

ISSN : 0215-0824

e-ISSN : 2527-4414

BULETIN PENELITIAN
TANAMAN REMPAH DAN OBAT
Bulletin of Research on Spice and Medicinal Crops

Akreditasi LIPI No. 778/Akred/P2MI-LIPI/08/2017

Volume 28, Nomor 2, Desember 2017



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Agency for Agricultural Research and Development
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERKEBUNAN
Indonesian Center for Estate Crops Research and Development
Bogor, Indonesia

Bul. Littro	Vol. 28	No. 2	hlm. 105-219	Bogor, Desember 2017	ISSN 0215-0824 e-ISSN : 2527-4414
-------------	---------	-------	--------------	-------------------------	--------------------------------------

ISSN : 0215-0824
e-ISSN : 2527-4414

BULETIN PENELITIAN
TANAMAN REMPAH DAN OBAT
Bulletin of Research on Spice and Medicinal Crops

Akreditasi LIPI No. 778/Akred/P2MI-LIPI/08/2017

Volume 28, Nomor 2, Desember 2017

Penanggung Jawab

Kepala
Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Dewan Redaksi

Ketua merangkap Anggota
Dr. Oti Rostiana, M.Sc (Pemuliaan dan Genetika
Tanaman)

Anggota

Prof. Dr. Supriadi (Fitopatologi)
Dr. Ir. Ireng Darwati (Fisiologi)
Dr. Ir. Dono Wahyuno (Fitopatologi)
Ir. Ekwasita Rini Pribadi (Sosial Ekonomi)

Redaksi Pelaksana

Dra. Nur Maslahah, M.Si.
Hera Nurhayati, SP.
Eko Hamidi
Efiana, S.Mn
Tini Nurcahaya, S.Kom (IT Support)

Alamat

Jalan Tentara Pelajar No. 3 Cimanggu, Bogor 16111
Telp. (0251) 8321879 - Fax. (0251) 8327010
E-mail : buletintro@gmail.com
Website : <http://balittro.litbang.pertanian.go.id>
URL : <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/bultro>

Sumber Dana

DIPA Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
TA. 2017

ISSN : 0215-0824
e-ISSN : 2527-4414

BULETIN PENELITIAN TANAMAN REMPAH DAN OBAT

terbit dua nomor setiap volume dalam satu tahun (Mei dan Desember) memuat karya tulis ilmiah hasil penelitian tentang tanaman rempah dan obat yang belum pernah dipublikasikan

MITRA BEBESTARI

- Prof. Dr. Ir. Agus Kardinan, M.Sc (*Entomologi-Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Indonesia*), (h-index : 6)
- Prof. Dr. Ir. Deciyanto Soetopo (*Entomologi-Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Indonesia*), (h-index : 4)
- Prof. Dr. Dwinardi Apriyanto (*Ilmu Hama-University Bengkulu, Indonesia*), (Scopus ID : 6507231035)
- Prof. Dr. Ir. Dyah Iswantini (*Biokimia-Institut Pertanian Bogor, Indonesia*), (ID Scopus : 6505944957)
- Dr. Edi Santoso, SP., MSi (*Ekofisiologi-Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta IPB, Indonesia*)
- Prof. Dr. Ir. Elna Karmawati (*Entomologi-Center for Estate Crops Research and Development, Indonesia*), (Scopus ID : 26531334600)
- Dr. Hagus Tarno, Agr.Sc (*Entomologi-Universitas Brawijaya, Indonesia*), (Scopus ID : 36163526900; h-index : 2)
- Dr. Ir. I Made Samudera (*Entomologi Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian*)
- Prof. Dr. Ir. I Wayan Laba (*Entomologi-Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Indonesia*), (h-index : 6)
- Dr. Lisnawita (*Fitopatologi-Universitas Sumatera Utara, Indonesia*), (Scopus ID: 55780066800)
- Dr. Ir. Muhamad Yunus, M.Si (*Pemulia Tanaman-Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Indonesia*)
- Prof. Dr. Nanik Setyowati (*Budidaya Tanaman-Universitas Bengkulu, Indonesia*), (ID Scopus : 57189367022)
- Dr. Neni Rostini (*Pemulia Tanaman-Universitas Padjadjaran Bandung, Indonesia*), (h-index : 5)
- Dr. Ir. Nurliani Bermawie (*Pemuliaan-Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Indonesia*), (Scopus ID : 55993158700; h-index : 1)
- Dr. Ratu Safitri, MS (*Mikrobiologi-Universitas Padjajaran Bandung, Indonesia*), (ID Scopus : 6506729561)
- Prof. Dr. Ir. Risfaheri, M.Si (*Teknologi Pascapanen- Indonesian Center for Agricultural Postharvest Research and Development, Indonesia*)
- Prof. Dr. Ir. Rosihan Rosman, MS (*Ekofisiologi-Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Indonesia*)
- Dr. Ir. Siswanto, M.Phil, (*Entomologi-Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Indonesia, Indonesia*)
- Dr. Sri Yuliani (*Teknologi pascapanen-Indonesian Center for Agricultural Postharvest Research and Development, Indonesia*), (Scopus ID : 9844293200 / h-Index : 6)
- Prof. Ir. Totok Agung Dwi Haryanto, M.P, Ph.D (*Pemulia Tanaman-Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia*), (Scopus ID : 6506751630)
- Ir. Usman Daras, M.Agr.Sc (*Budidaya Tanaman-Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Indonesia*), (Scopus ID : 56429655600; h-index : 2)
- Dr. Yudiwanti (*Pemulia Tanaman-Institut Pertanian Bogor, Indonesia*), (h-index : 2)
- Dr. Yulin Lestari (*Kimia-Institut Pertanian Bogor, Indonesia*), (ID Scopus : 35107494200)
- Dr. Yuyu Suryasari (*Biologi Molekuler-Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi-LIPI, Indonesia*), (Scopus ID : 6503885123)

BULETIN PENELITIAN
TANAMAN REMPAH DAN OBAT
Bulletin of Research on Spice and Medicinal Crops
Akreditasi LIPI No. 778/Akred/P2MI-LIPI/08/2017

Volume 28, Nomor 2, Desember 2017

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Volume 28, Nomor 2, untuk tahun 2017 dapat diselesaikan. Buletin ini berisi 11 artikel yang terdiri dari berbagai bidang masalah dan disiplin ilmu pada Tanaman Rempah dan Obat. Artikel pertama Pertumbuhan, Produktivitas dan Kualitas Lima Belas Aksesori Kayumanis Ceylon pada Dataran Sedang Solok Sumatera Barat. Artikel kedua adalah Karakteristik Produksi dan Mutu Lada Lokal Kalimantan Timur. Artikel ketiga menyajikan Pengaruh Pupuk Hijau Tanaman Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia*) dan Pupuk Kandang terhadap Produksi Tanaman Ekinase (*Echinacea purpurea*). Artikel keempat Tanggap Pertumbuhan Bibit *Gyrinops verstegii* terhadap Pemangkasan Cabang dan Pemupukan Daun. Artikel kelima adalah Pengaruh Katalis Basa pada Pemurnian Sitronelal dalam Minyak Jeruk Purut Diendapkan oleh NaHSO_3 dan Na_2SO_3 . Artikel keenam Efikasi Formula Tunggal Minyak Cengkeh, Eukaliptus, Mimba, dan Seraiwangi terhadap Penyakit Budok pada Tanaman Nilam. Artikel ketujuh Pestisida Nabati Minyak Kayumanis dan Seraiwangi untuk Pengendalian Hama Penggulung Daun Nilam *Pachyzancla stultalis*. Artikel kedelapan The Effect of Essential Oil Formulas on Mortality and Oviposition Deterrent of *Helopeltis antonii*. Artikel kesembilan Efek Fumigan dan Repelen Fraksi Minyak Atsiri *Mentha piperita* terhadap *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Artikel kesepuluh Persistensi Residu Insektisida Nabati Piretrum dan Mimba pada Tanaman Padi. Artikel kesebelas adalah Analisis Finansial Penggunaan Pestisida Nabati Pada Usahatani Jahe Putih Besar (Studi Kasus Kecamatan Tanjungkerta, Sumedang).

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua penulis yang sudah mengisi Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (*Bul. Littro*) dan kepada semua pihak yang sudah membantu, sehingga *Bul. Littro* dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Akhir kata semoga artikel dalam *Bul. Littro* ini bermanfaat, khususnya bagi yang memerlukan.

Ketua Dewan Redaksi

Dr. Oti Rostiana, M.Sc

BULETIN PENELITIAN
TANAMAN REMPAH DAN OBAT
Bulletin of Research on Spice and Medicinal Crops

Akreditasi LIPI No. 778/Akred/P2MI-LIPI/08/2017

Volume 28, Nomor 2, Desember 2017

DAFTAR ISI

Pertumbuhan, Produktivitas dan Kualitas Lima Belas Aksesori Kayumanis Ceylon pada Dataran Sedang Solok Sumatera Barat Erma Suryani, Nurmansyah, Susi Purwiyanti dan Oti Rostiana	105-112
Karakteristik Produksi dan Mutu Lada Lokal Kalimantan Timur Oti Rostiana, Dyah Manohara, Agus Ruhnayat dan Wiratno	113-126
Pengaruh Pupuk Hijau Tanaman Kembang Bulan (<i>Tithonia diversifolia</i>) dan Pupuk Kandang terhadap Produksi Tanaman Ekinase (<i>Echinacea purpurea</i>) Dian Susanti, Harto Widodo, dan Erri S. Hartanto	127-136
Tanggap Pertumbuhan Bibit <i>Gyrinops verstegii</i> terhadap Pemangkasan Cabang dan Pemupukan Daun Albert Husein Wawo, Ning Wikan Utami dan Ninik Setyowati	137-144
Pengaruh Katalis Basa pada Pemurnian Sitronelal dalam Minyak Jeruk Purut Diendapkan oleh NaHSO_3 dan Na_2SO_3 Dewi Hafidloh, Warsito, dan Edi Priyo Utomo	145-152
Efikasi Formula Tunggal Minyak Cengkeh, Eukaliptus, Mimba, dan Seraiwangi terhadap Penyakit Budok pada Tanaman Nilam Sri Yuni Hartati, Sukanto, Nuri Karyani dan Zulhisnain	153-162
Pestisida Nabati Minyak Kayumanis dan Seraiwangi untuk Pengendalian Hama Penggugulung Daun Nilam <i>Pachyzancla stultalis</i> Herwita Idris dan Nurmansyah	163-170
The Effect of Essential Oil Formulas on Mortality and Oviposition Deterrent of <i>Helopeltis antonii</i> Tri Lestari Mardiningsih and Ma'mun	171-180
Efek Fumigan dan Repelen Fraksi Minyak Atsiri <i>Mentha piperita</i> terhadap <i>Tribolium castaneum</i> (Coleoptera: Tenebrionidae) Sunaryo Syam, Idham Sakti Harahap, dan Dadang	181-190
Persistensi Residu Insektisida Nabati Piretrum dan Mimba pada Tanaman Padi Agus Kardinan, Tri Eko Wahyono dan Nurbetti Tarigan	191-198
Analisis Finansial Penggunaan Pestisida Nabati Pada Usahatani Jahe Putih Besar (Studi Kasus Kecamatan Tanjungkerta, Sumedang) Ermia	199-209
Indeks Penulis	211-212
Indeks Abstrak	213-219

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Agency for Agricultural Research and Development
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERKEBUNAN
Indonesian Center for Estate Crops Research and Development
Bogor, Indonesia

PERTUMBUHAN, PRODUKTIVITAS DAN KUALITAS LIMA BELAS AKSESI KAYUMANIS CEYLON PADA DATARAN SEDANG SOLOK SUMATERA BARAT

The Growth, Productivity and Quality of Fifteen Accessions of Ceylon Cinnamon at Medium Elevation of Solok, West Sumatera

Erma Suryani, Nurmansyah, Susi Purwiyanti dan Oti Rostiana

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111

INFO ARTIKEL

Article history:

Diterima : 23 Agustus 2017

Direvisi : 19 September 2017

Disetujui : 02 Oktober 2017

Kata kunci:

Cinnamomum zeylanicum;
aksesi; produktivitas; kualitas;
dataran menengah

Key words:

Cinnamomum zeylanicum;
accession; productivity;
quality; medium elevation

ABSTRAK/ABSTRACT

Evaluasi pertumbuhan, produktivitas dan kualitas 15 aksesori kayumanis ceylon (*Cinnamomum zeylanicum*) pada dataran menengah di KP. Laing Solok Sumatera Barat, dilakukan sejak Januari 2007 sampai April 2013. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan 15 perlakuan (aksesi) dan 3 ulangan. Parameter pengamatan meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang, tebal kulit, produksi kulit batang, produksi daun, rendemen minyak dan komponen minyak. Analisa komponen minyak dilakukan menggunakan GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman terbaik terdapat pada aksesori Cz116 (497,67 cm) dan Cz130 (478,33 cm). Diameter batang terbesar didapat pada aksesori Cz116 (12,33 cm), , jumlah cabang terbanyak Cz130 (30,00). Produksi kulit batang kering tertinggi didapat pada aksesori Cz130 (4.350 g.pohon⁻¹) dan terendah pada aksesori Cz103 (1.800 g.pohon⁻¹). Produksi daun tertinggi didapatkan pada aksesori Cz115 dan Cz116 masing-masing 18.700 dan 18.366,67 g.pohon⁻¹, dan terendah dihasilkan dari aksesori Cz103 yaitu 7.633,33 g.pohon⁻¹. Rendemen minyak kulit batang tertinggi didapat pada aksesori Cz112 dan Cz130 masing-masing 0,75 % dan terendah pada Cz111 (0,27 %). Cinnamaldehyd tertinggi didapat pada aksesori Cz135 (61,24 %), diikuti Cz122 (59,38 %) dan terendah didapat pada Cz117 (37,78 %). Komponen kimia minyak kulit batang dari aksesori Cz135 didapatkan 51 komponen dengan komponen utama adalah cinnamaldehyde 61,29 %, eugenol 6,87 %, β -caryophyllane 6,59 % cinnamyl acetat 5,61 %, β -phellandrene 4,79 %, dillapiole 3,39 %, benzoic acid 1,82 %, linalool 1 %, dan 43 komponen lainnya masing-masing dibawah 1 %.

The evaluation of growth, productivity and quality of 15 accessions of Ceylon cinnamon (Cinnamomum zeylanicum Blume) at the medium elevation in Laing Research Installation Solok West Sumatra, has been conducted from January 2007 to April 2013. The experiment was arranged in Randomized Block Design with 15 treatments (accessions) and repeated three times. Parameter observed were plant height, stem diameter, number of branches, bark thickness, bark production, leaf production, oil yield and components of oils. The results showed that, the highest plant height was Cz116 (497.67 cm) and Cz130 (478.33 cm). The largest stem diameter was Cz116 (12.33 cm) followed by Cz115 (11.33 cm) Cz102 (11.00 cm) and Cz129 (11.00 cm). The highest branch number was Cz130 (30.00), Cz115 (29.00), Cz122 (29.00) and Cz135 (28.66). The highest production of dry bark was Cz130 (4,350 g.tree⁻¹) and the lowest one was Cz103 (1,800 g.tree⁻¹). The highest leaf production was Cz115 (18,700 g.tree⁻¹ and Cz116 (18366.67 g.tree⁻¹), and the lowest one was Cz103 (7,633.33 g.tree⁻¹). The highest of oil yield was Cz112 and Cz130 0.75 % each and the lowest one was Cz111 (0.27 %). The highest of cinnamaldehyde content was

* Alamat Korespondensi : ermasy030565@yahoo.com

Czl35 (61.24 %), followed by Czl22 (59.38 %) and the lowest one was Czl17 (37.78 %). The chemical components of oils of cinnamon bark analyzed by GCMS from Czl35 accession consisted of 51 components and the primary components were cinnamaldehyde 61.29 %, eugenol 6.87 %, β -caryophyllene 6.59 %, cinnamyl acetate 5.61 %, β -phellandrene 4.79 %, dillapiolene 3.39 %, benzoic acid 1.82 %, Linalool 1 %, and 43 other components each below 1 %.

PENDAHULUAN

Tanaman kayumanis (*Cinnamomum* spp), merupakan genus terbesar dari keluarga Lauraceae, mencakup 250 spesies yang tersebar di India, Srilangka dan daerah Asia tropik. Beberapa spesies yang komersial diantaranya adalah *Cinnamomum zeylanicum* Blume, *C. cassia* Blume, *C. tamala* Ness, *C. comphora* Seib (Mallavarapu dan Rao 2007) dan *C. burmanii* (Nees & T. Nees) Blume (Muis *et al.* 2008).

Cinnamomum zeylanicum Blume (kayumanis ceylon), dikenal juga dengan *true cinnamon*, merupakan pohon ukuran sedang dengan tinggi mencapai 6-8 m dan berdaun lebat (Mallavarapu dan Rao 2007), pertama kali dibawa ke Indonesia pada tahun 1825 oleh bangsa Belanda (Purseglove 1977). Pengembangan tanaman ini di Pulau Jawa tidak seperti yang diharapkan dan kualitas kulit yang dihasilkan tidak sebaik hasil di negara asalnya Srilangka (Rismunandar 1989). Kayumanis ceylon paling baik dibudidayakan di dataran rendah hutan hujan tropis dengan suhu rata-rata 29,8 °C dan curah hujan 85-100 inchi.tahun⁻¹ (Purseglove 1977). Daswir (2005) menyatakan tanaman kayumanis juga dapat ditanam pada berbagai jenis tanah dari dataran rendah sampai sedang pada ketinggian 0-600 m dpl.

Kayumanis ceylon banyak dimanfaatkan sebagai rempah, flavor pada makanan dan minuman dan untuk obat-obatan (Muis *et al.* 2008), bakterisidal terhadap bakteri gram positif seperti *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *B. thuringensis* dan *B. Subtilis* (Joshi *et al.* 2009), fungisidal terhadap jamur *Colletotrichum musae*, *Lasiodiplodia theobromae* dan *Fusarium proliferatum* (Ranasinghe *et al.* 2003), *Phytophthora capsici*, *Sclerotium rolfsii* dan *Fusarium oxysporum* (Nurmansyah 2004). Bersifat insektisidal yang efektif untuk nyamuk *Anopheles*, *Culex* dan *Aedes aegypti* (Samarasekera *et al.* 2005), hama Aphis

pada tanaman klausena (Nurmansyah 2011). Ekstrak kayumanis ceylon juga memiliki aktifitas sebagai antioksidan (Jayaprakasha *et al.* 2006 dan 2007; Ranasinghe *et al.* 2013).

Hasil utama dari tanaman kayumanis ceylon adalah kulit batang dan daun yang kemudian didestilasi untuk memperoleh minyak atsiri (*cinnamon bark oil*) berkisar antara 0,5-1 % (Mallavarapu dan Rao 2007). Panen pertama dilakukan pada umur 4-5 tahun atau saat tinggi tanaman 2-3 m, dengan diameter batang 1,25-5,1 cm (Purseglove 1977; Soetrisno 1972). Produksi kulit kering pada tanaman umur 8 tahun di Cimanggu, Bogor (240 m dpl) adalah 4,20 kg (Zamarel dan Hamid 1990).

Komponen aromatik terpenting dalam minyak kulit batang kayumanis ceylon adalah cinnamic aldehid dan eugenol. Minyak kulit batang kayumanis mengandung 60 % cinnamic aldehid dan 10 % eugenol (Purseglove 1977). Kandungan lainnya adalah terpen dan seskuiterpen (Soetrisno 1972). Daun yang telah dilayukan selama 3 hari mengandung 0,5-2 % minyak daun dengan komponen utama 65-95 % eugenol dan cinnamic aldehid kurang dari 3 % (Purseglove 1977). Daun kayumanis ceylon relatif keras berwarna hijau, berbentuk ovatus, elip dengan ukuran 5-17 cm x 3-10 cm, kuat dan aromatik, tiga tulang daun keluar dari dasar daun, petiole 1-2 cm, bunga majemuk terminalis dan axilaris, pedunculus 5-7 cm, individual bunga sangat kecil lebih kurang 3 mm. Biji ovoid 1,5-2 cm panjangnya, berkecambah setelah penyemaian selama 2-3 minggu (Purseglove 1977; Suryani dan Nurmansyah 2015). Berdasarkan hasil inventarisasi dan karakterisasi tanaman kayumanis ceylon di Kebun Percobaan Laing Solok Sumatera Barat diperoleh 35 nomor aksesori dengan variasi cukup tinggi (Suryani dan Nurmansyah 2009).

Variasi karakter yang cukup tinggi menandakan keragaman genetik yang luas. Hal

tersebut berperan penting dalam program pemuliaan tanaman. Oleh karena itu perlu dilakukan studi keragaman genetik aksesori-aksesori kayumanis agar dapat digunakan sebagai sumber gen untuk merakit varietas unggul.

Studi keragaman genetik antara lain didasarkan pada perbedaan dan persamaan karakter morfologi suatu tanaman. Perbedaan dan persamaan tersebut dapat digunakan untuk mengetahui jauh dekatnya hubungan kekerabatan. Penggunaan analisis gerombol (kluster) ditujukan untuk mengelompokkan data (pengamatan) ke dalam beberapa kelas (gerombol) dengan kriteria pengelompokan berdasarkan pada ukuran ketidakmiripan. Karakteristik pengamatan dalam suatu gerombol memiliki tingkat ketidak-miripan yang rendah, sedangkan antar gerombol memiliki tingkat ketidakmiripan yang tinggi (Mattjik dan Sumertajaya 2011). Ketidakmiripan antar objek dapat diukur dengan menggunakan ukuran jarak seperti jarak euclid (akar ciri), semakin dekat atau kecil jarak euclid antar genotipe menandakan semakin mirip genotipe tersebut.

Penelitian bertujuan untuk mengobservasi produksi, rendemen minyak dan komponen kimianya, serta menganalisis keragaman genetik 15 aksesori kayumanis ceylon berdasarkan karakter morfologi, pada penanaman di dataran menengah Laing Solok (460 m dpl.) untuk mendapatkan calon varietas unggul.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Laing Solok sejak Januari 2007 sampai April 2013, pada ketinggian 460 m dpl dengan pH tanah 5,5-6,0. KP. Laing memiliki tipe iklim B (Schmidt & Ferguson) atau C2 (Oldeman) dengan suhu udara 18,12-31,71 °C, curah hujan 1.500-2.000 mm.tahun⁻¹ dan kelembapan udara 80-86 % (Daswir 1991).

Bahan tanaman yang diuji adalah 15 aksesori kayumanis ceylon yang berasal dari 35 aksesori yang ada di KP. Laing Solok. Lima belas aksesori terpilih merupakan hasil seleksi berdasarkan penampilan tanaman dan pertumbuhan terbaik dari 35 aksesori yang ada di KP. Laing, Solok.

Rancangan lingkungan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 15 perlakuan (aksesori kayumanis) dan 3 ulangan. Ukuran plot 11 m x 8 m dengan 12 tanaman per plot, jarak tanam 3 m x 3 m dan jarak antar plot 4 m, dengan total populasi 540 tanaman. Tanaman sampel yang diamati adalah 25 % dari populasi plot. Pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyiangan, pengemburan ring di sekitar tanaman dan pemangkasan tunas yang tidak diperlukan. Pemberian pupuk organik (pupuk kandang) dilakukan pada awal tahun atau akhir musim hujan. Pada tahun pertama dan kedua diberikan sebanyak 1 kg.pohon⁻¹, tahun ketiga 2 kg.pohon⁻¹, tahun keempat 3 kg.pohon⁻¹, tahun kelima 4 kg.pohon⁻¹, dan tahun keenam 5 kg.pohon⁻¹. Pemberian pupuk anorganik (NPK 15;15;15) dilakukan 2 kali per tahun yang diberikan pada akhir musim hujan dan akhir musim kemarau dengan dosis per kali pemberian pada tahun pertama dan kedua 100 g.pohon⁻¹, tahun ketiga 200 g.pohon⁻¹, tahun keempat dan kelima 200 g.pohon⁻¹/tahun dan tahun keenam 300 g.pohon⁻¹.

