulis tanpa gelar disertai nama, instansi, dan alamat tempat penulis bekerja.

ABSTRAK: Merupakan intisari dari seluruh tulisan, memuat masalah, tujuan, tempat, waktu, metode, analisis, hasil dan penelitian, maksimal 300 kata, ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Inggris.

KATA KUNCI: Kata yang mewakili isi naskah, tidak lebih dari 9 (sembilan) kata menurut ketentuan AGROVOC.

PENDAHULUAN: Berisi latar belakang, masalah, referensi yang berhubungan dengan masalah dan tujuan.

BAHAN DAN METODE atau **METODOLOGI PENELITIAN:** Memuat uraian tentang bahan, alat, tempat, waktu, dan metode analisis yang digunakan, untuk makalah tinjauan dapat menyesuaikan dengan topiknya.

HASIL DAN PEMBAHASAN: Memuat hasil penelitian dan dikemukakan secara jelas. Judul tabel, grafik diagram, foto dan gambar ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Pembahasan menguraikan arti hasil penelitian, kaitannya dengan penelitian terdahulu serta pemecahan masalah dan kemungkinan pengembangannya, untuk makalah tinjauan dapat menyesuaikan dengan topiknya.

KESIMPULAN: Memuat intisari dari pembahasan penelitian, ditulis secara singkat, padat, dan jelas, bila perlu dilengkapi dengan saran atau implikasi.

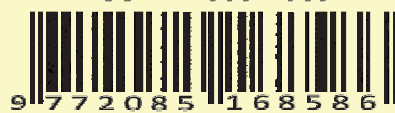
UCAPAN TERIMA KASIH: Bila dipandang perlu, ucapan terima kasih dapat dikemukakan setelah Kesimpulan.

DAFTAR PUSTAKA: Memuat nama pengarang, tahun terbit, judul tulisan, judul terbitan, volume, nomor seri dan kota terbit, disusun secara alfabetis, mengacu pada model standar. Pengacuan Pustaka 80 sedapat mungkin persen merupakan terbitan sepuluh tahun terakhir dan berasal dari sumber acuan primer.

PROSEDUR PENGIRIMAN NASKAH: Naskah dikirimkan kepada Penyunting Buletin RISTRI, jumlah naskah dua eksemplar disertai file elektronik naskah, atau melalui e-mail, disertai surat pengantar dari Kepala Unit Kerja masing-masing. Redaksi juga menerima naskah dari luar Puslitbang Perkebunan.

PENYUNTING berhak untuk menyunting naskah tanpa mengubah isi dan makna tulisan atau menolak suatu naskah. Naskah yang tidak diterbitkan tidak akan dikembalikan kepada penulis.

ISSN 2085-1685



9 772085 168586