Parameter yang diamati adalah pertumbuhan tanaman yang meliputi tinggi tanaman diukur dari pangkal batang, diameter batang diukur pada ketinggian 80 cm dari permukaan tanah, jumlah cabang dan tebal kulit (diukur dengan menggunakan sigmat). Parameter produksi yang diukur adalah bobot basah daun, bobot basah kulit batang dan bobot kering kulit batang. Pengamatan produksi dilakukan dengan menebang tanaman sampel setinggi 30 cm di atas permukaan tanah kemudian dipanen daun dan kulit batangnya pada hari yang sama. Pengamatan karakter mutu meliputi rendemen, kandungan cinnamaldehyde dan eugenol kulit batang. Identifikasi komponen kimia minyak kulit batang menggunakan Gas Chromatography-Mass Spectrophotometry (GCMS) yang dilakukan di PT. Mitra Ayu Air Dingin Lubuk Minturun Padang. Analisis keragaman genetik dilakukan dengan menggunakan analisis multivariate yaitu analisis kluster dengan bantuan perangkat lunak NTSys. Hasil matriks jarak euclidian melalui analisis kluster digunakan untuk membuat dendrogram kluster UPGMA (*Unweighted Pair Group Method Arithmetic*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan vegetatif menunjukkan variasi yang cukup luas, didapatkan 2 akses yang pertumbuhan tingginya lebih baik yaitu akses Czl16 dan Czl30 masing-masing 497,67 cm dan 478,33 cm, akses Czl29 memiliki tinggi tanaman terendah (332,50 cm) (Tabel 1).

Tanaman dengan diameter batang terbesar adalah akses Czl16, Czl15, Czl02 dan Czl29 masing-masing 12,33; 11,33; 11,00 dan 11,00 cm, sedangkan diameter terkecil ditunjukkan oleh akses Czl18 (9,00 cm). Jumlah cabang terbanyak terdapat pada akses Czl30, Czl15, Czl22 dan Czl35 yaitu 30; 29; 29 dan 28,66 buah dan jumlah cabang yang paling sedikit ditunjukkan oleh akses Czl03 dan Czl17 masing-masing 21 buah. Tiga akses yang mempunyai kulit tebal adalah akses Czl17 (7,74 mm), Czl30 (7,41 mm) dan Czl12 (7,38 mm), sedangkan akses Czl09 memiliki kulit yang paling tipis yaitu 4,28 mm (Tabel 1).

Produksi kulit batang memperlihatkan variasi yang cukup tinggi (Tabel 2). Produksi kulit batang kering tertinggi didapatkan dari akses

Czl30 yaitu 4.350 g.pohon⁻¹ dan produksi terendah dihasilkan oleh akses Czl03 yaitu 1.800 g.pohon⁻¹ (Tabel 2). Hasil ini lebih tinggi dibanding dengan hasil yang dilaporkan oleh Zamarel dan Hamid (1990) yaitu 4,20 kg kulit kering pada tanaman umur 8 tahun di Cimanggu Bogor (240 m dpl). Perbedaan produksi kulit batang ini diduga karena perbedaan lokasi tanam, iklim, tanah dan variasi genetik.

Dari Tabel 2 juga terlihat bahwa produksi daun tertinggi terdapat pada akses Czl 15 dan Czl16 masing-masing 18.700 dan 18.366,67 g.pohon⁻¹. Produksi daun terendah terdapat pada akses Czl03 yaitu 7.633,33 g.pohon⁻¹. Tingginya variasi baik pertumbuhan vegetatif maupun produksi, diduga disebabkan oleh variasi genetik. Sandigawad dan Patil (2011) menyatakan bahwa meskipun secara morfologis terlihat sama akan tetapi variasi genetik diantara akses *C. zeylanicum* sangat tinggi mencapai 89%.

Untuk mengetahui hubungan kekerabatan antar 15 akses yang diobservasi, dilakukan analisis kluster berdasarkan 10 karkater morfologi (Gambar 1).

Tabel 1. Tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang dan tebal kulit 15 akses *C. zeylanicum* umur 6 tahun di KP. Laing Solok.

Table 1. Plant height, branch diameter, number of branches and bark thickness of 15 accessions of 6 years old *Cinnamomum zeylanicum* at Laing Research Installation, Solok.

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Diameter batang (cm)	Jumlah cabang	Tebal kulit (mm)
Czl02	425,00 abc	11,00 ab	24,00 de	6,16 bcd
Czl03	373,33 abc	10,67 abc	21,00 e	5,14 de
Czl04	415,00 abc	10,33 bc	26,00 abcd	6,15 bcd
Czl08	470,00 ab	10,33 bc	26,00 abcd	6,45 abcd
Czl09	387,00 abc	10,00 bc	22,00 de	4,28 e
Czl11	411,00 abc	10,00 bc	23,00 de	6,43 abcd
Czl12	372,50 abc	9,67 bc	24,00 de	7,38 ab
Czl15	415,00 abc	11,33 ab	29,00 ab	6,02 bcd
Czl16	497,67 a	12,33 a	21,66 de	6,41 abcd
Czl17	364,00 bc	9,67 bc	21,00 e	7,74 a
Czl18	402,50 abc	9,00 c	25,00 bcd	6,71 abc
Czl22	440,33 abc	10,67 abc	29,00 ab	6,16 bcd
Czl29	332,50 c	11,00 ab	24,33 cde	5,66 cde
Czl30	478,33 ab	10,33 bc	30,00 a	7,41 ab
Czl35	423,67 abc	10,33 bc	28,66 abc	6,54 abcd

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5 % DMRT.

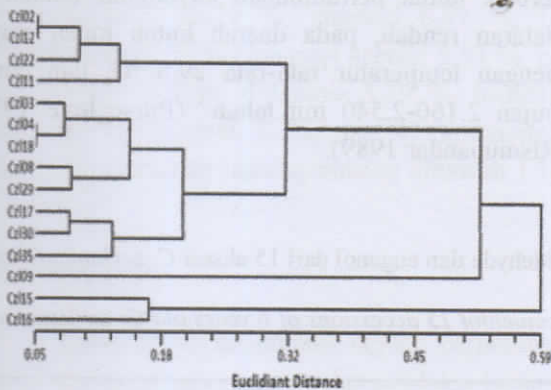
Note : Numbers followed by the same letters in the same column were not significantly different at DMRT 5 %.

Tabel 2. Produksi kulit batang dan daun 15 aksesori *C. zeylanicum* umur 6 tahun di KP. Laing, Solok.Table 2. Production of cinnamon bark and leaves of 15 accessions of 6 years old *C. zeylanicum* at Laing Research Station, Solok.

Perlakuan	Produksi kulit batang (g.pohon ⁻¹)		Produksi daun basah (g.pohon ⁻¹)
	Basah	Kering	
Czl02	4.566,67 cd	2.366,67 bcde	12.700,00 bcd
Czl03	3.516,67 d	1.800,00 e	7.633,33 e
Czl04	4.173,33 cd	2.033,33 cde	9.600,00 de
Czl08	7.266,67 ab	2.776,67 bcd	14.533,33 abc
Czl09	6.000,00 abc	3.133,33 b	9.766,67 de
Czl11	4.933,33 cd	2.300,00 bcde	12.200,00 bcde
Czl12	3.853,33 cd	1.933,33 de	10.250,00 cde
Czl15	4.300,00 cd	2.300,00 bcde	18.700,00 a
Czl16	5.150,00 bcd	2.816,67 bc	18.366,67 a
Czl17	5.300,00 bcd	2.994,33 b	11.726,67 bcde
Czl18	4.266,67 cd	2.050,00 cde	9.466,67 de
Czl22	4.475,00 cd	2.316,67 bcde	13.250,00 bcd
Czl29	4.840,00 cd	2.125,00 cde	10.066,67 cde
Czl30	7.616,67 a	4.350,00 a	15.933,33 ab
Czl35	4.476,67 cd	2.800,00 bc	9.166,67 de

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5 % DMRT.

Note : Numbers followed by the same letters in the same column were not significantly different at DMRT 5 %.



Gambar 1. Dendrogram hubungan kekerabatan 15 aksesori kayumanis ceylon di dataran rendah Solok Sumatera Barat dengan menggunakan 10 karakter morfologi.

Figure 1. Dendograms of genetic relationship between 15 accessions of *C. zeylanicum* in lowland latitude at Solok, West Sumatra using 10 morphological characters.

menandakan genotipe tersebut memiliki kemiripan genetik yang tinggi atau ketidakmiripan yang rendah.

Gambar 1 menunjukkan bahwa dari 15 aksesori kayumanis ceylon yang diuji dapat dikelompokkan menjadi 2 kluster utama pada jarak ketidakmiripan 0.59. Kluster I terdiri dari 2 aksesori yaitu czl15 dan czl16. Hal ini menunjukkan bahwa aksesori czl15 dan czl16 memiliki karakter paling berbeda dengan aksesori yang diuji lainnya. Kluster II terdiri dari 12 aksesori lainnya, hal ini menunjukkan tingginya tingkat persamaan karakter antar aksesori sehingga dapat dikatakan memiliki hubungan kekerabatan yang dekat. Kluster II dapat dibagi menjadi dua sub kluster pada jarak ketidakmiripan 0.52, sub kluster 1 hanya terdiri dari aksesori czl09 sedangkan sub kluster 2 terdiri dari 11 aksesori lainnya. Hasil penelitian (Azad *et al.* 2016) menunjukkan 47 aksesori *C. verum* yang dianalisis dengan menggunakan metode klasifikasi Ward berdasarkan 4 karakter kuantitatif dapat dikelompokkan menjadi 9 kluster pada jarak 3.

Rendahnya derajat ketidakmiripan karakter pada aksesori-aksesori yang diuji, yang terlihat dari terbentuknya kluster-kluster dengan jarak ketidak-

Hasil analisis kluster menunjukkan 15 aksesori kayumanis ceylon keragaman genetiknya sempit dengan jarak ketidakmiripan Euclidian (Euclidean Distance) yang dihasilkan 0.05-0.59. Penggerombolan genotipe yang semakin ke arah 0

miripan yang sangat rendah tidak menutup kemungkinan bahwa diantara aksesori-aksesori tersebut terdapat duplikasi material tanaman seperti pada ubi jalar (Setiawati *et al.* 2013). Selain karakterisasi morfologi, karakterisasi molekuler diperlukan untuk mengkonfirmasi apakah benar genotipe-genotipe tersebut merupakan material yang sama seperti yang dilakukan oleh (Gwari *et al.* 2016) pada *C. tamala* menggunakan RAPD dan ISSR, Sandigawad dan Patil (2011) pada *C. zeylanicum* menggunakan RAPD.

Rendemen minyak kulit batang berkisar antara 0,30-0,75 % dan rendemen minyak tertinggi dihasilkan oleh aksesori Cz12 dan Cz130 masing-masing 0,75 % dan diikuti oleh Cz108 dengan rendemen 0,70 %, sedangkan rendemen minyak terendah didapat dari aksesori Cz111 (0,27 %) (Tabel 3). Rendemen minyak yang dihasilkan lebih rendah dari yang dilaporkan Mallavarapu dan Rao (2007) Hasil destilasi dari kulit batang kayumanis ceylon menghasilkan 0,5-1 % minyak. Rendemen minyak diduga dipengaruhi oleh materi genetik, metoda destilasi dan juga oleh iklim, tanah serta kondisi pertumbuhan.

Kandungan cinnamaldehyde sangat bervariasi dari masing-masing aksesori berkisar antara 37,78-61,24 %. Aksesori Cz135 mengandung kadar

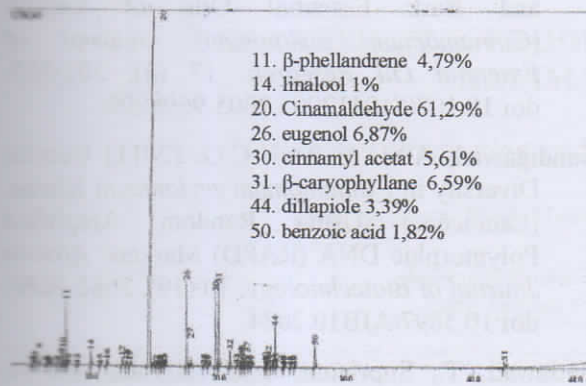
cinnamaldehyde tertinggi yaitu 61,24 %, dan terendah aksesori Cz117 (37,78 %). Kandungan eugenol juga bervariasi dan yang tertinggi dihasilkan oleh aksesori Cz117 yaitu 10,98 % dan terendah aksesori Cz122 yaitu 3,01 % (Tabel 3).

Ranasinghe *et al.* (2002) melaporkan komponen utama minyak kayumanis ceylon berdasar-kan hasil GCMS adalah cinnamaldehyde 50,5 %; cinnamyl acetate 8,7 %; β -caryophyllane 7,5 %; 1,8cineol 5,2 % dan eugenol 4,7 %. Hasil yang didapat lebih rendah dari yang dikemukakan oleh Purseglove (1977) yaitu kandungan cinnamaldehyde 60 % dan eugenol 10 %. Kandungan cinnamaldehyde dan eugenol dipengaruhi oleh keragaman kualitas bahan tanaman. Tanaman kayumanis diperbanyak dengan biji yang menyerbuk silang sehingga keragamannya tinggi. Hal ini merupakan salah satu penyebab tingginya variasi mutu minyak kayumanis. Keragaman dalam tiap aksesori berkisar antara 8,33-16,66 %. Faktor lain yang mempengaruhi mutu minyak kayumanis adalah lingkungan. Lingkungan tumbuh yang terbaik untuk pertumbuhan kayumanis adalah di dataran rendah, pada daerah hutan hujan tropis dengan temperatur rata-rata 29,8 °C, dan curah hujan 2.160-2.540 mm.tahun⁻¹ (Purseglove 1977; Rismunandar 1989).

Tabel 3. Rendemen minyak kulit batang, kandungan cinnamaldehyde dan eugenol dari 15 aksesori *C. zeylanicum* umur 6 tahun di KP. Laing Solok.

Table 3. The yield of bark oil, cinnamaldehyde and eugenol content of 15 accessions of 6 years old *C. zeylanicum* at Laing Research Installation, Solok.

Perlakuan	Rendemen minyak kulit (%)	Cinnamaldehyde (%)	Eugenol (%)
Cz102	0,30	54,77	4,19
Cz103	0,50	56,80	5,65
Cz104	0,40	46,27	6,08
Cz108	0,70	53,14	6,64
Cz109	0,40	48,36	7,08
Cz111	0,27	51,64	4,46
Cz112	0,75	51,01	6,82
Cz115	0,40	50,32	4,17
Cz116	0,50	57,43	7,67
Cz117	0,42	37,78	10,98
Cz118	0,40	42,23	6,46
Cz122	0,52	59,38	3,01
Cz129	0,72	53,37	5,11
Cz130	0,75	54,56	3,96
Cz135	0,30	61,24	6,87



Gambar 2. Komponen minyak kulit batang *C. zeylanicum* umur 6 tahun (aksesi Czl 35).

Figure 2. The oil component of bark of 6 years old *C. zeylanicum* (Czl 35 accession).

Hasil analisis komponen kimia minyak kulit batang *C. zeylanicum* aksesori Czl35 yang merupakan aksesori dengan kandungan cinnamaldehyde tertinggi dianalisa lebih lanjut dengan menggunakan GC-MS sehingga didapatkan 51 komponen. Komponen utamanya adalah cinnamaldehyde 61,29 %, eugenol 6,87 %, β -caryophyllane 6,59 % cinnamyl acetate 5,61 %, β -phellandrene 4,79 %, dillapiole 3,39 %, benzoic acid 1,82 %, linalool 1 %, dan 43 komponen lainnya dengan kadar masing-masing dibawah 1 % (Gambar 2).

KESIMPULAN

Lima aksesori kayumanis ceylon berpotensi dikembangkan dengan keunggulan produksi batang kering dan rendemen minyak tinggi yaitu Czl 30 (7,62 kg/pohon dan 0,75%); daun segar tinggi Czl 15 dan 16 (18,7 dan 18,37 kg/pohon); cinnamaldehyde tinggi Czl 35 (61,24 %); dan eugenol Czl 17 (10,98 %). Limabelas aksesori yang diuji tersebut memiliki keragaman yang sempit (jarak ketidakmiripan euclidian <60 %) berdasarkan sepuluh karakter morfologi utama.

DAFTAR PUSTAKA

- Azad, R., Ranawaka, R.A.A.K., Senanayake, G., Kumara, K.L.W., Pushphakumara, D.K.N.G., Wijesinghe, K.G.G. & Geekinayage, S. (2016) Morphological Variation of Cinnamon (*Cinnamon verum* Persl) Germplasm in Mataram District of Sri Lanka. *International Journal of Minor Fruits, Medicinal and Aromatic Plants*. 2 (1), 6-14.
- Daswir (1991) Identifikasi dan Interpretasi Agroklimat Kebun Percobaan Laing Solok Sumatera Barat. *Seminar Berkala Balittro Solok*.
- Daswir (2005) *Profil Tanaman Kayumanis di Indonesia (Cinnamomum spp.)*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Badan Litbang Pertanian.
- Gwari, G., Bhandari, U., Naik, G., Haider, S.Z. & Chauhan, N. (2016) Genetic Diversity in *Cinnamomum tamala* Nees. Accessions Through DNA Fingerprinting using Molecular Markers. *Indian Journal of Agricultural Research*. 50 (5), 446-450.
- Jayaprakasha, G.K., Negi, P.S., Jena, B.S. & Rao, L.J.M. (2007) Antioxidant and Antimutagenic Activities of *Cinnamomum zeylanicum* Fruit Extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*. 20 (3), 330-336. doi:10.1016/j.jfca.2006.07.006.
- Jayaprakasha, G.K., Ohnishi-Kameyama, M., Ono, H., Yoshida, M. & Jaganmohan Rao, L. (2006) Phenolic Constituents in the Fruits of *Cinnamomum Zeylanicum* and Their Antioxidant Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54 (5), 1672-1679. doi:10.1021/jf052736r.
- Joshi, B., Lekhak, S. & Sharma, A. (2009) Antibacterial Property Of Different Medicinal Plants: *Ocimum sanctum*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Xanthoxylum armatum* and *Origanum majorana*. *Kathamandu University Journal Of Science, Engineering and Technology*. 5 (1), 143-150.
- Mallavarapu, G. & Rao, B. (2007) *Chemical Constituents and Uses of Cinnamomum zeylanicum Blume. Aromatic Plants From Asia Their Chemistry and Application in Food and Therapy*. Har. Krishan Bhalla & Sons. Dehradun. India.
- Muis, R., Aziz, A., Anwar, A., Ferry, Y., Usman, M., Sudjarmoko, B., Daswir & Nurmansyah (2008) *Pedoman Teknis Budidaya Kayumanis*. Departemen Pertanian Direktorat Jendral Perkebunan. Jakarta.
- Nurmansyah (2004) *Studi Potensi Minyak Atsiri*

- Cinnamomum zeylanicum* sebagai Fungisida Nabati untuk Pengendalian Jamur Pathogen Tanaman. In: *Prosiding Seminar Ekspose Teknologi Gambir, Kayumanis, dan Atsiri. Balittro. Solok. 2 Desember 2004*, pp. 93-99.
- Nurmansyah (2011) Uji Efektifitas Pestisida Nabati Sirih-sirih, Zeylanikum dan Kayumanis terhadap hama *Aphis* sp pada Tanaman Klausena. *Jurnal Ilmiah Tambua. X* (2), 119-124.
- Purseglove, J.W. (1977) *Tropical Crops. Dicotyledons. Longman. Group. Limited. London. London: Longmans, Green and Co. Ltd.*
- Ranasinghe, L., Jayawardena, B. & Abeywickrama, K. (2002) Fungicidal Activity of Essential Oils of *Cinnamomum zeylanicum* (L) and *Syzygium aromaticum* (L) Merr et L.M. Perry against Crown rot and Anthracnose Pathogens Isolated from Banana. *Applied Microbiology. 35* (3), 208-211. doi:10.1046/j.1472-765X.2002.01165.x.
- Ranasinghe, L., Jayawardena, B. & Abeywickrama, K. (2003) Use of Waste Generated from Cinnamon Bark Oil (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) Extraction as a Post Harvest Treatment for Embul banana. *Food, Agriculture and Environment. 1* (2), 340-344.
- Ranasinghe, P., Pigera, S., Premakumara, G., Galappaththy, P., Constantine, G. & Katulanda, P. (2013) *BMC Medicinal Properties of True Cinnamon (Cinnamomum zeylanicum): a. Systematic Review. Complementary and Alternative Medicine.*
- Rismunandar (1989) *Kayumanis. Penebar Swadaya. Jakarta.*
- Samarasekera, R., Kalhari, K.S. & Weerasinghe, I.S. (2005) Mosquitocidal Activity of Leaf and Bark Essential Oils of Ceylon (*Cinnamomum zeylanicum*). *Journal of Essential Oil Research. 17* (3), 301-303. doi:10.1080/10412905.2005.9698909.
- Sandigawad, A.M. & Patil, C.G. (2011) Genetic Diversity in *Cinnamomum zeylanicum* Blume. (Lauraceae) Using Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Markers. *African Journal of Biotechnology. 10* (19), 3682-3688. doi:10.5897/AJB10.2034.
- Setiawati, T., Supriatun, T. & Karuniawan, A. (2013) Analisis Keragaman Genetik Kerabat Liar Ubi Jalar Asal Citatah Sebagai Sumber Gen untuk Merakit Ubi Jalar Unggul Berdasarkan Karakter Morfologi. *Abstrak. 3* (1).
- Soetrisno (1972) *Ichtiisar Farmakognosi. III. Tunas Harapan Djakarta.*
- Suryani, E. & Nurmansyah (2009) Inventarisasi dan Karakterisasi Tanaman Kayumanis Seilon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) di Kebun Percobaan Laing Solok. *Bul. Littro. 20* (2), 99-105.
- Suryani, E. & Nurmansyah (2015) *Karakterisasi dan Daya Kecambah serta Pertumbuhan Benih Beberapa Akses Kayumanis Ceylon (Cinnamomum zeylanicum Blume). In: Prosiding Seminar Perbenihan Tanaman Rempah dan Obat. Balittro. Puslitbangbun. Bogor. 29 April 2015*, pp. 173-179.
- Zamarel & Hamid, A. (1990) *Prospek Pengembangan Kayumanis di Daerah Sumatera Bagian Tengah. In: Prosiding Temu Tugas Perkebunan Tanaman Industri Lingkup Propinsi Sumatera Barat, Riau dan Jambi. Kerjasama Puslitbangtri Bogor, Kanwil Deptan Sumbar dan Disbun Sumbar, Riau dan Jambi. Bukittinggi. 15-17 Januari 1990*, pp. 303-314.

KARAKTERISTIK PRODUKSI DAN MUTU LADA LOKAL KALIMANTAN TIMUR

Characteristics of Production and Quality of East Kalimantan Black Pepper

Oti Rostiana, Dyah Manohara, Agus Ruhnayat dan Wiratno

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111

INFO ARTIKEL

Article history:

Diterima : 21 November 2017

Direvisi : 24 November 2017

Disetujui : 31 Januari 2018

Kata kunci:

Piper nigrum L.; produksi;
piperin; oleoresin

Key words:

Piper nigrum L.; yield;
piperine; oleoresin

ABSTRAK/ABSTRACT

Kalimantan Timur dikenal sebagai salah satu sentra penghasil lada putih, dengan produk *Samarinda White Pepper*. Varietas yang dikembangkan di Kalimantan Timur adalah lada lokal yang belum diketahui karakteristiknya. Penelitian dilakukan untuk mengobservasi produksi dan mutu lada lokal Kalimantan Timur, di Kabupaten Kutai Kartanegara yang merupakan daerah pengembangan lada terluas di Kalimantan Timur. Observasi dilakukan selama dua tahun, di tiga lokasi blok penghasil tinggi (BPT) di Loa Janan dan satu lokasi non BPT di Muara Badak, sebagai daerah asal lada lokal Kalimantan Timur yang saat ini berkembang di Loa Janan. Rancangan lingkungan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok, dengan 4 lokasi pengujian, yang diulang 6 kali pada masing-masing lokasi, menggunakan varietas yang sama (lada lokal). Hasil observasi menunjukkan, rata-rata produksi selama dua tahun observasi mencapai 2,94 kg buah segar/pohon, atau setara dengan 2,17 ton.ha⁻¹ lada putih per tahun. Namun, rata-rata tandan berisi bulir lada hanya mencapai 61,3% per malai, sehingga diperlukan pemupukan tepat waktu dan jenis untuk meningkatkan ekspresi potensi genetik karena lada lokal Kalimantan Timur berbuah sepanjang tahun. Hasil analisis mutu menunjukkan, lada putih lokal Kalimantan Timur mengandung oleoresin 11,23 %, serta piperin 3,82 %, lebih tinggi dari Petaling 1 (10,66% dan 3,03 %). Keunggulan lada lokal Kalimantan Timur adalah aroma dan rasa pedas yang khas, karena kandungan piperin dan oleoresin tinggi.

East Kalimantan is one of production center for white blackpepper, known as Samarinda White Pepper products. The variety developed in East Kalimantan is a local blackpepper variety that is not yet known for its characteristics. The research was conducted to observe the production and quality of local blackpepper in East Kalimantan, specifically in Kutai Kartanegara Regency which is the widest blackpepper development area in East Kalimantan. The observation was conducted for two years, at three locations of high yielding block (BPT) in Loa Janan and one non-BPT location in Muara Badak, as a local origin of local East Kalimantan blackpepper which is currently developing in Loa Janan. The environmental design used was a Randomized Block Design, with four trial sites, repeated six times in each location, using the same variety (local blackpepper). The average production for two years of observation reached 2.94 kg fresh berries/tree equivalent to 2.17 tons of white pepper/ha/year. However, the average of spikes containing pepper berries reached only 61.3% per panicle. Therefore, it requires intensive fertilization with appropriate dosage and fertilizer type to increase the expression of its potential genetic because local pepper of East Kalimantan bears fruit continuously throughout the year. Result of yield-quality analysis showed that local white pepper of East Kalimantan contained 11.23% oleoresin and 3.82% piperin, higher than Petaling 1 (10.66% and 3.03%, respectively). The superiority characteristics of local blackpepper of East Kalimantan is a distinctive aroma and spicy flavor, due to the high content of piperin and oleoresin.

* Alamat Korespondensi : otihrostiana@gmail.com

PENDAHULUAN

Dalam sejarah rempah-rempah di Indonesia, sudah sejak lama lada (*Piper nigrum L.*) memegang peranan penting baik dalam perekonomian masyarakat maupun sebagai komoditas ekspor sub sektor perkebunan. Salah satu daerah penghasil lada utama di Indonesia adalah Provinsi Kalimantan Timur. Sejak jaman Hindia Belanda, Kalimantan Timur sudah menjadi salah satu daerah sentra pembudidayaan lada di Asia Tenggara (Purselove 1982). Oleh karena itu, selain lada putih Bangka (*Muntok White Pepper*) dan lada hitam Lampung (*Lampung Black Pepper*), di dunia dikenal juga produk lada putih Samarinda atau *Samarinda White Pepper*.

Areal pengembangan lada di Kalimantan Timur pada tahun 2013 mencapai 9.460 ha dengan produksi lada putih (kering) 6.818 ton, tersebar di 15 kabupaten/kota sebelum pemekaran provinsi baru, Kalimantan Utara. Areal pengembangan terluas adalah Kabupaten Kutai Kartanegara, 3.757 ha. Luas areal pengembangan tersebut terus menurun, dari 14.900 ha tahun 2009 menjadi 9.460 ha tahun 2013, dengan rata-rata penurunan 9 % per tahun. Dalam upaya mengembalikan kejayaan lada putih Samarinda, peningkatan produksi terus dipacu antara lain melalui perluasan areal budidaya. Untuk itu diperlukan bahan tanaman bermutu dari varietas unggul yang sudah dilepas, sebagai benih sumber. Tujuh varietas lada telah dilepas oleh Menteri Pertanian, Petaling 1 adalah varietas unggul nasional yang dilepas pada tahun 1988 dengan keunggulan ukuran bulir besar dan produksi serta kandungan piperin tinggi, sehingga banyak diminati. Namun, Petaling 1 sangat rentan terhadap penyakit busuk pangkal batang (BPB). Demikian juga varietas Bengkayang, yang pernah berkembang di Kalimantan Timur selama beberapa tahun, tetapi tidak dapat dipertahankan karena tidak tahan serangan BPB. Oleh karena itu, masyarakat Kalimantan Timur lebih menyukai lada lokal yang sudah bertahun-tahun dibudidayakan di daerahnya, mampu bertahan terhadap serangan penyakit BPB dan tetap berproduksi pada lingkungan tanpa naungan. Namun, potensi genetik

lada lokal Kalimantan Timur belum tergali secara optimal, baik produksi maupun kualitas hasilnya.

Produktivitas dan kualitas hasil tanaman, merupakan ekspresi genotipe yang berinteraksi dengan lingkungan tempat tumbuhnya (Finlay dan Wilkinson 1963; Lal 2012). Varietas lokal yang dibudidayakan pada suatu lingkungan tumbuh tertentu, memiliki daya adaptasi terhadap lingkungan tersebut sehingga mampu mengekspresikan potensi genetiknya secara optimal, sebagaimana halnya lada lokal Kalimantan Timur. Namun, sifat genetik yang ditunjukkan oleh tanaman yang beradaptasi pada lingkungan tertentu, terlebih lagi tanaman yang diperbanyak secara vegetatif seperti lada, akan meningkatkan homogenitas populasi dan mempersempit ruang seleksi karena terbatasnya variasi genetik. Variasi genetik yang terbatas dapat menghambat evolusi adaptif, terutama pada kondisi lingkungan baru, dan dapat menimbulkan fragmentasi habitat sehingga menghambat kemampuan spesies untuk beradaptasi terhadap perubahan iklim rezim (Anderson *et al.* 2011). Namun, peluang pengembangan varietas lokal spesifik lokasi, tetap terbuka terutama dalam upaya mendukung eksistensi populasi tanaman tersebut di wilayah penyebarannya. Oleh karena itu, benih lada lokal yang selama ini digunakan petani lada di Kalimantan Timur, yang berasal dari Kecamatan Muara Badak dan berkembang pesat di Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara, perlu dieksplorasi potensi genetiknya, antara lain karakteristik komponen hasil dan kualitas hasilnya.

Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengobservasi karakteristik komponen produksi dan mutu lada lokal Kalimantan Timur sehingga dapat diketahui keunggulannya.

BAHAN DAN METODE

Material genetik

Tanaman lada yang digunakan sebagai bahan observasi adalah populasi pertanaman lada di tiga Blok Penghasil Tinggi (BPT) di Desa Batuah, Kecamatan Loa Janan dan satu lokasi (non

BPT) di Desa Salo Cella, Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur, pada ketinggian tempat 110-200 m dpl. Lada di lokasi BPT (Kecamatan Loa Janan), maupun non BPT di Kecamatan Muara Badak yang menjadi objek observasi, berumur 4 tahun hasil penanaman tahun 2009. Materi genetik di semua populasi sama, yaitu varietas lada lokal Kalimantan Timur.

Lokasi pengujian

Observasi dilakukan pada tahun 2013-2014 di empat lokasi di Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, yaitu:

- (1) Kelompok Tani Mega Buana (H. Kahar), ditanam tahun 2009, total populasi 3.000 pohon, jarak tanam 1,5 m x 1,5 m, terletak di Desa Batuah, KM 28 (200 m dpl.), Kecamatan Loa Janan.
- (2) Kelompok Tani Tunas Mekar (H. Kasman), ditanam tahun 2009, total populasi 4.000 pohon, jarak tanam 1,5 m x 1,5 m, terletak di Dusun Tani Bahagia, Desa Batuah, KM 31 (192 m dpl), Kecamatan Loa Janan.
- (3) Kelompok Tani Rukun Bahagia (H. Jumain), ditanam tahun 2009, terletak di Dusun Karya Baru, Desa Batuah KM 31 (198 m dpl), Kecamatan Loa Janan, total populasi 4.000 pohon, jarak tanam 2 m x 1,8 m.
- (4) Kelompok Tani Embun Pagi (Burhan), penanaman tahun 2009 dengan total populasi 1.500 pohon, jarak tanam 1,5 m x 1,5 m di Desa Salo Cella (110 m dpl), Kecamatan Muara Badak.

Rancangan observasi

Varietas yang diobservasi dalam penelitian ini hanya satu, yaitu varietas lada lokal Kalimantan Timur, tanpa pembandingan. Rancangan lingkungan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK), dengan empat lokasi pengujian, yang diulang enam kali pada masing-masing lokasi.

Teknik budidaya yang diterapkan oleh para petani adalah budidaya tradisional, yang sudah dilakukan oleh petani lada secara turun temurun,

dengan penegak mati (kayu ulin), tinggi 3 m di atas permukaan tanah. Tanaman sampel di setiap lokasi (kelompok tani), ditentukan dan dipilih 10 % dari populasi tanaman keseluruhan, dengan kondisi pertanaman baik dan homogen. Pada setiap lokasi hamparan dibagi menjadi enam blok, sebagai ulangan, yang terdiri atas 50 tanaman. Selain itu, 10 tanaman diantaranya ditandai untuk diamati secara individual komponen produksi dan produksinya.

Pengamatan komponen produksi dan mutu, dilakukan pada tahun 2013-2014. Peubah yang diamati meliputi karakteristik komponen hasil (panjang dan lebar daun; jumlah dan panjang cabang produksi; jumlah malai dan bobot buah/malai; tinggi tanaman; diameter batang), produksi (bobot buah segar dan bobot kering lada putih per pohon), dilakukan terhadap tanaman contoh pada masing-masing ulangan di setiap lokasi observasi selama dua tahun. Komponen mutu (kandungan minyak atsiri, oleoresin dan piperin) dianalisis di Laboratorium Penguji Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro), satu kali per tahun, menggunakan metode baku SNI.

Data pendukung kondisi lingkungan tempat observasi dikumpulkan dari stasiun iklim setempat. Tingkat kesuburan tanah, ditentukan berdasarkan hasil analisis contoh tanah di lokasi observasi, dan diuji di Lab. Penguji Balitro, menggunakan metode standar.

Analisis data

Varietas yang diuji hanya satu dan tidak ada varietas pembandingan, sehingga dianalisis menggunakan ANOVA dalam RAK. Stabilitas produksi selama dua tahun, dilihat berdasarkan kestabilan produksi buah segar dan lada putih (kering), pada empat lokasi observasi berdasarkan uji Duncan. Varietas tersebut dikatakan stabil jika produksinya sama untuk lokasi-lokasi tertentu, dan tidak stabil jika rata-rata produksinya berbeda. Untuk melihat perbedaan stabilitas produksi lada lokal Kalimantan Timur dengan varietas unggul nasional yang telah dilepas, Petaling 1 (produksi tertinggi) dan Chunuk (kemiripan dalam sifat morfologi), dilakukan analisis secara deskriptif.

Model AMMI (*Additive Main Effect and Multiplicative Interactions*) digunakan untuk analisis data produksi bobot buah basah dan kering selama dua tahun, dengan pengaruh utama Lokasi, Tahun dan Blok serta melihat ada tidaknya pengaruh interaksi antara Tahun dengan Lokasi. Adanya pengaruh utama yang nyata berarti produksi (bobot basah dan kering lada varietas lokal) dipengaruhi oleh faktor utama tersebut. Sedangkan adanya interaksi yang nyata menunjukkan bahwa antara Tahun dan Lokasi tanam berpengaruh nyata terhadap tingkat produksi lada. Apabila ada pengaruh interaksi yang nyata selanjutnya dibuat biplot dengan menggunakan model AMMI. Piranti lunak AMMIR digunakan untuk mengolah data.

Untuk mengetahui hubungan linear antara antara karakteristik komponen hasil dengan produksi, dilakukan analisis korelasi Pearson pada tingkat kepercayaan 99 atau 95 %, menggunakan program SPSS. Koefisien korelasi berfungsi untuk mengukur kekuatan hubungan linier antara dua variabel baik dalam arah yang sama (+) ataupun arah sebaliknya (-). Koefisien korelasi (r) hanya menyediakan ukuran kekuatan dan arah hubungan linier antara dua variabel, tetapi tidak dapat memberikan informasi mengenai berapa proporsi keragaman variabel dependen (Y) yang dapat diterangkan atau diakibatkan oleh hubungan linier dengan nilai variabel independen (X). Nilai r tidak dapat dibandingkan secara langsung, misalnya tidak bisa dikatakan bahwa nilai $r=0,8$ merupakan dua kali lipat dari $r=0,4$. Nilai kuadrat dari r dapat mengukur secara tepat rasio/proporsi tersebut, dan nilai statistik ini dinamakan dengan koefisien determinasi (r^2). Koefisien determinasi dapat didefinisikan sebagai nilai yang menyatakan proporsi keragaman Y yang dapat diterangkan oleh hubungan linier antara X dan Y . Pengujian koefisien korelasi (r) atau uji signifikansi dilakukan untuk mengetahui apakah ada hubungan linier diantara kedua variabel tersebut (<https://smartastat.wordpress.com> diunduh tanggal 14 Desember 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik produksi

Produksi buah per tahun

Berdasarkan nilai F -hitung untuk peubah bobot buah segar dan kering, lokasi percobaan berpengaruh nyata terhadap bobot segar dan kering buah lada selama pengujian 2013-2014 (Tabel 1).

Berdasarkan data produksi bobot buah lada segar dan kering, lada lokal Kalimantan Timur relatif sama produksi bobot buah segar dan kering atau stabil di tiga lokasi (Burhan, Jumain, Kahar), pada tahun 2013, tetapi berbeda pada tahun 2014 (Tabel 2 dan 3).

Tabel 1. Bobot buah segar dan kering buah lada lokal Kalimantan Timur pada lokasi uji yang berbeda, tahun 2013-2014.

Table 1. Fresh and dry weight of berries of local East Kalimantan blackpepper at different experimental sites in 2013-2014.

Tahun	Parameter	F-hitung
2013	Bobot buah segar	136,33*
	Bobot buah kering	158,96*
2014	Bobot buah segar	83,92*
	Bobot buah kering	82,86*

Keterangan/Note :

* = berbeda nyata ($\alpha=0,05$)/significantly different ($\alpha=0.05$).

Tabel 2. Perbandingan nilai tengah bobot buah segar dan kering lada Kalimantan Timur tahun 2013.

Table 2. Median value comparison of berries fresh and dry weight of East Kalimantan local black pepper in 2013.

No.	Lokasi	Rata-rata bobot segar (kg/pohon)	Rata-rata bobot kering (kg/pohon)
1	Burhan	3,63 a	0,71 a
2	H. Jumain	3,43 a	0,63 a
3	H. Kahar	2,97 a	0,56 a
4	H. Kasman	1,82 b	0,31 b
KK (%)		12,23	15,95

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan ($\alpha=0,05$).

Note : Numbers followed by the same letter within the same column were not significantly different at Duncan test ($\alpha=0.05$).

Tabel 3. Perbandingan nilai tengah bobot segar dan kering lada Kalimantan Timur tahun 2014.

Table 3. Median value comparison of berries fresh and dry weight of East Kalimantan local black pepper in 2014.

No	Lokasi	Rata-rata bobot segar (kg/pohon)	Rata-rata bobot kering (kg/pohon)
1	Burhan	3,86 a	0,77 a
2	H. Jumain	2,82 b	0,56 b
3	H. Kahar	2,45 c	0,50 c
4	H. Kasman	2,45 c	0,49 c
KK (%)		5,48	5,34

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan ($\alpha=0,05$).

Kata: Numbers followed by the same letter within the same column were not significantly different at Duncan test ($\alpha=0.05$)

Tabel 4. Produksi lada lokal Kalimantan Timur di empat lokasi pengujian tahun 2013 dan 2014.

Table 4. Production of East Kalimantan local blackpepper at four experimental sites in 2013 and 2014.

No	Lokasi	Bobot segar (kg/pohon)		Bobot lada putih (kg/pohon)	
		2013	2014	2013	2014
1	Burhan	3,616	3,859	0,708	0,772
2	H. Jumain	3,435	2,820	0,633	0,564
3	H. Kahar	2,997	2,484	0,561	0,497
4	H. Kasman	1,822	2,474	0,317	0,495

Hasil analisis memperlihatkan bobot basah buah lada gabungan tahun 2013-2014, lokasi berpengaruh nyata, yang berarti paling sedikit ada satu lokasi yang memberikan respon daya hasil rata-rata bobot basah yang berbeda dengan lokasi percobaan lainnya. Pengaruh interaksi tahun dan lokasi menghasilkan nilai p lebih dari $\alpha=0,05$, yang menunjukkan adanya paling sedikit satu interaksi antara tahun dengan lokasi yang memberikan respon daya hasil bobot basah lada berbeda dari interaksi lainnya (Tabel 5). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa rata-rata produksi bobot segar lada lokal Kalimantan Timur berbeda nyata antara tahun 2013 dengan tahun 2014.

Analisis ragam terhadap komponen utama interaksi (KUI) menghasilkan 1 KUI yang nyata pada taraf nyata 0,05 (Tabel 5). Berdasarkan kriteria *postdictive success* yaitu banyaknya KUI yang nyata pada uji F analisis ragam, maka model AMMI terbaik adalah AMMI-1 dan biplot yang digunakan adalah biplot AMMI-1 (Gambar 1).

Pengaruh utama tahun yang letaknya satu titik pada sumbu datar berarti mempunyai pengaruh utama yang sama dan jika terletak satu titik pada sumbu tegak berarti mempunyai pengaruh interaksi yang sama (Sumertajaya 2005). Tahun panen terletak pada sumbu tegak yang sama sehingga dapat dikatakan bahwa interaksi antara tahun panen dengan lokasi tanam menghasilkan rata-rata produksi yang relatif sama (Gambar 1). Gambar 1 juga menunjukkan lada yang terdapat di lokasi tanam Burhan menghasilkan rata-rata produksi tertinggi dan lokasi tanam H. Kasman yang terendah.

Pada tahun 2014, berbeda dengan produksi tahun 2013, bobot basah dan kering lada lokal Kalimantan Timur berbeda nyata di tiga lokasi (Burhan, Jumain dan Kahar) dan tidak stabil, tetapi stabil di dua lokasi (Kahar dan Kasman), tetapi produksinya rendah (Tabel 3).

Produksi buah gabungan

Berdasarkan hasil pengamatan selama dua tahun, dari empat lokasi yang diobservasi, produksi tertinggi diperoleh pada tahun 2014 di lokasi Burhan (Muara badak), pada ketinggian tempat 100 m dpl, jenis tanah lempung liat berpasir dan rata-rata curah hujan 2.137 mm (tahun 2014). Pertanaman lada di Muara Badak masa panennya lebih lama dibandingkan dengan tiga lokasi observasi lainnya sehingga produksi buah segar dan lada putih selama dua tahun observasi lebih tinggi dibandingkan dengan tiga lokasi di Kecamatan Loa Janan (Tabel 4).

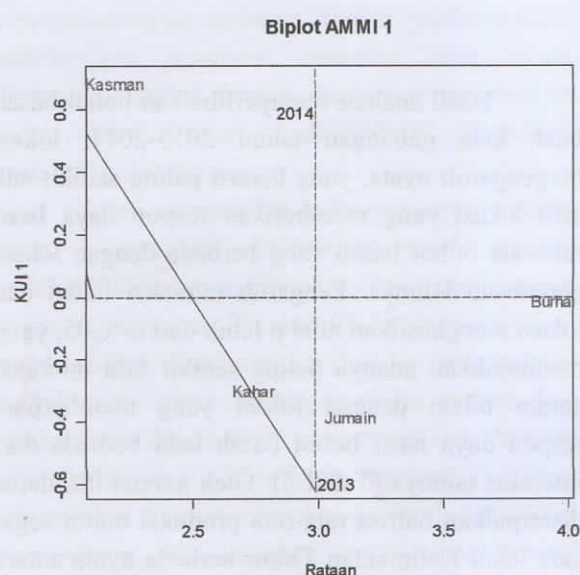
Adanya pengaruh utama yang nyata berarti produksi (bobot segar dan kering lada varietas lokal) dipengaruhi oleh faktor utama tersebut. Adanya interaksi yang nyata menunjukkan bahwa antara tahun dan lokasi tanam berpengaruh nyata terhadap tingkat produksi lada. Pengaruh interaksi yang nyata selanjutnya diperdalam dengan biplot menggunakan model AMMI.

Tabel 5. Analisis ragam komponen utama interaksi (KUI) untuk bobot segar buah lada lokal Kalimantan Timur tahun 2013-2014.

Table 5. Analysis of interaction main components (IMC) for berries fresh weight of East Kalimantan local blackpepper in 2013-2014.

No	Efek	SS	DF	MS	F	Prob.
1	KUI1	2,974E+00	3	9,91E-01	2,72E+01	<0,00028
2	KUI2	3,27E-32	1	3,27E-32	8,99E-31	1

Keterangan/Note : KUI/IMC : Komponen Utama Interaksi/Interaction Main Component.



Gambar 1. Biplot AMMI-1 bobot segar buah lada lokal Kalimantan Timur tahun 2013-2014.

Figure 1. Biplot AMMI-1 for berries fresh weight of East Kalimantan local blackpepper in 2013-2014.

Hasil analisis ragam terhadap data bobot kering lada gabungan tahun 2013-2014, menunjukkan lokasi berpengaruh nyata, yang berarti paling sedikit ada satu lokasi percobaan yang memberikan respon daya hasil bobot kering yang berbeda dengan lokasi lainnya. Pengaruh interaksi tahun dan lokasi menghasilkan nilai-p lebih dari $\alpha=0,05$ yang menunjukkan paling sedikit ada satu interaksi antara tahun dengan lokasi yang memberikan respon daya hasil bobot kering lada berbeda dari interaksi lainnya (Tabel 6).

Analisis ragam terhadap komponen utama interaksi (KUI) menghasilkan 1 KUI yang nyata pada taraf 0,05. Berdasarkan kriteria *postdictive success* yaitu banyaknya KUI yang nyata pada uji F analisis ragam, maka model AMMI terbaik adalah AMMI-1 dan biplot yang digunakan adalah biplot AMMI-1 (Gambar 2).

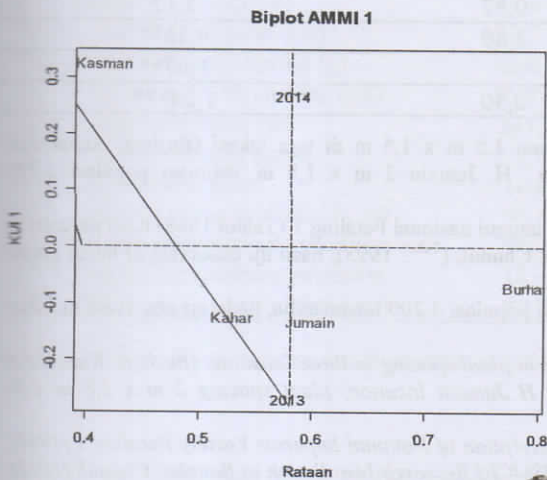
Pada Gambar 2, terlihat bahwa tahun terletak pada sumbu tegak yang relatif sama sehingga dapat dikatakan bahwa interaksi semua tahun panen dengan lokasi tanam menghasilkan rata-rata produksi yang relatif sama. Lada lokal di lokasi tanam Burhan menghasilkan rata-rata produksi tertinggi dan lokasi tanam H. Kasman yang terendah (Gambar 2).

Tabel 7 menunjukkan perbedaan bobot buah segar dan kering lada lokal Kalimantan Timur tahun 2013-2014, secara tunggal, berdasarkan perbandingan nilai tengah, serta analisis deskriptif untuk membandingkan lada lokal dengan dua varietas unggul nasional (Petaling 1 dan Chunuk). Data produksi varietas Petaling 1 yang digunakan adalah hasil percobaan uji varietas di Kebun Percobaan Petaling, Kabupaten Bangka (deskripsi varietas, tahun 1988) dan data observasi di pertanaman petani di Sukabumi dan Purwakarta (Bermawie *et al.* 2013). Data produksi varietas Chunuk, merupakan data hasil observasi di kebun petani di Desa Sungkap, Kabupaten Bangka (deskripsi varietas, tahun 1993). Produksi lada lokal Kalimantan Timur berdasarkan data gabungan bobot segar per pohon selama 2013-2014 berbeda nyata di empat lokasi pengujian. Namun, data gabungan bobot kering, stabil di dua lokasi (Jumain dan Kahar), tetapi produksinya lebih rendah dari lokasi Burhan.

Tabel 6. Analisis ragam komponen utama interaksi (KUI) untuk bobot kering lada lokal Kalimantan Timur tahun 2013-2014.**Table 6.** Analysis of the main components of interaction (IMC) for dried berries weight of East Kalimantan local blackpepper in 2013-2014.

No.	Efek	SS	DF	MS	F	Prob.
1	KUI1	1,25E-01	3	4,18E-02	8,76E+01	<0,00014
2	KUI2	3,89E-33	1	3,89E-33	2,68E-30	1

Keterangan/Note : KUI/IMC : Komponen Utama Interaksi/Interaction Main Component

**Gambar 2.** Biplot AMMI-1 bobot kering lada lokal Kalimantan Timur tahun 2013-2014.**Figure 2.** Biplot AMMI-1 for dried berries weight of East Kalimantan local blackpepper in 2013-2014.

Perbedaan produksi buah lada lokal di empat lokasi tanam yang diobservasi, sangat dipengaruhi oleh lingkungan tumbuh khususnya kesuburan lahan dan iklim, serta cara budidaya yang dilakukan. Lokasi observasi H. Kahar (Kecamatan Loa Janan) dengan rata-rata produksi lada putih 2,23 ton/ha/tahun, produksinya belum optimal karena pemupukan di lokasi tersebut belum sesuai dengan kondisi kesuburan tanah, dengan kriteria kesuburan rendah sampai sedang. Demikian juga dengan dua lokasi lainnya di Loa Janan yaitu Jumain (terendah), dan H. Kasman (rendah). Curah hujan rata-rata di tiga lokasi tersebut (Loa Janan) adalah 1.452 mm/tahun (2013) dan 2.464 mm/tahun (2014) dengan hari hujan berturut-turut 121 hari (2013) dan 211

hari/tahun (2014). Musim kemarau terjadi pada bulan Juni-Agustus.

Lokasi observasi Burhan (Kecamatan Muara Badak), dengan rata-rata produksi lada putih tertinggi, yaitu 3,11 ton/ha/tahun, tertinggi dibanding tiga lokasi lainnya. Masa panen di Muara Badak satu bulan lebih lama dari di Loa Janan, dan curah hujan di Muara Badak relatif lebih tinggi dibandingkan dengan tiga lokasi lain (Kecamatan Loa Janan), yaitu sebesar 2.127 mm dan 2.584 mm/tahun berturut-turut untuk tahun 2013 dan 2014, dengan hari hujan 131 hari dan 181 hari/tahun, musim kemarau terjadi pada bulan Juli-Agustus, sehingga produksi buah per pohon lebih tinggi. Jumlah curah hujan dan hari hujan di lokasi observasi secara tidak langsung berpengaruh terhadap kemampuan berproduksi lada lokal Kalimantan Timur. Menurut Chao-yun *et al.* (2012), suhu minimum, suhu rata-rata harian, dan jumlah hari hujan, teridentifikasi sebagai faktor yang secara signifikan berpengaruh besar terhadap penyebaran dan daya adaptasi tanaman lada.

Produksi lada putih (lada kering) varietas Petaling 1 hasil percobaan uji varietas di Kebun Percobaan Petaling-Balittro, Bangka, yang telah dilepas sebagai varietas unggul nasional tahun 1988, pada umur 4 tahun mencapai 4,48 ton.ha⁻¹ lada putih, atau 2,8 kg/pohon (Ditjenbun 2017). Namun ketika ditanam di Purwakarta, varietas Petaling 1 hanya menghasilkan buah segar rata-rata 1,66 kg/pohon pada umur 4 tahun (penanaman tahun 2008), sedangkan di Sukabumi hanya 1,30 kg/pohon pada umur 5 tahun, penanaman tahun 2007, atau rata-rata 1,48 kg buah segar/pohon (Bermawie *et al.* 2013). Rendahnya produksi terjadi karena tidak mengikuti SOP Budidaya yang

Tabel 7. Perbandingan nilai tengah bobot buah segar dan kering lada Kalimantan Timur panen gabungan tahun 2013-2014, berdasarkan uji Duncan ($\alpha=0,05$).Table 7. Median value comparison of combined harvests of fresh and dried berries weight of East Kalimantan local blackpepper from 2013 to 2014, based on Duncan test ($\alpha=0.05$).

No	Lokasi	Bobot segar (kg/pohon)	Bobot kering lada putih (kg/pohon)	Estimasi produksi lada putih (ton.ha ⁻¹)*
1	Burhan	3,74 a	0,74 a	3,11
2	H. Jumain	3,13 b	0,60 b	1,62
3	H. Kahar	2,74 c	0,53 b	2,23
4	H. Kasman	2,15 d	0,41 c	1,72
	KK (%)	5,75	7,12	-
	Rata-rata	2,94	0,57	2,17
	Petaling 1	-	2,80	4,48**
	Chunuk	-	-	1,97**
	Petaling 1	1,48	0,30	1,24***

Keterangan : * Dihitung berdasarkan jumlah populasi pada jarak tanam 1,5 m x 1,5 m di tiga lokasi (Burhan; Kahar dan Kasman), estimasi populasi 4.200 tanaman/ha; lokasi H. Jumain 2 m x 1,8 m, estimasi populasi 2.700 tanaman/ha.

** Data produksi lada putih berdasarkan deskripsi varietas unggul nasional Petaling 1 (Tahun 1988) hasil percobaan uji varietas di kebun percobaan Balitro di Bangka; dan Chunuk (Tahun 1993), hasil uji observasi di lahan petani Desa Sungkap, Bangka.

*** Dihitung berdasarkan jarak tanam 1,5 x 1,5 m, estimasi populasi 4.200 tanaman/ha, pada uji observasi di lahan petani Sukabumi dan Purwakarta.

Note : * Calculated based on population density at 1.5 m x 1.5 m plant spacing in three locations (Burhan; Kahar dan Kasman), population estimation 4,200 plants/ha; at H. Jumain location, plant spacing 2 m x 1.8 m with population estimation 2,700 plants/ha.

** The data of white pepper production based on the description of National Superior Variety Petaling I (1988), the data was the result of varieties evaluation trial in ISMCRI Research Installation in Bangka; Chunuk (1993). the data as the result from variety evaluation trial at farmer plantation in Sungkap, Bangka.
Calculated based on plant spacing 1.5 m x 1.5 m, population estimation 4,200 plants/ha as the result of observation trial at farmer plantation in Sukabumi and Purwakarta.

direkomendasikan. Produksi buah segar lada lokal Kalimantan Timur pada pertanaman 1 tahun lebih muda dari lada Sukabumi, mampu menghasilkan buah segar 2,15-3,74 kg/pohon, atau 2,94 kg/pohon pada umur 4 tahun. Hasil tersebut lebih tinggi dari rata-rata produksi buah segar lada lokal Sukabumi yang bermalai panjang dan berbulir besar, yaitu $2,46 \pm 0,43$ kg/pohon pada umur 5 tahun. Varietas unggul nasional Chunuk yang diobservasi selama satu tahun di kebun petani Desa Sungkap, Bangka, memiliki karakter berbuah sepanjang tahun seperti lada lokal Kalimantan Timur, telah dilepas tahun 1993, dengan produksi lada putih pada umur 4 tahun mencapai 1,97 ton.ha⁻¹ atau 1,23 kg/pohon (Ditjenbun 2017).

Karakteristik komponen hasil

Karakter morfologi dan komponen hasil memegang peranan penting dalam produksi

tanaman, karena beberapa karakter morfologi tanaman berasosiasi dengan hasil (produksi). Lada lokal Kalimantan Timur yang diobservasi di empat lokasi, diidentifikasi karakter morfologi dan komponen hasil disajikan pada Tabel 8.

Pada tanaman lada, karakter daun dan malai merupakan dua karakter penting yang saling berhubungan. Ravindran *et al.* (1997) membagi tiga kategori aksesi lada yaitu (1) malai lebih pendek dari daun, (2) malai lebih panjang dari daun, dan (3) malai dengan daun relatif sama panjang. Namun, pengelompokan tersebut tidak selalu berkorelasi dengan produksi, karena faktor lingkungan berpengaruh terhadap komponen hasil. Nuryani dan Hadipoentyanti (1992) melaporkan pada varietas LDK dan Chunuk yang ditanam di Bangka, karakter morfologi dan komponen hasil yang berpengaruh terhadap hasil berbeda, kecuali jumlah bulir per malai yang berkorelasi positif

Tabel 8. Karakteristik morfologi dan komponen hasil lada lokal Kalimantan Timur.

Table 8. Morphological characteristics and yield components of East Kalimantan local blackpepper.

No	Karakteristik*	Lokasi observasi			
		Jumain	Kasman	Kahar	Burhan
1	Panjang tangkai malai (cm)	1,3 ± 0,25	1,3 ± 0,29	1,2 ± 0,23	1,1 ± 0,24
2	Panjang malai (cm)	8,7 ± 1,79	8,6 ± 1,41	8,5 ± 1,81	8,4 ± 1,08
3	Jumlah bulir/malai	37,8 ± 8,25	35,7 ± 7,75	42,6 ± 11,54	46,6 ± 7,60
4	Jumlah bulir kosong/malai	27,8 ± 8,29	28,7 ± 6,50	24,8 ± 7,19	21,3 ± 5,55
5	Diameter buah (mm)	6,02 ± 0,47	6,22 ± 0,38	6,17 ± 0,46	5,90 ± 0,40
6	Diameter biji (mm)	5,05 ± 0,28	4,91 ± 0,28	4,95 ± 0,24	5,18 ± 0,30
7	Bobot buah/malai (g)	5,9 ± 1,37	5,6 ± 1,27	6,4 ± 1,68	7,2 ± 1,38
8	Bobot 1000 buah (g)	148,0 ± 11,31	138,3 ± 0,58	143,7 ± 7,64	139,0 ± 18,33
9	Volume 1000 buah (ml)	132,5 ± 10,61	125,0 ± 5,0	136,7 ± 7,64	120,0 ± 13,23
10	Bobot 1000 biji kering (g)	46,0 ± 5,66	52,67 ± 4,93	58,7 ± 8,50	59,7 ± 3,21
11	Volume 1000 biji kering (ml)	36,0 ± 8,49	46,7 ± 5,77	55,0 ± 8,66	51,7 ± 2,89
12	Tinggi tanaman (cm)	227,3 ± 14	252,5 ± 22	226,8 ± 25	224,9 ± 16,74
13	Diameter batang (mm)	18,36 ± 50	17,77 ± 50	15,49 ± 50	24,87 ± 6,15
14	Jumlah akar lekat	10,6 ± 30	10,4 ± 30	9,8 ± 30	9,9 ± 30
15	Jumlah cabang produksi (1 m)	96,8 ± 14	79,1 ± 19	53,8 ± 13	67,0 ± 6,15
16	Jumlah malai/cabang produksi	14,9 ± 70	15,8 ± 50	10,1 ± 30	7,8 ± 2,10
17	Jumlah daun/cabang produksi	18,4 ± 70	18,2 ± 50	10,7 ± 30	14,8 ± 3,34
18	Panjang cabang produksi (cm)	40,7 ± 12	40,8 ± 21	39,5 ± 6	43,8 ± 6,94

Keterangan/Note : *Data rata-rata dari 50 tanaman contoh/The data were the average from 50 samples plant.

dengan produksi buah pada kedua varietas. Pada lada lokal Kalimantan Timur yang ditanam di empat lokasi, karakter panjang cabang produksi, jumlah malai, bobot buah/malai, diameter biji dan jumlah bulir kosong/malai yang terbaik ditunjukkan oleh populasi yang ditanam di Muara Badak (Burhan).

Berdasarkan hasil observasi terhadap karakteristik morfologi dan komponen hasil (Tabel 8), beberapa karakter yang berhubungan dengan produksi lada, nilainya tidak jauh berbeda dengan varietas Petaling 1. Namun, rata-rata produksi riil yang dapat dicapai pada tahun 2013-2014, hanya 2,94 kg/pohon (Tabel 7). Pengamatan yang telah dilakukan pada tanaman lada Kalimantan Timur menunjukkan beberapa karakter komponen hasil berpengaruh terhadap produksi tetapi beberapa karakter lainnya tidak berpengaruh (Tabel 9).

Tabel 9 juga menunjukkan hasil Uji Signifikansi Korelasi Pearson dari faktor produksi Y1 (bobot buah/malai) dan Y2 (bobot buah segar/pohon) terhadap faktor komponen produksi (X) yaitu tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang produksi, jumlah malai/cabang produksi, jumlah daun/cabang produksi, panjang cabang

produksi, panjang tangkai malai, panjang malai, jumlah bulir/malai, jumlah bulir kosong/malai, diameter buah, diameter biji, bobot buah/malai, bobot 1000 buah, volume 1000 buah, bobot 1000 biji, volume 1000 biji.

Jumlah bulir/malai berkorelasi nyata terhadap bobot buah/malai yang menunjukkan keragaman bobot buah/malai dapat diterangkan oleh jumlah bulir/malai (Tabel 9). Hubungan antara Y1 dengan jumlah bulir/malai adalah positif dan kuat sehingga ketika jumlah bulir/malai tinggi maka akan menghasilkan bobot buah/malai yang tinggi pula. Bobot buah/malai (Y1) berkorelasi nyata, negatif dan kuat terhadap komponen jumlah bulir kosong/malai yang menunjukkan keragaman bobot buah/malai dapat diterangkan oleh jumlah bulir kosong/malai (Tabel 9). Apabila jumlah bulir kosong/malai tinggi maka bobot buah/malai akan rendah.

Bobot buah segar (Y2) berkorelasi nyata, positif dan kuat terhadap komponen diameter biji, diameter batang dan panjang cabang produksi dengan nilai Korelasi Pearson secara berurutan 0,962; 0,971 dan 0,955. Masing-masing nilai koefisien determinasi secara berurutan adalah 96,

Tabel 9. Uji signifikansi korelasi Pearson untuk faktor produksi bobot buah/malai dan bobot buah/pohon, dengan komponen hasil pada lada lokal Kalimantan Timur.

Table 9. Pearson correlation significance test of berries weight/panicle and berries weight/tree, with yield component for East Kalimantan local black pepper.

No	Komponen Morfologi		Bobot buah/malai (Y1)	Koefisien Determinasi (r^2)	Bobot buah segar/pohon (Y2)	Koefisien Determinasi (r^2)
1	Panjang Tangkai	Pearson Correlation	-0,85	0,73	-0,43	0,18
		Nilai signifikan (P-value)	0,15	-	0,57	-
2	Panjang Malai	Pearson Correlation	-0,86	0,75	-0,53	0,28
		Nilai signifikan (P-value)	0,14	-	0,47	-
3	Jumlah Bulir/Malai	Pearson Correlation	0,99	0,98**	0,76	0,57
		Nilai signifikan (P-value)	0,01	-	0,25	-
4	Jumlah Bulir Kosong/Malai	Pearson Correlation	-0,995	0,99**	-0,81	0,65
		Nilai signifikan (P-value)	0,01	-	0,19	-
5	Diameter Buah	Pearson Correlation	-0,72	0,52	-0,90	0,81
		Nilai signifikan (P-value)	0,28	-	0,10	-
6	Diameter Biji	Pearson Correlation	0,80	0,65	0,96	0,93*
		Nilai signifikan (P-value)	0,20	-	0,04	-
7	Y1 (Bobot Buah/Malai)	Pearson Correlation	1,00	1,00	0,83	0,70
		Nilai signifikan (P-value)	-	-	0,17	-
8	Bobot 1000 Buah	Pearson Correlation	0,60	0,36	0,41	0,17
		Nilai signifikan (P-value)	0,40	-	0,59	-
9	Volume 1000 Buah	Pearson Correlation	0,43	0,18	0,72	0,52
		Nilai signifikan (P-value)	0,58	-	0,28	-
10	Bobot 1000 Biji	Pearson Correlation	0,88	0,77	0,83	0,68
		Nilai signifikan (P-value)	0,12	-	0,17	-
11	Volume 1000 Biji	Pearson Correlation	0,82	0,67	0,64	0,40
		Nilai signifikan (P-value)	0,18	-	0,36	-
12	Y2 (Bobot Buah Segar)	Pearson Correlation	0,83	0,70	1,00	1,00
		Nilai signifikan (P-value)	0,17	-	-	-
13	Tinggi Tanaman (cm)	Pearson Correlation	0,83	0,69	-0,51	0,26
		Nilai signifikan (P-value)	0,17	-	0,49	-
14	Diameter Batang (mm)	Pearson Correlation	0,16	0,03	0,97	0,94*
		Nilai signifikan (P-value)	0,84	-	0,03	-
15	Jumlah Cabang Produksi (1 m)	Pearson Correlation	-0,14	0,02	-0,06	0,00
		Nilai signifikan (P-value)	0,86	-	0,94	-
16	Jumlah Malai/Cabang Produksi	Pearson Correlation	0,18	0,03	-0,68	0,47
		Nilai signifikan (P-value)	0,82	-	0,32	-
17	Jumlah Daun/Cabang Produksi	Pearson Correlation	0,26	0,07	-0,02	0,00
		Nilai signifikan (P-value)	0,74	-	0,99	-
18	Panjang Cabang Produksi (cm)	Pearson Correlation	0,11	0,01	0,96	0,91*
		Nilai signifikan (P-value)	0,89	-	0,05	-

Keterangan/Note

** komponen nyata pada taraf $\alpha=0,01$ /component significantly different at $\alpha=0.01$.* komponen nyata pada taraf $\alpha=0,05$ / component significantly different at $\alpha=0.05$.

97 dan 96 % sehingga ketika komponen-komponen tersebut bernilai tinggi maka bobot buah segar (Y2) juga akan bernilai tinggi.

Hasil observasi selama dua tahun di empat lokasi, rata-rata produksi buah lada lokal Kalimantan Timur mencapai 2,94 kg/pohon (setara 2,17 ton.ha⁻¹ lada putih). Potensi tersebut masih dapat ditingkatkan, melalui perbaikan budidaya dan pengolahan hasil panen karena pada karakter morfologi dan komponen hasil, jumlah malai

dengan bulir kosong masih lebih dari 30 %, sedangkan setiap keluar daun umumnya akan diikuti keluarnya malai (Gambar 3).

Potensi produksi secara genetik pada lada lokal Kalimantan Timur, dapat diprediksi dengan mengakumulasi data bobot buah/malai dengan jumlah malai/cabang produksi dan jumlah cabang produksi/pohon, dengan asumsi persentase bulir/malai 100 %. Potensi bobot buah per malai dapat dihitung berdasarkan jumlah bulir penuh/



Gambar 3. Karakteristik pembungaan lada lokal Kalimantan Timur, malai keluar pada setiap titik tumbuh daun (kiri), dan karakteristik buah (kanan).
Figure 3. Flowering characteristics of East Kalimantan local blackpepper, panicle emerges at each leaf growing point (left), and berry characteristics (right).

malai dikalikan bobot buah, sedangkan jumlah cabang produksi/pohon dihitung dengan cara mengalikan jumlah cabang produksi/1 m dengan tinggi tanaman (setelah dikurangi 20 %). Berdasarkan asumsi tersebut, potensi genetik produksi lada lokal Kalimantan Timur adalah 3,81-8,56 kg lada putih/pohon/tahun, dengan rata-rata 6,15 kg/pohon/tahun lada putih.

Saat ini rata-rata produksi lada lokal Kalimantan Timur kurang dari 3 kg/tanaman. Untuk meningkatkan produksi mendekati potensi genetiknya perlu dilakukan perbaikan teknik budidaya, terutama meningkatkan dosis dan frekuensi pemupukan. Tanaman lada termasuk tanaman yang rakus hara, artinya untuk dapat tumbuh dan menghasilkan dengan baik diperlukan unsur hara yang sangat banyak. Menurut Krishnamurthy *et al.* (2013), pada varietas lada Panniyur-1, produksi dikendalikan oleh cadangan karbohidrat dan ketersediaan nutrisi pada saat inisiasi primordial bunga. Cadangan karbohidrat yang dikombinasikan dengan hormon auksin dan sitokinin sampai batas tertentu dapat berperan dalam inisiasi bunga dan pengisian buah lada. Penyemprotan larutan 1 % pupuk majemuk

19:19:19 (% N: P: K) tiga kali dengan interval 3 minggu (dari bunga primordial sampai periode inisiasi bunga) meningkatkan hasil sampai sekitar 30 %. Faktor lain yang kemungkinan berpengaruh adalah penggunaan tiang panjat. Budidaya lada lokal Kalimantan Timur dilakukan dengan menggunakan tajar mati kayu ulin, dalam kondisi cahaya penuh. Lada tergolong jenis tanaman lindung (*scyophit*) fakultatif yang akan terhambat pertumbuhannya bila ditanam di tempat terbuka dengan cahaya penuh, namun beberapa varietas dapat beradaptasi dan toleran dengan cahaya penuh, apabila dipupuk secara intensif (Wahid 1996). Penggunaan tajar hidup, berfungsi sebagai peneduh, terbukti memberikan pengaruh positif terhadap aktivitas mikroba pada rhizosfer tanah di sekitar tanaman. Hasil penelitian di India, penggunaan tiga jenis tajar hidup dalam budidaya lada yaitu *Erythrina variegata* L., *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. dan *Garuga pinnata* Roxb, membuktikan *G. sepium* dan *G. pinnata* mampu merestorasi pertanaman lada yang rusak dan dapat memperbaiki kualitas tanah (Dinesh *et al.* 2010). Biomassa yang dihasilkan dari tajar hidup juga berfungsi sebagai pupuk organik meskipun tetap

harus disertai dengan pemberian pupuk anorganik secara terpadu. Hasil penelitian Ann (2012) menunjukkan pemberian pupuk organik memang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertanian yang berkelanjutan tetapi pemberian pupuk organik tanpa dilengkapi dengan pupuk inorganik menurunkan produksi 60-70 %. Oleh karena itu, pemberian pupuk organik yang dilengkapi dengan pupuk anorganik diperlukan untuk mempertahankan pertumbuhan dan hasil panen lada optimum. Pemupukan merupakan salah satu faktor yang memegang peranan penting dalam ekspresi potensi genetik tanaman, karena dalam kondisi kecukupan hara potensi genetik akan terekspresi dengan optimal terutama potensi produksi.

Karakteristik mutu

Produk lada biasanya dipasarkan dalam bentuk lada putih dan lada hitam. Namun, di Kalimantan Timur lada enteng yang merupakan malai berbuah yang gugur sebelum waktunya dipanen, juga dikumpulkan karena memiliki nilai ekonomi cukup tinggi.

Hasil analisis mutu lada varietas lokal Kalimantan Timur periode panen tahun 2013 dan 2014 berbeda-beda untuk masing-masing lokasi (Tabel 10, 11 dan 12). Uji statistik pada mutu hasil

tidak dapat dilakukan karena setiap tahun hanya dilakukan satu kali analisis mutu, baik lada putih, lada hitam maupun lada enteng. Oleh karena itu, data gabungan mutu lada selama 2013-2014, diakumulasi dari hasil uji di empat lokasi untuk masing-masing produk (Tabel 12).

Kandungan piperin dan oleoresin lada lokal Kalimantan Timur lebih tinggi dari Petaling 1 untuk lada putih dan Natar 1 untuk lada hitam (Tabel 12). Kadar piperin pada lada putih dan lada enteng dari lada lokal Kalimantan Timur bahkan lebih tinggi dari varietas Paniyur 4, 5, 6 dan 7 (3,5-3,8 %) yang dikenal sebagai varietas unggul berbulir besar di India, demikian juga dengan kadar oleoresinnya (Zachariah *et al.* 2010).

Menurut Thiel *et al.* (2014) piperin merupakan kandungan utama dari rasa pedas lada yang diperoleh pada konsentrasi 50-90 g piperin/kg lada. Oleh karena itu, tingginya kandungan piperin dan oleoresin pada lada lokal Kalimantan Timur, merupakan penciri khusus aroma dan rasa yang unggul. Perbedaan kandungan piperin dan oleoresin pada lada hitam, lada putih dan lada enteng, dipengaruhi oleh tingkat kematangan buah. Lada hitam dipanen sebelum buah masak sempurna sehingga aroma dan rasanya lebih kuat dari lada putih yang diproses dari buah masak sempurna, yang menghasilkan aroma dan rasa lebih lembut.

Tabel 10. Karakteristik mutu buah lada lokal Kalimantan Timur (lada putih, lada hitam dan lada enteng) di empat lokasi observasi periode panen tahun 2013.

Table 10. *Quality characteristics of East Kalimantan local blackpepper (white pepper, black pepper and lightly ground pepper) at four observation sites during the harvest period of 2013.*

No.	Karakteristik	Lokasi			
		Kahar	Kasman	Jumain	Burhan
1	Lada Putih				
	Minyak atsiri (%)	2,49	2,01	2,12	2,00
	Piperin (%)	4,98	4,98	3,03	4,58
	Oleoresin (%)	7	10	7,6	8,6
2	Lada Hitam				
	Minyak atsiri (%)	2,71	2,15	2,25	2,44
	Piperin (%)	2,71	2,15	2,10	2,44
	Oleoresin (%)	12,4	14,4	11,6	13,8
3	Lada enteng				
	Minyak atsiri (%)	2,29	2,50	1,71	3,49
	Piperin (%)	6,03	3,91	3,42	4,78
	Oleoresin (%)	12,6	9,6	8,5	17,8

Tabel 11. Karakteristik mutu buah lada lokal Kalimantan Timur (lada putih, lada hitam dan lada enteng) di empat lokasi observasi periode panen tahun 2014.

Table 11. *Quality characteristics of East Kalimantan local blackpepper (white pepper, black pepper and lightly ground pepper) at four observation sites during the harvest period of 2014.*

No.	Karakteristik	Lokasi			
		Kahar	Kasman	Jumain	Burhan
1	Lada Putih				
	Minyak atsiri (%)	1,76	3,63	2,22	2,60
	Piperin (%)	2,88	4,32	3,63	2,14
	Oleoresin (%)	11,2	12,4	9,6	23,4
2	Lada Hitam				
	Minyak atsiri (%)	4,08	3,55	1,75	1,95
	Piperin (%)	3,38	3,64	5,24	3,74
	Oleoresin (%)	16,6	20,8	21,8	13,4
3	Lada enteng				
	Minyak atsiri (%)	2,41	4,97	1,41	4,39
	Piperin (%)	3,26	3,04	3,32	3,88
	Oleoresin (%)	8,0	8,4	8,0	27,8

Tabel 12. Rata-rata kandungan minyak atsiri, piperin dan oleoresin lada putih, lada hitam dan lada enteng varietas lada lokal Kalimantan Timur, selama dua tahun observasi (2013-2014).

Table 12. *Average of essential oil content, piperine and oleoresin from white pepper, black pepper and lightly ground pepper of East Kalimantan local blackpepper, for two years of observation (2013-2014).*

No.	Jenis produk	Mutu*		
		Minyak atsiri (%)	Piperin (%)	Oleoresin (%)
1	Lada Putih	2,35 ± 0,58	3,82 ± 1,06	11,23 ± 5,23
2	Lada Hitam	2,61 ± 0,81	3,18 ± 1,06	15,60 ± 3,82
3	Lada Enteng	2,90 ± 1,27	3,96 ± 1,00	12,59 ± 7,01
	Petaling 1(lada Putih)**	3,68	3,03	10,66
	Natar 1(lada hitam)**	3,27	2,35	11,29

Gambaran Note

*Rata-rata hasil pengujian dari empat lokasi observasi, selama dua tahun (2013-2014)/Data were the average of analysis result from four observation sites for two years (2013-2014).

**Deskripsi pelepasan varietas tahun 1988/Data were taken from variety-released description in 1988.

KESIMPULAN DAN SARAN

Lada lokal Kalimantan Timur merupakan varietas yang berbuah sepanjang tahun dengan potensi produksi buah segar 2,94 kg/pohon/tahun (rata-rata 2,17 ton.ha⁻¹ lada putih). Rata-rata potensi genetik berdasarkan jumlah malai yang terbentuk, produksi dapat mencapai 6,05 kg/pohon/tahun lada putih, tidak tercapai karena kegagalan pembentukan buah dan gugurnya malai sebelum dipanen, akibat cara budidaya belum mengikuti SOP/GAP lada. Lada lokal Kalimantan Timur mengandung oleoresin 11,23 %, dan piperin 3,82 %, lebih tinggi

dari oleoresin dan piperin lada putih varietas Petaling 1 (10,66 % dan 3,03 %); lada hitam dengan kandungan oleoresin 15,60 % dan piperin 3,18 %, lebih tinggi dari oleoresin dan piperin lada hitam varietas Natar 1 (11,29 % dan 2,35 %). Keunggulan utama lada lokal Kalimantan Timur adalah rasa pedas dan aroma yang khas karena kandungan piperin dan oleoresin yang tinggi.

Perlu perbaikan budidaya untuk meningkatkan ekspresi potensi genetik produksi lada lokal Kalimantan Timur dengan menerapkan SOP budidaya terutama dosis dan frekuensi pemupukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Timur dan Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan, Medan yang telah mendanai penelitian mulai tahun 2012 sampai tahun 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J.T., Willis, J.H. & Mitchell-Olds, T. (2011) Evolutionary Genetics of Plant Adaptation. *Trends in Genetics*. 27 (7), 258-266. doi:10.1016/j.tig.2011.04.001.
- Ann, Y.C. (2012) Impact of Different Fertilization Methods on the Soil, Yield and Growth Performance of Black Pepper (*Piper nigrum* L.). *Malaysian Journal of Soil Science*. 16 (1), 71-87.
- Bermawie, N., Wahyuni, S., Heryanto, R., Setiyono, R.T. & Udarno, L. (2013) Observasi Hasil dan Mutu Lada Lokal di Dua agroekologi. *Bul. Litro*. 24 (2), 63-72.
- Chao-yun, H.A.O., Rui, F.A.N., Ribeiro, M.C., Lehe, T.A.N., Hua-song, W.U. & Jian-feng, Y. (2012) Modeling the Potential Geographic Distribution of Black Pepper (*Piper nigrum*) in Asia Using GIS Tools. *Journal of Integrative Agriculture*. 11 (4), Chinese Academy of Agricultural Sciences, 593-599. doi:10.1016/S2095-3119(12)60046-X.
- Dinesh, R., Srinivasan, V., Hamza, S., Parthasarathy, V.A. & Aipe, K.C. (2010) Geoderma Physico-Chemical, Biochemical and Microbial Properties of the Rhizospheric Soils of Tree Species Used as Supports for Black Pepper Cultivation in the Humid Tropics. *Geoderma*. 158 (3-4), 252-258. doi:10.1016/j.geoderma.2010.04.034.
- Ditjenbun (2017) *Kumpulan Deskripsi Varietas Benih Unggul Tanaman Perkebunan*. Jakarta, Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian. 507 hlm.
- Finlay, K.W. & Wilkinson, G.N. (1963) The Analysis of Adaptation in A Plant-breeding Programme. *Australian Journal of Agricultural Research*. 14 (6), 742-754. doi:10.1071/AR9630742.
- Krishnamurthy, K.S., Hamza, S., Ankegowda, S.J. & Srinivasan, V. (2013) Influence of Carbohydrates, Mineral Nutrients and Plant Hormones in Alternate Bearing of Black Pepper (*Piper nigrum* L.). *American Journal of Plant Sciences*. 4, 1960-1967. doi:10.4236/ajps.2013.410243.
- Lal, R.K. (2012) Stability for Oil Yield and Variety Recommendations Using AMMI (Additive Main Effects and Multiplicative Interactions) Model in Lemongrass (*Cymbopogon* species). *Industrial Crops and Products*. 40 (1), 296-301. doi:10.1016/j.indcrop.2012.03.022.
- Nuryani, Y. & Hadipoentyanti, E. (1992) Hubungan Berbagai Karakter Morfologi dengan Produksi Lada Varietas Chunuk dan Lampung Daun Kecil. *Bul. Litro*. 7 (2), 11-15.
- Purseglove, J.W. (1982) *Tropical Crops. Dicotyledons*. London, Longmans Groups Ltd. 441-450.
- Ravindran, P.N., Balakrishnan, R. & Babu, K.N. (1997) Morphometrical Studies on Black Pepper (*Piper nigrum* L.). I. Cluster Analysis of Black Pepper Cultivars. *Journal of Spices and Aromatic Crops*. 6 (1), 9-20.
- Sumertajaya, I.M. (2005) *Kajian Pengaruh Inter-Blok dan Interaksi Pada Uji Lokasi Ganda dan Respon Ganda*. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. 183 hlm.
- Thiel, A., Buskens, C., Woehrle, T., Etheve, S., Schoenmakers, A., Fehr, M. & Beilstein, P. (2014) Black Pepper Constituent Piperine: Genotoxicity Studies In Vitro and In Vivo. *Food and Chemical Toxicology*. 66, 350-357. doi:10.1016/j.fct.2014.01.056.
- Wahid, P. (1996) Identifikasi Tanaman Lada. In: Wahid, P. et al. (eds.) *Monograf Tanaman Lada*. Bogor, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, pp. 27-32.
- Zachariah, T.J., Safeer, A.L., Jayarajan, K., Leela, N.K., Vipin, T.M., Saji, K. V, Shiva, K.N., Parthasarathy, V.A. & Mammooty, K.P. (2010) Correlation of Metabolites in the Leaf and Berries of Selected Black Pepper Varieties. *Scientia Horticulturae*. 123 (3), 418-422. doi:10.1016/j.scienta.2009.09.017.

PENGARUH PUPUK HIJAU TANAMAN KEMBANG BULAN (*Tithonia diversifolia*) DAN PUPUK KANDANG TERHADAP PRODUKSI TANAMAN EKINASE (*Echinacea purpurea*)

*The Effect Green Manure of Tithonia diversifolia and Dung Manure on Yield of
Echinacea purpurea*

Dian Susanti, Harto Widodo, dan Erri S. Hartanto

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional
Jalan Raya Lawu No. 11 Tawangmangu, Karanganyar, Jawa Tengah 57792

INFO ARTIKEL

Article history:

Received: 18 Maret 2017

Revised: 28 April 2017

Accepted: 24 Mei 2017

Keywords:

Echinacea purpurea;
Tithonia diversifolia; pupuk
kandang

Keywords:

Echinacea purpurea; *Tithonia
diversifolia*; organic fertilizer

ABSTRAK/ABSTRACT

Ekinase merupakan tanaman obat introduksi yang berkhasiat sebagai imunomodulator. Kebutuhan tanaman ekinase sebagai bahan baku obat herbal imunomodulator terus meningkat. Dalam upaya memenuhi permintaan bahan baku industri, kuantitas dan kualitas, maka produksi ekinase perlu ditingkatkan dengan penggunaan pupuk yang ramah lingkungan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk hijau tanaman kembang bulan (*Tithonia diversifolia*) dan pupuk kandang terhadap biomassa dan kadar *echinacoside* tanaman ekinase. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan dua perlakuan, yaitu tiga dosis pupuk kandang (0; 2,5; 5 ton ha⁻¹) dan tiga dosis pupuk hijau kembang bulan (0; 10 dan 20 ton ha⁻¹). Perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Parameter yang diamati adalah biomassa herba tanaman ekinase dan kadar ekinakosida. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada interaksi antara penggunaan pupuk kembang bulan dengan pupuk kandang terhadap tanaman ekinase. Pupuk kembang bulan sebagai pupuk tunggal meningkatkan hasil bobot segar herba tidak nyata pada dosis 20 ton.ha⁻¹. Penggunaan pupuk hijau kembang bulan dan pupuk kandang tidak menstimulasi senyawa *echinacoside* pada ekinase.

Echinaceae is introduced medicinal plant as immunomodulator. The high demand of echinaceae as raw material for immunomodulatory herbal medicine by the industries, requires the increase in quantity and quality of cultivated echinaceae. Thus, the use of fertilizer is necessary. However, to ensure the safety of raw materials for herbal medicine industry, the use of organic fertilizer becomes one of the important components. Organic fertilizer used can be in the form of solid fertilizer such as dung manure, compost and green manure. Various plants can be utilized as a source of green manure such as Tithonia diversifolia, because of its high N content. The aim of this research was to evaluate the effect of the dosage of dung manure and green manure from T. diversifolia on echinaceae biomass and echinacoside contents. The research was arranged in Factorial Randomized Block Design with two treatments, three dosages of dung manure (P) 0; 2.5; 5 ton.ha⁻¹, and three dosages of green manure from T. diversifolia (T) 0; 10 and 20 ton.ha⁻¹. The treatment combinations were repeated three times. The results showed that there was no interaction between T. diversifolia green manure and dung manure usage. The use of T. diversifolia fertilizer alone was not evidently increased the fresh weight of biomass at 20 ton.ha⁻¹. The use of T. diversifolia and dung manure showed no significant effect on echinacoside content.

* Alamat Korespondensi : dian.ssanti@gmail.com

DOI : <http://dx.doi.org/10.21082/bullitro.v28n2.2017.127-136>

0215-0824/2527-4414 @ 2017 Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. All rights reserved.

This is an open access article under the CC BY-NC-SA license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>)

Accreditation Number : 778/Akred/P2MI-LIPI/08/2017

PENDAHULUAN

Echinacea purpurea (L.) Moench (ekinase) adalah tanaman obat introduksi yang memiliki khasiat sebagai antiimunossupressan, antijamur dan anti-bakteri (Kumar dan Ramaiah 2011). Ekinase merupakan tumbuhan semak menahun dengan tinggi mencapai 60 cm. Ekinase berbungol kokoh, dan berkayu, memiliki satu atau lebih batang yang berambut kasar tanpa percabangan. Bunga ekinase berbentuk seperti bunga matahari dengan panjang kelopak bunga 3-8 cm yang berwarna ungu kemerahan, warna ungu seperti lavender dan merah muda (Gilman 2014).

Bagian akar tanaman ekinase memiliki kandungan kimia meliputi minyak dan *alkaloid pyrrolizidin* berupa *tussilagin* dan *isotussilagin*. Komponen senyawa aktif dari bagian atas tanaman ekinase meliputi senyawa turunan *caffeic acid* dan *ferulic acid* (seperti *cichoric acid* dan *echinacoside*) serta polisakarida kompleks seperti *acidic arabinogalactan*, *rham-noarabinogalactans*, dan *4-O-methylglucurony-larabinoxylans* (Kumar dan Ramaiah 2011). Menurut Lee dan Scagel (2010), dua senyawa fenol *caftaric acid* dan *chicoric acid* yang merupakan turunan dari *caffeic acid* banyak ditemukan pada kepala bunga, tangkai dan akar. Ekinase memiliki khasiat sebagai antioksidan dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh (*immunomodulator*) karena kandungan senyawa fenol yang dimilikinya. *Caffeic acid* merupakan salah satu senyawa fenol yang banyak terkandung dalam ekinase, dan *echinacoside* adalah salah satu senyawa turunan dari *caffeic acid* (Miller dan Yu 2004).

Pertumbuhan dan produksi tanaman dipengaruhi antara lain oleh ketersediaan unsur hara. Menurut Bonomelli *et al.* (2005) dalam El-Din *et al.* (2010), kebutuhan unsur N tanaman ekinase sekitar 33 kg.ha⁻¹. Menurut Rahardjo (2005) nitrogen 100-200 kg.ha⁻¹ secara bertahap, pupuk fosfat 100 kg.ha⁻¹, dan kalium 250 kg.ha⁻¹. Pemenuhan standar hasil dan kualitas bahan baku obat tradisional sesuai GAP (*Good Agriculture Practice*) dan GACP (*Good Agriculture and Collection Practice*) dapat dilakukan dengan sistem budidaya tanaman obat secara organik.

Salah satu persyaratan dalam budidaya organik adalah cara meningkatkan produktivitas tanaman baik secara kuantitas maupun kualitas tanpa menggunakan pupuk kimia atau pupuk buatan pabrik, tetapi dengan memanfaatkan pupuk organik. Pupuk organik padat (pupuk hijau, pupuk kandang, kompos) dapat diaplikasikan melalui akar dan pupuk cair yang diaplikasikan melalui daun (BPPSDMP 2013).

Salah satu jenis tumbuhan yang berpotensi untuk digunakan sebagai pupuk hijau adalah *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (kembang bulan). Kembang bulan adalah tumbuhan berkayu dengan habitus semak tahunan yang tumbuh tegak dengan ketinggian mencapai 2-3 m. Daun kembang bulan berbentuk menjari bercangap, kasar dan berambut dengan duduk daun berlawanan atau berseling. Bunga tumbuhan kembang bulan merupakan bunga tunggal berwarna kuning cerah, tumbuh pada ujung tangkai bunga sepanjang 6-13 cm (Winnifred dan Morris 2014).

Kembang bulan merupakan tumbuhan liar yang banyak ditemukan di daerah dengan ketinggian 500-1.950 m dpl. Tumbuhan kembang bulan tumbuh dengan baik di lahan yang tidak subur. Tumbuhan ini belum banyak dimanfaatkan, meskipun sebarannya cukup luas. Kembang bulan tumbuh dengan baik di tebing, pinggiran jalan dan kebun-kebun di Jawa dan Sumatera. Potensi produksi biomassa kering daun dan batang berkisar antara 2,0-3,9 ton.ha⁻¹ (Purwani 2010) dan produksi biomassa basah berkisar antara 30-70 ton.ha⁻¹ (Ruiz *et al.* 2014). Kembang bulan memiliki kandungan unsur makro dan mikro yang lengkap meliputi N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, Cu dan B (Reis *et al.* 2016). Oleh karena itu, kembang bulan layak dijadikan sumber pupuk hijau dalam budidaya tanaman obat secara organik. Laude *et al.* (2014) melaporkan pupuk hijau yang berasal dari kembang bulan mengandung asam humat dan asam fulvat yang dapat menghambat laju pertumbuhan gulma (rumpun liar).

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi pupuk hijau dari tanaman kembang bulan dan pupuk kandang terhadap biomassa dan kadar *echinacoside* pada tanaman ekinase.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Terpadu B2P2TOOT dan lahan B2P2TOOT Tawangmangu sejak Maret sampai Oktober 2016. Lokasi penelitian berada pada ketinggian 1.100 m dpl dan jenis tanah andosol yang mengandung bahan organik 4,6%; N 0,3%; P tersedia 17,1 ppm dan K tertukar 0,3 me%.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tanaman kembang bulan, pupuk kandang kambing, benih ekinase, standar *echinacoside*, TLC Silica gel 60 F 254 Aluminium Sheet, asam *diphenylborinic*, etanolamin ester (2-Aminoethyl *diphenylborinate*), metanol, *ethyl acetat*, asam format, asam asetat, kertas tissue, *sensi gloves dan aquabidest*. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah *media dispenser*, *micropipette* 1 ml, *elusion chamber*. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAK Faktorial) terdiri dari tiga dosis pupuk hijau kembang bulan 0; 10 dan 20 ton.ha⁻¹ dan tiga dosis pupuk kandang kambing 0; 2,5 dan 5 ton.ha⁻¹ sehingga diperoleh 9 kombinasi perlakuan. Aplikasi perlakuan diulang sebanyak tiga kali.

Persiapan benih

Penelitian diawali dengan kegiatan persiapan benih. Benih tanaman ekinase disemaikan terlebih dahulu di dalam polibeg selama 6 minggu. Bibit berumur 6 minggu kemudian ditanam di lahan percobaan dengan jarak tanam 30 cm x 30 cm pada bedengan berukuran 120 cm x 300 cm, dengan jumlah tanaman 27 tanaman/plot.

Perlakuan pemupukan

Pupuk hijau dan pupuk kandang kambing diaplikasikan pada bedengan sebagai pupuk dasar sesuai perlakuan. Aplikasi pupuk dasar dilakukan dengan cara mencampurkan pupuk dengan tanah saat pengolahan tanah di tiap bedengan. Pupuk hijau kembang bulan diaplikasikan dalam bentuk cacahan segar batang dan daun dengan ukuran sekitar 10 cm. Pupuk kandang kambing dan pupuk hijau kembang bulan memiliki kandungan unsur hara yang cukup lengkap (Tabel 1).

Tabel 1. Kandungan hara pupuk kandang kambing dan pupuk hijau kembang bulan.

Table 1. The nutrient content of goat dung manure and *T. diversifolia green manure*.

Jenis hara	Pupuk kandang kambing	Pupuk hijau kembang bulan
C Organik (%)	21,80	39,30
Bahan organik (%)	37,60	67,80
N (%)	2,00	4,30
P total (%)	1,20	1,00
K total (%)	1,20	1,10
Ca total (%)	1,60	0,50
Mg total (%)	0,80	0,40
Fe (%)	1,80	0,30
S (%)	0,40	0,20
C/N ratio	11,00	9,20

Pengamatan sampel tanaman ekinase dilakukan saat panen pada umur 20 minggu setelah tanam (MST). Parameter pengamatan meliputi bobot segar herba, bobot kering herba, indeks panen dan kandungan *echinacoside* pada akar dan herba ekinase. Pengamatan kandungan *echinacoside* diukur dengan menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT).

Penentuan bobot segar dan bobot kering herba dilakukan dengan menimbang bagian yang dipanen (bagian atas dan bawah tanaman secara terpisah). Pemanenan herba dilakukan dengan memotong tanaman setinggi 10 cm dari pangkal akar, sedangkan sisa tanaman serta akar diambil untuk pengamatan bobot akar. Bobot kering herba diamati setelah herba hasil panen dikeringkan dengan menggunakan oven suhu 40 °C hingga kadar air kurang dari 10 %. Pengukuran berat akar dilakukan untuk menentukan indeks panen dengan rumus mengacu pada Wahyudin *et al.* (2015) serta Yang dan Zhang (2010).

$$\text{Indeks panen} = \frac{\text{Berat kering hasil panen (herba)}}{\text{Berat kering total tanaman}}$$

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan uji F dengan taraf 5 % dan uji lanjut dengan uji DMRT 5 %.

Ekstraksi kandungan *echinacoside*

Penyiapan sampel pengamatan *echinacoside* dilakukan dengan menimbang 100 mg sampel ekinase dan dilarutkan dalam 10 ml metanol. Larutan disonikasi selama 15 menit kemudian diendapkan selama semalam.

Ekstraksi kandungan *echinacoside* dilakukan dengan menotolkan sampel pada TLC *Silica gel* dengan volume 15 μ l. Plat totolan dicelupkan dalam larutan fase gerak *ethyl acetate* : *formic acid* : *acetic acid* : *aquabidest* dengan perbandingan 100 : 11 : 11 : 27.

Totolan yang telah dicelup fase gerak, selanjutnya disemprot dengan menggunakan reagen semprot berupa larutan 125 mg asam *diphenylborinic*, etanolamin ester (*2-Aminoethyl diphenylborinate*) dalam 25 ml metanol. Se

telah disemprot, plat *silica dioven* pada suhu 100 °C selama 10 menit. Pemeriksaan hasil totolan menggunakan sinar UV 365 nm dengan menggunakan alat spektrofotometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biomassa dan indeks panen

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara perlakuan pupuk hijau kembang bulan dan pupuk kandang kambing, tetapi pemberian pupuk hijau kembang bulan secara tunggal memberikan pengaruh beda tidak nyata terhadap bobot segar herba ekinase. Perlakuan pupuk kandang secara tunggal tidak memberikan pengaruh yang nyata pada semua parameter (Tabel 2).

Bobot segar herba tertinggi (196,90 g) diperoleh pada perlakuan pupuk hijau kembang bulan 20 ton.ha⁻¹ tanpa pupuk kandang, akan tetapi perlakuan tersebut memberikan pengaruh tidak berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 2) karena kandungan N tinggi dari pupuk hijau tidak meningkatkan berat dari bagian aerial tanaman ekinase.

Belum banyak penelitian budidaya ekinase yang dilakukan di Indonesia menjadi kendala

dalam menentukan bulan atau waktu yang tepat untuk melakukan budidaya ekinase. Waktu tanam yang tidak tepat menyebabkan terjadinya variasi iklim makro dan mikro yang tidak sesuai dengan pertumbuhan tanaman dan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya keragaman produktivitas tanaman.

Ekinase merupakan tanaman yang memiliki keragaman aksesi dalam spesies yang besar. Ekinase berreproduksi dengan penyerbukan silang dan bersifat *self-incompatibility* yang mengakibatkan keragaman morfologi dan agronomi sangat besar (Subositi and Widiyastuti 2013). Still *et al.* (2005) menyatakan bahwa keragaman aksesi juga terjadi karena adanya variasi respon tanaman terhadap lingkungan tempat tumbuh.

Penggunaan tanaman kembang bulan sebagai pupuk hijau tunggal ataupun dicampur dengan pupuk kimia memberikan pengaruh terhadap produksi tanaman jagung (Mugwe *et al.* 2007) dan wortel (Jeptoo *et al.* 2013). Tanaman kembang bulan tidak hanya meningkatkan produktivitas pada tanah masam, tapi juga memberikan *benefit-cost ratio* yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kimia (Achieng *et al.* 2010).

Magdalena (2013) menyatakan bahwa kombinasi pupuk kandang dan pupuk hijau *Crotalaria juncea* mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Dosis pupuk kandang yang terlalu tinggi akan menyebabkan bakteri pengurai tanah sangat aktif sehingga tanah menjadi masam dan mengganggu pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, semakin tinggi dosis pupuk kandang yang diberikan, ada kecenderungan menghambat pertumbuhan tanaman dan menurunkan hasil (Arifah 2013).

Bahan organik yang digunakan menjadi pupuk hijau atau pupuk organik adalah yang memiliki C/N rasio rendah. Nilai C/N rasio yang rendah mempercepat proses pengomposan bahan organik yang digunakan sebagai pupuk (Widiyaningrum and Lisdiana 2015).

Tabel 2. Pengaruh dosis pupuk kandang dan pupuk hijau *T. diversifolia* pada produksi tanaman ekinase umur 20 minggu setelah tanam.
Table 2. The effect of dosage levels of green manure from *T. diversifolia* and goat dung manure to the yield of echinacea on 20 weeks after planting.

Jenis pupuk	Dosis (ton.ha ⁻¹)	Bobot segar herba (g)	Bobot kering herba (g)	Indeks panen
Pupuk hijau kembang bulan	0	157,7ab	40,4 a	45,3 a
	10	141,7 A	35,8 a	40,3 a
	20	192,6 B	44,5 a	49,7 a
Pupuk kandang kambing	0	154,8 a	37,7 a	42,5 a
	2,5	178,6 a	43,7 a	49,0 a
	5,0	158,6 a	39,3 a	43,8 a
KK (%)		2,82		

Keterangan/Note :

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama pada masing-masing perlakuan pupuk tidak berbeda nyata menurut DMRT 5 %.

Numbers followed by the same letters in the same column for each treatment of fertilizer were not significantly different by 5 % DMRT.

Proses dekomposisi pupuk kandang kambing berjalan lambat dikarenakan tekstur pupuk yang padat berbentuk butiran-butiran sehingga sulit terurai. Selain itu, pupuk kandang kambing juga memiliki C/N rasio diatas 30 sehingga menghambat ketersediaan unsur-hara. Pupuk kandang kambing harus melalui proses pengomposan yang cukup lama agar pemanfaatannya optimal. Kadar air pupuk kandang kambing relatif sedang dengan kadar P relatif tinggi (Andayani dan Sarido 2013; Kusuma 2012).

Penggunaan pupuk kandang kambing yang mengandung 2 % N dan pupuk hijau kembang bulan yang mengandung 4,3 % N (Tabel 1) mampu memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman untuk mendapatkan hasil yang baik, tetapi tidak meningkatkan biomassa tanaman secara beda nyata karena menurut Bonomelli *et al.* (2005) penggunaan pupuk N tidak meningkatkan berat basah dan berat kering ekinase.

Penggunaan kembang bulan sebagai pupuk hijau dapat meningkatkan kandungan unsur P, K, Ca, bahan organik dan KTK tanah. Selain itu, juga mengandung hara N, P, K yang setara dengan kandungan hara pupuk kandang. Oleh karena itu pupuk hijau yang berasal dari kembang bulan dapat memperbaiki kesuburan tanah, meningkatkan C-organik, N tersedia, P₂O₅, dan K₂O₅ total pada tanah (Purwani 2010; Shokalu *et al.* 2010).

Unsur hara yang terdapat dalam tanah dapat ditingkatkan dengan menggunakan pupuk organik. Kombinasi pupuk organik yang digunakan perlu diperhatikan karena masing-masing kombinasi yang digunakan memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyediakan unsur hara bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Proses fotosintesis yang baik dapat memacu terjadinya penimbunan karbohidrat dan protein pada organ tanaman. Penimbunan karbohidrat dan protein sebagai akumulasi hasil proses fotosintesis akan berpengaruh pada bobot segar dan bobot kering tanaman. Tanaman yang tidak diberi pupuk kandang menghasilkan bobot segar herba yang rendah, tetapi tanaman yang diberi pupuk kandang kambing secara berlebih juga menunjukkan penurunan bobot segar herba (Tabel 2). Pemberian pupuk dapat meningkatkan biomassa tanaman, namun pemberian pupuk secara berlebihan juga dapat menurunkan biomassa tanaman karena setiap tanaman memiliki batas optimum penyerapan unsur hara (Fatimah dan Handarto 2008; Setiawan dan Rahardjo 2015).

Bahan organik dari penambahan pupuk hijau dan pupuk kandang juga berperan untuk memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah. Penambahan bahan organik ke dalam tanah menjadi sumber energi dan makanan bagi mikroorganisme yang terdapat di dalam tanah. Penggunaan pupuk hijau kembang bulan sebagai pupuk tunggal

mampu meningkatkan unsur hara mikro (Chukwuka dan Omotayo 2009).

Parameter hasil tanaman dapat dilihat dengan menggunakan bobot segar herba tanaman, bobot kering herba tanaman, dan indeks panen tanaman. Bobot segar herba tanaman adalah hasil pengukuran dari berat segar biomassa tanaman dari atas pangkal akar hingga ujung daun yang dihasilkan selama pertumbuhan (Buntoro *et al.* 2014). Nugroho *et al.* (2013) melaporkan penggunaan pupuk hijau kembang bulan memberikan pengaruh yang lebih baik pada tanaman selada dibanding dengan pupuk hijau lainnya. Tanaman kembang bulan memiliki kandungan N yang tinggi. Penggunaan kembang bulan sebagai pupuk hijau memberi manfaat peningkatan unsur N tanah karena dalam proses dekomposisi terjadi pelepasan unsur N dalam jumlah banyak ke dalam tanah. Kecepatan pelepasan N dan jumlah N yang dilepas oleh pupuk hijau kembang bulan sebanding dengan kebutuhan tanaman selada sehingga tanaman selada dapat tumbuh dengan optimal. Penggunaan pupuk hijau kembang bulan juga dapat memacu pertumbuhan tanaman labu (Makinde *et al.* 2016).

Indeks panen adalah perbandingan antara hasil bobot kering bahan yang digunakan dengan hasil bobot kering total tanaman. Besar indeks panen tergantung pada kemampuan pertumbuhan suatu tanaman (Wahyudin *et al.* 2015; Yang dan Zhang 2010). Indeks panen yang tinggi disebabkan karena tanaman mampu memanfaatkan hasil fotosintesis secara efisien dan mentranslokasi fotosintat tersebut ke bagian vegetatif dan generatif (Sunghening *et al.* 2012).

Variasi indeks panen pada suatu tanaman terutama disebabkan adanya perbedaan dalam pengelolaan tanaman. Pengaturan air ataupun N yang tepat dapat meningkatkan laju pertumbuhan selama pertumbuhan tanaman dan meningkatkan translokasi hasil asimilasi dari jaringan vegetatif ke jaringan vegetatif lainnya dan generatif sehingga dapat meningkatkan indeks panen tanaman (Yang dan Zhang 2010). Variasi indeks panen juga dipengaruhi oleh lama dan laju pertumbuhan. Nilai indeks panen sangat bergantung pada lama dan laju pertumbuhan relatif sebelum dan setelah periode

pembungaan yang dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor lingkungan (Irwan *et al.* 2017).

Pemberian unsur hara berupa pupuk kandang kambing dan pupuk hijau kembang bulan dengan dosis yang berbeda tidak menunjukkan adanya perbedaan hasil panen yang diperoleh. Aplikasi pupuk kandang dan pupuk hijau menunjukkan hasil panen yang lebih tinggi daripada kontrol. Unsur N, P dan K yang terkandung dalam pupuk kandang dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif sehingga meningkatkan bobot segar dan bobot kering tanaman (Fitriyanti 2014). Kandungan unsur Fe pada pupuk hijau dan pupuk kandang bermanfaat dalam mengaktifkan beberapa enzim dan merupakan komponen penyusun protein yang memengaruhi pertumbuhan tanaman (Stevanus *et al.* 2015). Pemakaian pupuk organik dapat meningkatkan produksi total fenol, flavonoid, asam askorbat, saponin dan *glutha-thione* pada tanaman *Labisia pumila* dibandingkan dengan penggunaan pupuk kimia. Manfaat lain dari penggunaan pupuk organik adalah dapat menekan kandungan nitrat pada tanaman (Ibrahim *et al.* 2013).

Penggunaan pupuk organik yang berasal dari dua sumber berbeda (pupuk hijau dan kotoran kambing) pada penelitian ini, belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap semua parameter yang diuji. Beberapa kemungkinan dapat diduga, antara lain dosis yang terlalu rendah sehingga tidak efektif. Penggunaan pupuk organik kotoran kambing atau hewan lainnya pada budidaya berbagai jenis tanaman umumnya dengan dosis pemberian di atas 10 ton.ha⁻¹ (Bachtiar, *et al.* 2013; Sabran *et al.* 2015) Efisiensi penggunaan pupuk kandang kambing sampai dosis 5 ton.ha⁻¹ belum mampu meningkatkan biomassa ekinase, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut. Kemungkinan lain adalah ukuran partikel pupuk kandang kambing terlalu besar, dan pupuk hijau segar yang diaplikasikan belum terurai akibat faktor lingkungan yang kurang mendukung sehingga tidak mampu meningkatkan biomassa ekinase. Untuk meningkatkan efisiensi pemupukan dengan pupuk hijau kembang bulan, proses dekomposisi bahan sangat diperlukan sehingga

nutrisi yang terkandung di dalam jaringan pupuk hijau dapat diserap tanaman (AR, Farni and Ermadani 2011; Lestari 2016). Lestari (2016) juga menyatakan bahwa kecepatan dekomposisi pupuk hijau tergantung pada kualitas bahan organik.

Kandungan *echinacoside*

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa herba dan akar tanaman ekinase tidak mengandung senyawa *echinacoside*. Tidak adanya senyawa *echinacoside* ditunjukkan dengan tidak adanya bercak dengan nilai R_f yang sesuai dengan standar (nilai R_f *echinacoside* = 0,36) (Gambar 1). Chen *et al.* (2015), Oniszcuk *et al.* (2016) dan Ruiz *et al.* (2016) menyatakan bahwa dalam *E. purpurea* terdapat kandungan senyawa *echinacoside*. *Echinacoside* merupakan senyawa antioksidan yang baik dan memiliki beragam khasiat lainnya (Jia *et al.* 2009). Tidak terdeteksinya kandungan senyawa utama *echinacoside* pada tanaman ekinase dalam penelitian ini kemungkinan karena kondisi agroklimat yang kurang optimal sehingga proses biosintesis senyawa tersebut terhambat, mengingat ekinase merupakan tanaman introduksi.

Kandungan senyawa aktif utama dalam ekinase adalah *chicoric acid* yaitu senyawa turunan *caffeic acid ester*. Senyawa aktif tersebut terhitung



Gambar 1. Hasil pengujian kandungan *echinacoside* pada herba dan akar ekinase.

Figure 1. The result of *echinacoside* examination on herb and root of *echinacea*.

lebih dari 94 % dari jumlah total polifenol dalam seluruh bagian tanaman ekinase (Lee dan Scagel 2010).

Chicoric acid termasuk dalam kelompok senyawa polypropenoid. Selain *chicoric acid*, ekinase juga mengandung *caftaric acid* (Mistrikova and Vaverkova 2006). Penelitian ini tidak menggunakan marka *chicoric acid* karena penelitian dilakukan untuk mengkonfirmasi ada tidaknya kandungan senyawa *echinacoside* dalam tanaman ekinase yang ditanam di Tawangmangu. Tanaman ekinase mengandung senyawa *chicoric acid* dalam jumlah yang banyak sehingga *chicoric acid* ditetapkan sebagai *bio-marker* yang tepat (Zolgharnein 2010).

KESIMPULAN

Penggunaan pupuk kembang bulan sebagai pupuk tunggal belum memberikan pengaruh terhadap bobot segar ekinase. Penggunaan pupuk hijau kembang bulan dan pupuk kandang kambing baik secara tunggal ataupun kombinasi tidak menstimulasi senyawa *echinacoside* pada ekinase.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih pada Balitbangkes Kementerian Kesehatan sebagai penyedia dana penelitian Risbinkes tahun 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Achieng, J.O., Ouma, G., Odhiambo, G. & Muyekho, F. (2010) Effect of Farmyard Manure and Inorganic Fertilizers on Maize Production on Alfisols and Ultisols in Kakamega, Western Kenya. *Agriculture and Biology Journal of North America*. 1 (5), 740-747. doi:10.5251/abjna.2010.1.4.430.439.
- Andayani & Sarido, L. (2013) Uji Empat Jenis Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Keriting (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agrifor*. 12 (1), 22-29.
- AR, A., Farni, Y. & Ermadani (2011) Aplikasi Pupuk Hijau (*Calopogonium mucunoides* dan

- Pueraria javanica*) terhadap Air Tanah Tersedia dan Hasil Kedelai. *J. Hidrolitan*. 2 (1), 31-39.
- Arifah, S.M. (2013) Aplikasi Macam dan Dosis Pupuk Kandang pada Tanaman Kentang. *Jurnal Gamma*. 8 (2), 80-85.
- Bachtiar, T., Waluyo, S.H. & Syaikat, S.H. (2013) Pengaruh Pupuk Kandang dan SP-36 terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi Sawah. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 9 (2), 151-159.
- Bonomelli, C., Cisterna, D. & Reciné, C. (2005) Efecto de la Fertilización Nitrogenada sobre la composición mineral de *Echinacea purpurea*. *Ciencia e Investigacion agraria*. 32 (2), 85-91. doi:10.4067/rcia.v32i2.310.
- BPPSDMP (2013) Cara Pemupukan Padi Organik Yang Baik 2013. <http://cybex.deptan.go.id/ Penyuluhan/Cara-Pemupukan>.
- Buntoro, B.H., Rogomulyo, R. & Trisnowati, S. (2014) Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan dan Hasil Temu Putih (*Curcuma zedoaria* L.). *Vegetalika*. 3 (4), 29-39.
- Chen, Y.-L., Sung, J.-M. & Lin, S.-D. (2015) Effect of Extraction Methods on the Active Compounds and Antioxidant Properties of Ethanolic Extracts of *Echinacea purpurea* Flower. *American Journal of Plant Sciences*. 6, 201-212. doi:10.4236/ajps.2015.61023.
- Chukwuka, K.S. & Omotayo, O.E. (2009) Soil Fertility Restoration Potentials of *Tithonia green* Manure and Water Hyacinth Compost on a Nutrient Depleted Soil in South Western Nigeria using *Zea mays* L. as test crop. *Research Journal of Soil Biology*. 1 (1), 20-30.
- El-Din, A.A.E., Hendawy, S.F., Aziz, E.E. & Omer, E.A. (2010) Enhancing Growth, Yield and Essential Oil of Caraway Plants by Nitrogen and Potassium Fertilizers. *International Journal of Academic Research*. 2 (3), 192-197.
- Fatimah, S. & Handarto, B.M. (2008) Pengaruh Komposisi Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees.). *Embryo*. 5 (2), 133-148.
- Fitriyanti, W. (2014) Pengaruh Takaran Bokashi Pupuk Kandang Sapi dan Dosis Gandasil D terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Caisim (*Brassica juncea* L.). *Embryo*. [www.jurnal.unitas-pdg.ac.id/downloadfilemh.php?file=jurnal Welfi Fitriyanti](http://www.jurnal.unitas-pdg.ac.id/downloadfilemh.php?file=jurnal%20Welfi%20Fitriyanti).
- Gilman, E.F. (2014) *Echinacea purpurea*, Purple Coneflower FPS192 (February), Florida, pp. 1-2. <http://www.tarheelgardening.com/wordpress/2011/06/16/echinacea-purpurea-purple-coneflower/>.
- Ibrahim, M.H., Jaafar, H.Z.E., Kamiri, E. & Ghasemzadeh, A. (2013) Impact of Organic and Inorganic Fertilizers Application on the Phytochemical and Antioxidant Activity of Kacip Fatimah (*Labisia pumila* Benth). *Molecules*. 18, 10973-10988. doi:10.3390/molecules180910973.
- Irwan, A.W., Nurmala, T. & Nira, T.D. (2017) Pengaruh Jarak Tanam Berbeda dan Berbagai Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Hanjeli Pulut (*Coix lacrymajobi* L.) di Dataran Tinggi Puncut. *Jurnal Kultivasi*. 16 (1), 233-245.
- Jeptoo, A., Aguyoh, J.N. & Saidi, M. (2013) *Tithonia* Manure Improves Carrot Yield and Quality. *Global Journal of Biologym Agriculture and Health Sciences*. 2 (4), 136-142.
- Jia, C., Shi, H., Jin, W., Zhang, K., Jiang, Y., Zhao, M. & Tu, P. (2009) Metabolism of Echinacoside, a Good Antioxidant, in rats: Isolation and Identification of its Biliary Metabolites. *Drug Metabolism and Disposition*. 37 (2), 431-438. doi:10.1124/dmd.108.023697.
- Kumar, K.M. & Ramaiah, S. (2011) Pharmacological Importance of *Echinacea purpurea*. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*. 2 (4), 304-314.
- Kusuma, M.E. (2012) Pengaruh Beberapa Jenis Pupuk Kandang terhadap Kualitas Bokashi. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*. 1 (2), 41-46. <http://www.unkripjournal.com/index.php/JIH T/article/view/13>.
- Laude, S., Mahfudz, Fathurrahman & Samudin, S. (2014) Persistence of Atrazine and Oxyfluorfen in Soil Added with *Tithonia Diversifolia* and *Chromolena Odorata* Organic

- Water. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*. 2 (5), 874-879.
- Lee, J. & Scagel, C.F. (2010) Chicoric Acid Levels in Commercial Basil (*Ocimum basilicum*) and *Echinacea purpurea* Products. *Journal of Functional Foods*. 2 (1), Elsevier Ltd, 77-84. doi:10.1016/j.jff.2009.11.004.
- Samat, S.A.D. (2016) Pemanfaatan Paitan (*Tithonia diversifolia*) sebagai Pupuk Organik pada Tanaman Kedelai. *IPTEK Tanaman Pangan*. 11 (1), 49-56.
- Wagholena, F., Sudiarso & Sumarni, T. (2013) Penggunaan Pupuk Kandang dan Pupuk Hijau *Crotalaria juncea* L. untuk Mengurangi Penggunaan Pupuk Anorganik pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 1 (2), 61-71.
- Makinde, A.I., Are, K.S., Oluwafemi, M.O., Ayantoluwa, O.E. & Jekanola, O.O. (2016) Green Manure Source Affects Growth and Vegetative Yield of Fluted Pumpkin. *American Journal of Experimental Agriculture*. 12 (4), 1-6. doi:10.9734/AJEA/2016/25692.
- Miller, S.C. & Yu, H. (2004) *Echinacea: The genus Echinacea*. Miller, S.C. (ed.) 39, Florida, CRC Press. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- Mankova, I. & Vaverkova, S. (2006) *Echinacea* - Chemical Composition, Immunostimulatory Activities and Uses. *Journal of botany*. 16, 11-26. <http://www.bz.upjs.sk/thaiszia/index.html>.
- Mugye, J., Mugendi, D., Kungu, J. & Mucheru-Muna, M. (2007) Effect of Plant Biomass, Manure and Inorganic Fertiliser on Maize Yield in the Central Highlands of Kenya. *African Crop Science Journal*. 15 (3), 111-126.
- Nugroho, Y.A., Sugito, Y., Agustina, L. & Soemarno (2013) Kajian Penambahan Dosis Beberapa Pupuk Hijau dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.). *J. Exp. Life Sci*. 3 (2), 45-51.
- Oniszczuk, T., Oniszczuk, A., Gondek, E., Guz, L., Pak, K., Kocira, A., Kusz, A., Kasprzak, K. & Wojtowicz, A. (2016) Active Polyphenolic Compounds, Nutrient Contents and Antioxidant Capacity of Extruded Fish Feed Containing Purple Coneflower (*Echinacea purpurea* (L.) Moench.). *Saudi Journal of Biological Sciences*. 1-7. doi:10.1016/j.sjbs.2016.11.013.
- Purwani, J. (2010) Pemanfaatan *Tithonia diversifolia* (Hamsley) A Gray untuk Perbaikan Tanah dan Produksi Tanaman. In: *Seminar Nasional 2010 Balai Penelitian Tanah: Bogor*. 32 (1), Bogor, pp. 253-263.
- Rahardjo, M. (2005) Peluang Pembudidayaan Tanaman Echinacea (*Echinacea purpurea*) di Indonesia. *Perspektif*. 4 (1), 1-10.
- Reis, M.M., Santos, L.D.T., Pegoraro, R.F., Colen, F., Rocha, L.M. & Ferreira, G.A. de P. (2016) Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental Nutrition of *Tithonia diversifolia* and attributes of the soil fertilized with biofertilizer in irrigated system. *Agriambi*. 20 (11), 1008-1013. doi:http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n11p1008-1013 Nutrition.
- Ruiz, G.G., Nelson, E.O., Kozin, A.F., Turner, T.C., Waters, R.F. & Langland, J.O. (2016) A Lack of Bioactive Predictability for Marker Compounds Commonly used for Herbal Medicine Standardization. *PLoS ONE*. 11 (7), 1-10. doi:10.1371/journal.pone.0159857.
- Ruiz, T.E., Febles, G.J., Galindo, J.L. & Savon, L.L. (2014) *Tithonia Diversifolia*, its Possibilities in Cattle Rearing Systems. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 48 (1), 79-82.
- Sabran, I., Soge, Y.P. & Wahyudi, H.I. (2015) Pengaruh Pupuk Kandang Ayam Bervariasi Dosis terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaeae* L.) pada Entisol Sidera. *Jurnal Agrotekbis*. 3 (3), 297-302.
- Setiawan & Rahardjo, M. (2015) Respon Pemupukan terhadap Pertumbuhan, Produksi dan Mutu Herba Meniran (*Phyllanthus niruri*). *Bul. Littro*. 26 (1), 25-34.
- Shokalu, A.O., Ojo, A.O., Ezekiel-Adewoyin, D.T., Akinwunye, A.H. & Azeez, J.O. (2010) Use of *Tithonia diversifolia* and Compost as Soil Amendments for Growth and Yield of *Celosia argentea*. *Acta Horticulturae, New York Science Journal*. 3 (6), 133-138.

- Stevanus, C.T., Saputra, J. & Wijaya, T. (2015) Peran Unsur Mikro Bagi Tanaman Karet. *Warta Perkaratan*. 34 (1), 11-18.
- Still, D.W., Kim, D.H. & Aoyama, N. (2005) Genetic Variation in *Echinacea angustifolia* Along a Climatic Gradient. *Annals of Botany*. 96 (3), 467-477. doi:10.1093/aob/mci199.
- Subositi, D. & Widiyastuti, Y. (2013) Keragaman Genetik Aksesori Ekinase (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) Hasil Seleksi Massa Tahun I melalui Analisis RPAD. *Buletin Kebun Raya*. 16 (2), 93-100.
- Sunghening, W., Tohari & Shiddieq, D. (2012) Pengaruh Mulsa Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Kacang Hijau (*Vigna radiata* L. Wilczek) di Lahan Pasir Pantai Bugel, Kulon Progo. *Vegetalika*. 1 (2), 54-66. <http://journal.ugm.ac.id/index.php/jbp/article/view/1519>.
- Wahyudin, A., Ruminta & Bachtiar, D.C. (2015) Pengaruh Jarak Tanaman Berbeda pada Berbagai Dosis Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Hibrida P-12 di Jatinangor. *Jurnal Kultivasi*. 14 (1), 1-8.
- Widiyaningrum, P. & Lisdiana (2015) Efektivitas Proses Pengomposan Sampah Daun dengan Tiga Sumber Aktivator Berbeda. *Rekayasa*. 13 (2), 107-113.
- Winnifred, A. & Morris, O.S. (2014) *Tithonia diversifolia* (Tithonia). *Invasive Species Compendium* (Datasheet). 2014 <http://www.cabi.org/isc/datasheet/54020> [Accessed: 6 October 2017].
- Yang, J. & Zhang, J. (2010) Crop Management Techniques to Enhance Harvest Index in Rice. *Journal of Experimental Botany*. 1-13. doi:10.1093/jxb/erq112.
- Zolgharnein, J. (2010) Determination of Cichoric Acid as a Biomarker in *Echinacea purpurea* Cultivated in Iran using High Performance Liquid Chromatography. *Chinese Medicine*. 1 (1), 23-27. doi:10.4236/cm.2010.11004.

TANGGAP PERTUMBUHAN BIBIT *Gyrinops verstegii* TERHADAP PEMANGKASAN CABANG DAN PEMUPUKAN DAUN

Growth of Gyrinops verstegii Seedling in Response to Thinning and Foliar Fertilization

Albert Husein Wawo, Ning Wikan Utami dan Ninik Setyowati

Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi, LIPI
Jalan Raya Jakarta Bogor KM. 46 Cibinong

INFO ARTIKEL

Article history:

Diterima : 15 Agustus 2017

Direvisi : 8 September 2017

Ditetapkan : 11 Desember 2017

Kata kunci:

Gyrinops verstegii; pemang-
kasan cabang; pemupukan
daun; pertumbuhan bibit

Key words:

Gyrinops verstegii; thinning;
foliar fertilizing; seedling
growth

ABSTRAK/ABSTRACT

Gyrinops verstegii Domke adalah salah satu jenis gaharu yang memiliki nilai ekonomi tinggi yang saat ini terancam kelangkaan, sehingga perlu dilestarikan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemangkasan cabang dan pemupukan daun pada pertumbuhan bibit *G. verstegii*, sebagai salahsatu upaya untuk mendukung pelestariannya. Penelitian ini dilakukan di rumah kaca Pusat Penelitian Biologi, LIPI di Cibinong Science Center (CSC) yang dirancang secara faktorial menggunakan Rancangan Acak Lengkap diulang 3 kali. Perlakuan yang diuji adalah pemangkasan dan penggunaan pupuk daun. Pemangkasan terdiri dari 2 perlakuan yaitu tanpa pemangkasan cabang (P0) dan pemangkasan cabang (P1). Pemupukan daun menggunakan pupuk daun majemuk terdiri dari 4 perlakuan yaitu tanpa pemupukan (D0), pemupukan dengan dosis 1 g.l⁻¹ (D1), 2 g.l⁻¹ (D2) dan 3 g.l⁻¹ (D3). Pemangkasan cabang mampu merangsang tinggi bibit dan jumlah cabang bibit namun menghambat ukuran diameter bibit. Pemupukan daun berdosisi 2 g.l⁻¹ mampu merangsang pertumbuhan tinggi batang dan jumlah cabang bibit *G. Verstegii*. Pemangkasan dan pemupukan daun dengan dosis 2 g.l⁻¹ memberikan pengaruh nyata pada pertumbuhan tinggi batang bibit, jumlah cabang bibit walaupun tidak berpengaruh nyata pada pertumbuhan diameter batang bibit *G. verstegii*.

Gyrinops verstegii is one of agarwoods species, plant with high economic value. However, it is categorized as plant with high risk of extinction, hence it required conservation. This research aimed to examine the effect of thinning and foliar fertilization of *G. Verstegii* seedling to support its conservation. The study was conducted for 6 months in the glass house of Research Center for Biology, LIPI, at Cibinong Science Center. It was arranged in Factorial Design with two factors and repeated 3 times. The first factor was two thinning treatments (branches pruning): no thinning (P0) and thinning (P1). The second factor was 4 dosages of foliar fertilization : without fertilizer (D0), fertilizer dosages 1 g.l⁻¹ (D1), 2 g.l⁻¹ (D2) dan 3 g.l⁻¹ (D3). Thinning treatment was able to stimulate seedling height and number of seedling branches but inhibited stem diameter as well as foliar fertilization at 2 g.l⁻¹. Thinning and foliar fertilizing at 2 g.l⁻¹ indicated significant effect on height and number of seedling branches but inhibited stem diameter of *G. verstegii* seedlings.

PENDAHULUAN

Beberapa marga tumbuhan yang berpotensi sebagai penghasil gubal gaharu antara lain *Aquilaria*, *Gyrinops* dan *Gonystylus*. Beberapa jenis pohon dari marga *Aquilaria* yang dikenal sebagai gaharu yaitu *A. malaccensis* *A.*

microcarpa, *A. hirta*, *A. beccariana* dan *A. filaria*, sedangkan dari Marga *Gyrinops* hanya *G. verstegii* yang dapat menghasilkan gubal gaharu (Yuliansyah *et al.* 2003).

Sitepu *et al.* (2010) melaporkan bahwa *Aquilaria* dan *Gyrinops* merupakan 2 marga dari suku Thymelaceae yang mampu menghasilkan

* Alamat Korespondensi : wawoal@yahoo.com

gubal gaharu berkualitas. Gubal gaharu ini berpotensi menghasilkan minyak atsiri yang dapat diolah lebih lanjut sebagai bahan dasar dalam industri kosmetika, farmasi dan aromaterapi (Wawo dan Utami 2012), sehingga kedua marga gaharu (*Aquilaria* dan *Gyrinops*) dianggap sangat bernilai. Oleh karena itu, kedua genus tersebut terancam kelangkaan sehingga dimasukkan dalam appendix II CITES (Siran 2010; Turjaman *et al.* 2010) dan perlu dilestarikan.

Secara alami, marga *Gyrinops* hanya dapat ditemui di kawasan timur Indonesia, tetapi para pencinta gaharu di Bogor telah membudidayakan marga ini dalam jumlah terbatas di kebun dan pekarangan. Saat ini tanaman *G. verstegii* yang dibudidayakan di Bogor belum menghasilkan gubal gaharu, tetapi telah menghasilkan benih/bibit untuk dijual.

Untuk mengatasi kelangkaan gaharu perlu dilakukan pembudidayaan tanaman gaharu, baik di lahan-lahan milik pribadi, kawasan hutan adat, kawasan konservasi maupun dalam kawasan hutan produksi. Dengan demikian di masa mendatang produksi gubal gaharu akan dihasilkan dari tanaman gaharu budidaya dan bukan dari tegakan alam yang tumbuh di hutan. Berkaitan dengan kegiatan pembudidayaan ini, diperlukan bibit-bibit gaharu berkualitas yang memenuhi beberapa kriteria antara lain: berasal dari pohon yang berkualitas, bebas hama penyakit, mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan, mampu tumbuh dengan cepat, serta menghasilkan gubal (Wawo dan Utami 2012). Kriteria bibit untuk ditanam di lapang adalah saat tinggi tanaman 80-100 cm (umur kurang lebih 8-10 bulan), batangnya telah berkayu dengan diameter pangkal bibit sekitar 1 cm. Oleh karena itu, diperlukan upaya percepatan pertumbuhan pada fase bibit.

Pertumbuhan tanaman dapat dirangsang melalui pemupukan, perompesan daun, dan pemangkasan. Pemupukan dapat dilakukan melalui tanah dan daun. Pemupukan daun dengan dosis yang tepat dapat merangsang pertumbuhan tunas dan daun (Lingga dan Marsono 2007). Pupuk daun majemuk (*Growmore*) merupakan pupuk daun lengkap dalam bentuk kristal berwarna biru, sangat mudah larut dalam air, mengandung NPK dengan

berbagai formulasi dan unsur hara mikro lainnya yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman perkebunan. Formula pupuk daun majemuk dengan perbandingan NPK (10:55:10) sangat baik untuk merangsang perakaran bibit ketika berada di pesemaian, merangsang pertumbuhan akar pada setek atau pertumbuhan akar ketika pemindahan bibit ke lapangan. Pupuk daun ini juga meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit, merangsang pembungaan dan pembuahan. Penggunaan pupuk daun majemuk (*Growmore*) dosis 6 g.l⁻¹ dilaporkan berhasil meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (Zamriyetti dan Sawaluddin 2006).

Gardner *et al.* (1991) menyatakan bahwa pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan diatur oleh suatu substansi yang jumlahnya sedikit dan dihasilkan oleh suatu organ dan direspon oleh organ yang lain. Menurut Abidin (1987) substansi yang dimaksud adalah hormon tumbuh. Berbagai jenis hormon terdapat pada tumbuhan dan memiliki peran bervariasi. Goldsworthy dan Fisher (1992) melaporkan peran hormon auksin dalam dominansi apikal untuk menekan pertumbuhan tunas lateral. Salisbury dan Ross (1992) menambahkan bahwa pertumbuhan tunas-tunas lateral pada tanaman terjadi karena beberapa faktor antara lain oleh perlakuan pemangkasan.

Pada *G. verstegii*, belum banyak informasi yang mengungkapkan peran pemupukan daun dan pemangkasan dalam merangsang pertumbuhan bibit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menetapkan dosis pemupukan daun yang tepat untuk merangsang pertumbuhan bibit dan mengetahui pengaruh pemangkasan cabang pada pertumbuhan bibit *G. verstegii*, sehingga akan diperoleh bibit *G. verstegii* yang berkualitas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di dalam rumah kaca, Laboratorium Makro Propagasi dan Teknologi Benih, Pusat Penelitian Biologi, LIPI sejak Maret sampai September 2012. Bibit *G. verstegii* diperoleh dari pembibitan petani di Bogor. Faktor yang diuji adalah pemangkasan (P) dan pemupukan (D). Perlakuan pemangkasan

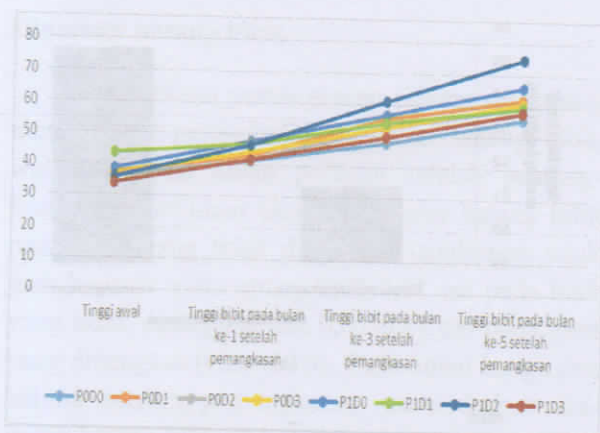
terdiri dari bibit yang tidak dipangkas (P0) dan bibit yang dipangkas (P1). Pemangkasan dilakukan dengan cara membuang cabang-cabang yang tumbuh dari batang pokok bibit sehingga setiap bibit dalam perlakuan tersebut tidak memiliki percabangan.

Pemupukan menggunakan pupuk daun majemuk *Growmore*. Formulasi pupuk yang digunakan memiliki perbandingan NPK 10:55:10 dan unsur-unsur mikro lainnya. Nitrogen 10 % dalam bentuk ammonium, nitrat dan urea. Fosfor 55 % dalam bentuk P_2O_5 dan kalium 10 % dalam bentuk K_2O . Pemupukan dilakukan dengan cara menyemprot daun hingga jenuh dengan frekuensi penyemprotan setiap dua minggu selama tiga bulan. Perlakuan pemupukan daun terdiri dari 4 dosis yaitu tanpa pemupukan (D0), 1 g.l^{-1} (D1), 2 g.l^{-1} (D2) dan 3 g.l^{-1} (D3). Penelitian dirancang secara faktorial terdiri dari dua faktor menggunakan Rancangan Acak Lengkap dan diulang sebanyak tiga kali. Setiap ulangan terdiri dari lima tanaman yang ditanam dalam polibag (Yitnosumarto 1990). Parameter yang diamati adalah tinggi bibit, diameter batang dan jumlah cabang. Pengamatan dilakukan pada bulan pertama, ketiga, kelima dan keenam sesudah pemangkasan. Data pertumbuhan pada umur enam bulan setelah pemangkasan berupa tinggi bibit, diameter bibit dan jumlah cabang dianalisis menggunakan SAS (*Statistical Analysis System*) (Mattjik dan Sumertajaya 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi bibit

Pengamatan tinggi bibit *G. verstegii* selama bulan pertama, ketiga dan kelima setelah pemangkasan ditunjukkan pada Gambar 1. Bibit *G. verstegii* pada semua perlakuan menunjukkan pertambahan tinggi tanaman, mulai dari bulan pertama, ketiga dan kelima setelah pemangkasan. Pada bulan pertama setelah pemangkasan semua perlakuan dalam penelitian ini menunjukkan tinggi bibit yang tidak berbeda antar perlakuan. Rata-rata tinggi bibit berkisar antara 41,33-47,78 cm. Pada bulan ketiga dan kelima sesudah pemangkasan,



Keterangan/Note:

- P0 : tanpa pemangkasan/without thinning
- P1 : dengan pemangkasan/thinning
- D0 : Tanpa pupuk daun/without foliar fertilizer
- D1 : Pupuk daun dosis 1 g.l^{-1} /foliar fertilizer 1 g.l^{-1}
- D2 : Pupuk daun dosis 2 g.l^{-1} /foliar fertilizer 2 g.l^{-1}
- D3 : Pupuk daun dosis 3 g.l^{-1} /foliar fertilizer 3 g.l^{-1}

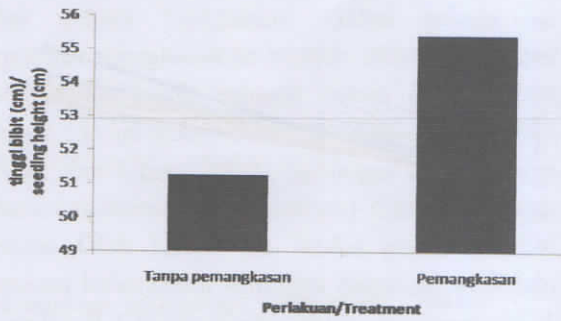
Gambar 1. Pertumbuhan tinggi bibit *G. verstegii* umur 1, 3 dan 5 bulan setelah pemangkasan.

Figure 1. Seedling height of *G. verstegii* at 1, 3 and 5 months after thinning.

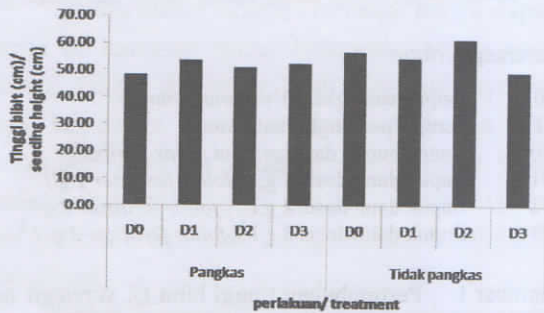
perlakuan pemangkasan dan pemupukan daun dosis 2 g.l^{-1} menunjukkan tinggi bibit yang cenderung lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya yaitu berturut-turut 61,11 cm dan 75,11 cm.

Perlakuan pemangkasan cabang walaupun tidak berpengaruh nyata pada tinggi bibit tetapi cenderung memacu pertumbuhan tinggi bibit umur enam bulan setelah pemangkasan (Gambar 2a). Pemangkasan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan unsur hara dan asimilat yang dihasilkan sehingga dapat memacu pertumbuhan bibit termasuk tinggi tanaman. Pemupukan daun tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap tinggi bibit pada umur enam bulan setelah pemangkasan, walaupun pemupukan pada dosis 2 g.l^{-1} (D2) cenderung memiliki tinggi bibit yang lebih baik dibanding perlakuan lainnya (Gambar 2b).

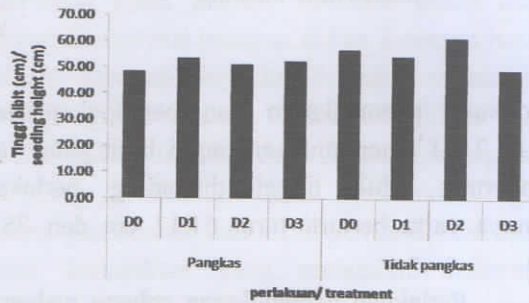
Kombinasi perlakuan pemangkasan cabang dan pemupukan daun dosis 2 g.l^{-1} (P1D2) menghasilkan tinggi bibit yang berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pemangkasan dan tanpa pemupukan (P0D0) serta perlakuan pemangkasan dan pemupukan dosis 3 g.l^{-1} (P1D3) tetapi berbeda



(a)



(b)



Keterangan/Note:

- D0 : Tanpa pupuk daun/without foliar fertilizer
 D1 : Pupuk daun dosis 1 g.l⁻¹/foliar fertilizer 1 g.l⁻¹
 D2 : Pupuk daun dosis 2 g.l⁻¹/ foliar fertilizer 2 g.l⁻¹
 D3 : Pupuk daun dosis 3 g.l⁻¹/ foliar fertilizer 3 g.l⁻¹

Gambar 2. Pengaruh (a) pemangkasan, (b) pemupukan dan (c) kombinasi pemangkasan dan pemupukan daun terhadap tinggi bibit *G. verstegii*, umur 6 bulan setelah pemangkasan.

Figure 2. Effect of (a) thinning, (b) foliar fertilization and (c) combination of thinning and foliar fertilization on the height of *G. verstegii* seedling at 6 months after thinning.

tidak nyata dengan perlakuan lainnya pada umur 6 bulan setelah pemangkasan (Gambar 2c). Walau-

pun demikian ada indikasi perlakuan P1D2 cenderung lebih memacu pertumbuhan tinggi bibit *G. verstegii*. Hal ini karena pemupukan daun dengan dosis 2 g.l⁻¹ memberikan nutrisi yang sesuai bagi pertumbuhan bibit *G. verstegii*. Pemupukan daun dengan dosis yang tepat dapat memberikan nutrisi yang sesuai untuk pertumbuhan bibit yang telah dipangkas cabang-cabangnya.

Jumlah cabang bibit

Pengamatan jumlah cabang bibit pada bulan pertama, ketiga dan kelima setelah perlakuan pemangkasan ditunjukkan pada Gambar 3. Semua perlakuan menunjukkan penambahan jumlah cabang dari bulan pertama, ketiga dan kelima setelah pemangkasan. Pada bulan pertama setelah pemangkasan, kombinasi perlakuan tanpa pemangkasan dan pemupukan daun menunjukkan penambahan jumlah cabang sekitar 2-3 cabang sedangkan pada kombinasi perlakuan pemangkasan dan pemupukan, penambahan jumlah cabang antara 0-1 cabang. Rendahnya penambahan jumlah cabang pada bulan pertama setelah pemangkasan karena bibit yang baru dipangkas memerlukan proses pemulihan luka pangkasan sehingga pertumbuhan cabang lateral terganggu. Pada bulan ketiga dan kelima setelah pemangkasan semua kombinasi perlakuan pemangkasan dan pemupukan daun memiliki jumlah cabang antara 3-4 dan 5-7 cabang, sedangkan pada perlakuan kombinasi perlakuan tanpa pemangkasan dan pemupukan daun memiliki jumlah cabang antara 3-4 dan 4-5 cabang.

Pada bulan pertama, ketiga dan kelima setelah pemangkasan, kombinasi perlakuan pemangkasan dan pemupukan daun dosis 2 g.l⁻¹ cenderung memiliki jumlah cabang yang lebih banyak dibandingkan dengan kombinasi perlakuan pemangkasan dan pemupukan dosis 0, 1 dan 3 g.l⁻¹, yaitu rata-rata 1,0; 3,33 dan 6,67 (Gambar 3). Hal ini menunjukkan dosis 2 g.l⁻¹ merupakan dosis pupuk daun yang sesuai untuk pertumbuhan optimal bibit *G. verstegii*.

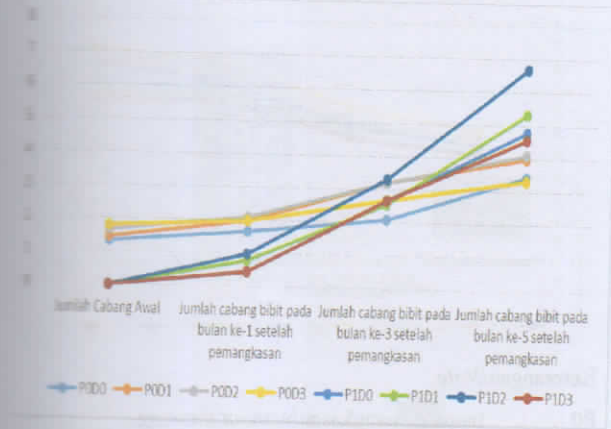
Perlakuan pemangkasan pada bibit *G. verstegii* menghasilkan jumlah cabang yang lebih banyak dan berbeda nyata jika dibandingkan dengan bibit yang tidak dipangkas (Gambar 4a).

Diameter batang bibit

Perlakuan pemangkasan cabang cenderung menghambat pertumbuhan diameter batang bibit, walaupun pada bulan pertama setelah pemangkasan, pertumbuhan ukuran diameter batang bibit pada bibit yang tidak dipangkas cenderung tidak jauh berbeda yaitu antara 0,08-0,11 cm pada bibit yang tidak dipangkas dan 0,07-0,11 cm pada bibit yang dipangkas (Gambar 5). Pada bulan ketiga dan kelima setelah pemangkasan, pertumbuhan diameter batang bibit pada kombinasi perlakuan tidak dipangkas dan pemupukan (0,20-0,24 cm dan 0,02-0,08 cm) cenderung lebih dibanding kombinasi pemangkasan dan pemupukan (0,17-0,21 dan 0,01-0,07 cm) (Gambar 5).

Pada umur enam bulan setelah pemangkasan, perlakuan pemangkasan memberikan pengaruh yang nyata pada diameter batang bibit (Gambar 6a). Pemupukan daun dengan dosis 2 g.l⁻¹ mampu merangsang pertumbuhan bibit lebih baik dibandingkan dengan penggunaan dosis yang lebih rendah atau yang lebih tinggi (Gambar 6b). Hal ini karena dosis pemupukan yang tepat akan mudah diserap oleh sel-sel stomata daun sehingga berdampak pada pertumbuhan bibit. Walaupun tinggi bibit dan diameter batang bibit menunjukkan perbedaan yang tidak nyata namun pemupukan pada dosis 2 g.l⁻¹ cenderung merangsang pertumbuhan bibit. Pada kombinasi perlakuan tanpa pemangkasan dan pemupukan daun (P0D1, P0D2 dan P0D3), ukuran diameter batang bibit lebih tinggi dan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan pemangkasan dan pemupukan (P1D0, P1D1, P1D2, P1D3) dan kontrol (Gambar 6c).

Pemangkasan cabang dan daun akan meningkatkan efisiensi penggunaan unsur-unsur hara baik yang berasal dari media tumbuh maupun melalui pemupukan daun sehingga pertumbuhan bibit *G. verstegii* menjadi lebih baik ditunjukkan oleh tinggi bibit dan jumlah cabang yang lebih baik. Salisbury dan Ross (1992) menyatakan bahwa pertumbuhan tunas-tunas lateral terjadi karena beberapa faktor antara lain terpacu oleh perlakuan pemangkasan. Lebih lanjut Gardner *et al.* (1991) menyatakan bahwa hormon tumbuh



Keterangan/Note:

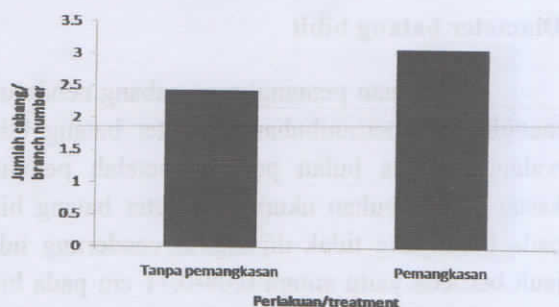
- P0 : tanpa pemangkasan/without thinning
- P1 : dengan pemangkasan/thinning
- D0 : Tanpa pupuk daun/without foliar fertilizer
- D1 : Pupuk daun dosis 1 g.l⁻¹/foliar fertilizer 1 g.l⁻¹
- D2 : Pupuk daun dosis 2 g.l⁻¹/foliar fertilizer 2 g.l⁻¹
- D3 : Pupuk daun dosis 3 g.l⁻¹/foliar fertilizer 3 g.l⁻¹

Gambar 3. Jumlah cabang bibit *G. verstegii* umur 1, 3 dan 5 bulan setelah pemangkasan.

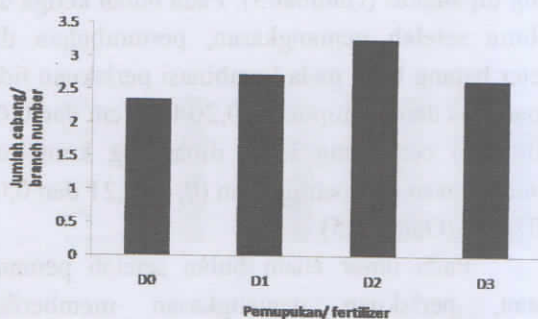
Figure 3. Branches number of *G. verstegii* seedlings at 1, 3 and 5 months after thinning.

Pemupukan dengan dosis 2 g.l⁻¹ menghasilkan jumlah cabang yang berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan dosis pupuk lainnya (Gambar 4b). Dosis pemupukan yang lebih tinggi (3 g.l⁻¹) menghasilkan larutan dengan konsentrasi pupuk daun yang pekat sehingga sel-sel stomata tidak mampu mengabsorpsi larutan tersebut. Sebaliknya, dosis yang rendah menghasilkan larutan yang encer sehingga kekurangan hara untuk pertumbuhan. Penelitian pada tanaman nilam (*Pogostemon cablin*) menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman terbaik dihasilkan dari perlakuan pupuk sebesar 0,5 g/minggu/tanaman dengan penambahan pupuk organik EM-7 dengan pengenceran 75 kali (Indriati dan Yenny 2009).

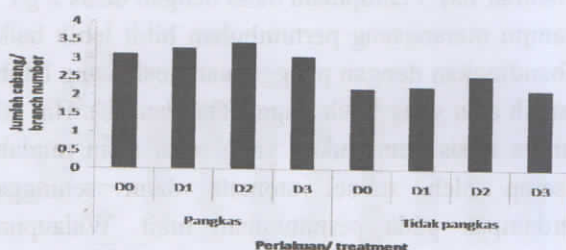
Pada kombinasi perlakuan pemangkasan dan pemupukan daun menghasilkan jumlah cabang yang berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi tanpa pemangkasan dan pemupukan daun. Perlakuan pemangkasan dengan dosis pupuk daun 2 g.l⁻¹ (P1D2) menunjukkan jumlah cabang yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Gambar 4c).



(a)



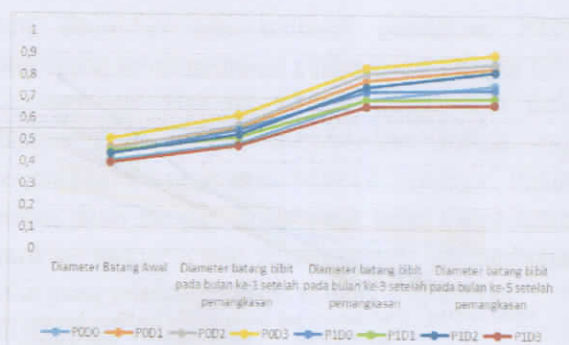
(b)



Gambar 4. Pengaruh (a) pemangkasan, (b) pemupukan dan (c) kombinasi pemangkasan dan pemupukan daun terhadap jumlah cabang bibit *G. verstegii* umur 6 bulan setelah pemangkasan.

Figure 4. Effect of (a) thinning, (b) foliar fertilization and (c) combination of thinning and foliar fertilization on the branch number of *G. verstegii* seedling at 6 months after thinning.

yang berperan mengendalikan pertumbuhan cabang adalah auksin dan NAA (Naphthalene Acetic Acid). Auksin berperan dalam dominansi apikal untuk menekan pertumbuhan tunas lateral (Goldsworthy dan Fisher 1992; Devlin 1975; Davies 1986). Pemangkasan cabang akan menghilangkan hormon auksin yang memicu pertumbuhan cabang-cabang baru pada ketiak daun. Oleh karena itu, percabangan lateral pada bibit yang tidak dipangkas akan menghambat



Keterangan/Note:

- P0 : tanpa pemangkasan/without thinning
P1 : dengan pemangkasan/thinning
D0 : Tanpa pupuk daun/without foliar fertilizer
D1 : Pupuk daun dosis 1 g.l⁻¹/foliar fertilizer 1 g.l⁻¹
D2 : Pupuk daun dosis 2 g.l⁻¹/foliar fertilizer 2 g.l⁻¹
D3 : Pupuk daun dosis 3 g.l⁻¹/foliar fertilizer 3 g.l⁻¹

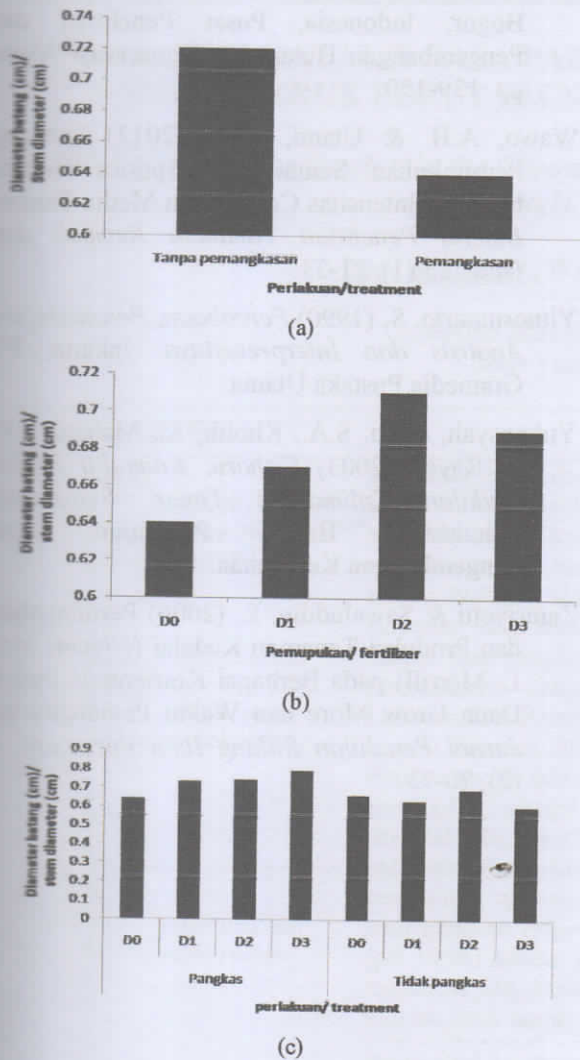
Gambar 5. Diameter batang bibit *G. verstegii* umur 1, 3 dan 5 bulan setelah pemangkasan.

Figure 5. Stem diameter of *G. verstegii* seedlings at 1, 3 and 5 months after thinning

pertumbuhan tunas lateral baru sehingga memiliki jumlah cabang yang lebih rendah.

Perlakuan pemangkasan juga memberikan pengaruh yang nyata pada diameter batang bibit. Hal ini karena pada bibit yang tidak dipangkas memiliki banyak pucuk dan daun muda sehingga pembentukan auksin lebih aktif. Pergerakan auksin bersifat basipetal (Davies 1986; Gardner *et al.* 1991) yaitu dari pucuk ke batang dan ke akar. Batang merespon auksin dengan kisaran konsentrasi yang luas sehingga auksin mampu merangsang pertumbuhan kambium (Gardner *et al.* 1991), sehingga diameter batang menjadi lebih besar pada bibit yang tidak dipangkas.

Pemupukan daun dengan dosis yang tepat dapat memberikan nutrisi yang sesuai untuk pertumbuhan bibit yang telah dipangkas cabang-cabangnya. Lingga dan Marsono (2007) menyatakan bahwa pemupukan daun dengan dosis yang tepat dapat merangsang pertumbuhan tunas dan daun. Rambe (2012) juga melaporkan bahwa pemberian pupuk daun berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.). Selain itu, penggunaan pupuk daun pada beberapa konsentrasi berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman, diameter bonggol,



Gambar 6. Pengaruh (a) pemangkasan, (b) pemupukan dan (c) kombinasi pemangkasan dan pemupukan daun terhadap diameter batang bibit *G. verstegii*, umur 6 bulan setelah pemangkasan.

Figure 6. Effect of (a) thinning, (b) foliar fertilization and (c) combination of thinning and foliar fertilization on the stem diameter of *G. verstegii* seedling at 6 months after thinning.

jumlah daun dan luas daun adenium (*Plumeria acuminata*) (Karyanto 2009).

KESIMPULAN

Pemangkasan cabang pada bibit *G. verstegii* mampu menghasilkan bibit yang lebih tinggi dengan jumlah cabang yang lebih banyak

daripada bibit yang tidak dipangkas, walaupun menunjukkan diameter batang yang lebih rendah daripada bibit yang tidak dipangkas. Pemupukan daun berdosisi 2 g.l⁻¹ pada bibit *G. verstegii* menghasilkan bibit yang memiliki batang lebih tinggi dan jumlah cabang lebih banyak dibanding perlakuan lainnya. Kombinasi pemangkasan dan pemupukan daun dengan dosis 2 g.l⁻¹ pada bibit *G. verstegii* menghasilkan bibit yang lebih tinggi dengan cabang yang lebih banyak daripada bibit *G. verstegii* yang tidak dipangkas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (1987) *Dasar-dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. Bandung, Penerbit Angkasa.
- Davies, P.J. (1986) *Plant Hormones and Their Role in Plant Growth, Occurrence and Functions*. In: *Plant Hormones and Their Roles in Plant Growth and Development*. Martinus Nijhoff Publisher, pp. 1-11.
- Devlin, R.M. (1975) *Plant Physiology*. New York, USA, D.van.Nostrand Company.
- Gardner, F.P., Pearce, R.B. & Mitchell, R. (1991) *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Susilowati, H. (Terj.) Jakarta, Universitas Indonesia Press.
- Goldsworthy, P. & Fisher, N. (1992) *Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik*. Tohari & Soedarodjjan (Terj.) Gadjah Mada University Press.
- Indriati & Yenny, B. (2009) *Pengaruh Penggunaan Pupuk Organik Effective microorganisms: EM-7 dan EM-Komersial terhadap Pertumbuhan Tanaman Nilam Sidikalang (Pogostemon cablin Benth.)*. ITB.
- Lingga, P. & Marsono (2007) *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta, Penebar Swadaya.
- Mattjik, A.A. & Sumertajaya, M. (2000) *Perancangan Percobaan dengan Analisis Aplikasi SAS dan Minitab*. IPB Press. Jilid 1.
- Rambe, R.D.H. (2012) Kombinasi Media Tanam dan Dosis Pupuk Daun Grow More pada Pertumbuhan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn.) di Pembibitan. *Jurnal Pertanian: Agriland*. 2 (1).

- Salisbury, F.B. & Ross, C.W. (1992) *Fisiologi Tumbuhan*. Lukman, D.R. (Terj.) 4th edition. Bandung, ITB.
- Siran, S.A. (2010) Perkembangan Pemanfaatan Gaharu. In: Siran, S.A. & Turjaman, M. (eds.) *Pengembangan Teknologi Produksi Gaharu Berbasis Pemberdayaan Masyarakat*. Bogor, Indonesia, pp. 1-29.
- Sitepu, I. R., Aryanto, Hashidoko, Y. & Turjaman, M. (2010) Aplikasi Rhizobakteri Penghasil Fitohormon untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit *Aquilaria* sp di Pembibitan. In: Siran, S.A. & Turjaman, M. (eds.) *Pengembangan Teknologi Produksi Gaharu Berbasis Pemberdayaan Masyarakat*. Bogor, Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Dan Konservasi Alam. pp. 123-137.
- Turjaman, M., Sitepu, I.R., Irianto, R.S.B., Santosa, S., Aryanto, Yani, A., Najmulah & Santoso, E. (2010) Penggunaan Fungi Mikoriza Arbuskula pada Empat Jenis *Aquilaria*. In: Siran, S.A. & Turjaman, M. (eds.) *Pengembangan Teknologi Produksi Gaharu Berbasis Pemberdayaan Masyarakat*. Bogor, Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, pp. 139-150.
- Wawo, A.H. & Utami, N.W. (2012) Tanggap Pertumbuhan Semai Dua Spesies Gaharu terhadap Intensitas Cahaya dan Media Tanam. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. 23 (1), 21-33.
- Yitnosumarto, S. (1990) *Percobaan, Perancangan, Analisis dan Interpretasinya*. Jakarta, PT Gramedia Pustaka Utama.
- Yuliansyah, Siran, S.A., Kholik, A., Maharani, R. & Rayan (2003) *Gaharu, Komoditi HHBK Andalan Kalimantan Timur*. Samarinda, Indonesia, Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Zamriyetti & Sawaluddin, R. (2006) Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada Berbagai Konsentrasi Pupuk Daun Grow More dan Waktu Pemanngkasan. *Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian*. 4 (2), 70-73.

PENGARUH KATALIS BASA PADA PEMURNIAN SITRONELAL DALAM MINYAK JERUK PURUT DIENDAPKAN OLEH NaHSO_3 DAN Na_2SO_3

The Effect of Base Catalyst in the Citronellal Purification of Kaffir Lime Oil Precipitated by NaHSO_3 and Na_2SO_3

Dewi Hafidloh*, Warsito, dan Edi Priyo Utomo

Universitas Brawijaya, Jurusan Kimia, FMIPA
Jalan Veteran, Malang 65145

INFO ARTIKEL

Article history:

Diserim: 23 Agustus 2017

Direvisi: 19 September 2017

Diterima: 02 Oktober 2017

Kata kunci:

Citrus hystrix; minyak jeruk purut; sitronelal; hidrolisis; reagen

Key words:

Citrus hystrix; kaffir lime oil; citronellal; hydrolysis; reagen

ABSTRAK/ABSTRACT

Sitronelal merupakan komponen utama dalam minyak jeruk purut yang berpotensi besar untuk dimanfaatkan dalam bidang industri dan farmasi. Proses pemurnian sitronelal secara konvensional menggunakan destilator memerlukan banyak pelarut, alat khusus, dan waktu lama. Pemurnian secara kimia dengan katalis basa dengan reagen NaHSO_3 dan Na_2SO_3 merupakan salah satu alternatif untuk pemurnian sitronelal yang lebih sederhana. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh katalis basa penghidrolisis pada proses pemurnian sitronelal menggunakan reaksi penggaraman dengan reagen NaHSO_3 dan Na_2SO_3 . Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Universitas Brawijaya Malang, sejak Agustus 2015 sampai Februari 2016. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial. Perlakuan yang diuji adalah jenis reagen, yaitu NaHSO_3 dan Na_2SO_3 sebagai faktor pertama. Variasi katalis basa penghidrolisis, yang terdiri dari NaHCO_3 , Na_2CO_3 , dan NaOH sebagai faktor kedua. Kemurnian sitronelal hasil hidrolisis ditentukan berdasarkan kromatografi gas-spektroskopi massa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemurnian sitronelal tertinggi diperoleh menggunakan reagen Na_2SO_3 , rasio mol (1:2), dan katalis penghidrolisis Na_2CO_3 (pH 10,98) sebesar 89,29 %. Oleh karena itu, cara hidrolisis dengan menggunakan reagen Na_2SO_3 dapat direkomendasikan untuk pemurnian kandungan sitronelal dari minyak jeruk purut.

Citronellal is the main component in kaffir lime oil that has great potential utilization in industrial and pharmaceutical field. Citronellal purification using conventional method, such as distillation, requires lots of solven, special equipment and lots of time. Alternatively, purification method using base catalyst NaHSO_3 and Na_2SO_3 as reagent could be more simple. This research aimed to evaluate the effect of the base catalyst used for hydrolysis in the purification process of citronella using salt reaction with NaHSO_3 and Na_2SO_3 reagents. The experiments was conducted in the Laboratory of Organic Chemistry, Brawijaya University, Malang, from August 2015 to February 2016. The research was arranged a randomized block design with factorial treatments. The first treatments was two types of reagents, NaHSO_3 and Na_2SO_3 . The second one was the variations of base catalyst used for hydrolyzing NaHCO_3 , Na_2CO_3 and NaOH . The purity of hydrolyzed citronellal was measured by gas chromatography-mass spectrometry. The highest purity of citronella 89,29 % was obtained with the used of Na_2SO_3 reagent at the mole ratio 1:2, hydrolyzed by Na_2CO_3 (pH 10.98). Thus the method, can be recommended in purifying citronellal from kaffir lime oil.

PENDAHULUAN

Minyak jeruk purut (*Citrus hystrix*) merupakan minyak atsiri yang dapat diperoleh dari

bagian daun (Loh *et al.* 2011; Srisukh *et al.* 2012), kulit buah (Ginting 2005; Chanthaphon *et al.* 2008; Haiyee dan Winitkitcharoen 2012), akar (Panthong

* Alamat Korespondensi : dewihafidloh3@gmail.com

et al. 2013), buah (Wulaningsih 2010), dan ranting (Warsito *et al.* 2016) dari jeruk purut. Minyak atsiri jeruk purut mengandung beberapa komponen utama, yaitu sitronelal, sitronelol, linalol, terpineol, pinena dan limonen (Loh *et al.* 2011; Srisukh *et al.* 2012; Haiyee dan Winitkitcharoen 2012; Ginting 2005; Chanthaphon *et al.* 2008). Sitronelal merupakan monoterpenoid aldehid yang memiliki banyak manfaat diantaranya sebagai komponen intermediet untuk sintesis parfum, obat-obatan maupun bahan dasar untuk sintesis isopulegol, mentol dan sitronelol (Lenardao *et al.* 2007). Selain itu, juga berfungsi sebagai antibakteri (Chanthaphon *et al.* 2008), insektisida untuk mengontrol serangga *Tetranychus urtica* (da Camara *et al.* 2015), *Spodoptera litura* (Loh *et al.* 2011) dan penekan perkembangan *Potyvirus* (Noveriza *et al.* 2017).

Untuk memperoleh komponen minyak atsiri dilakukan pemurnian dengan caradestilasi, fraksinasi, ekstraksi pelarut superkritik CO_2 , dan kromatografi kolom. Metode-metode tersebut memiliki kelemahan, antara lain banyak menggunakan bahan pelarut, memerlukan alat khusus, dan waktu yang lama. Metode kimia melalui proses penggaraman merupakan alternatif karena memerlukan bahan dalam jumlah sedikit dan reaksi berlangsung cepat. Pada proses tersebut, garam yang diperoleh merupakan produk sementara sehingga proses hidrolisis garam tersebut sangat menentukan kemurnian sitronelal.

Penggunaan klorotrimetilsilan (Kjell *et al.* 1999), montmorillonite tipe KSF dibawah radiasi *microwave* (Mitra AK dan Karchaudhuri 1999), HCl (Ngadiwiyana *et al.* 2004), $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ dan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ (Mohammadpoor-Baltork *et al.* 2006) telah dikembangkan untuk pemurnian komponen aldehid dengan menghidrolisis garam bisulfida. Namun, penggunaan reagen tersebut berbahaya bagi lingkungan dancukup mahal. Katalis basa (NaOH) 25 % (w/v) telah digunakan oleh Chong *et al.* (2015) untuk menghidrolisis garam geranil bisulfida dan menghasilkan geranial 81 %. Berdasarkan penelitian tersebut, maka perlu dikembangkan penggunaan variasi katalis basa untuk mengetahui pengaruh persentase kemurnian dan hasil hidrolisis garam. Tujuan penelitian adalah

untuk mengetahui pengaruh kekuatan katalis basa penghidrolisis (NaHCO_3 , Na_2CO_3 , dan NaOH) pada kemurnian sitronelal melalui reaksi penggaraman minyak jeruk purut dengan reagen NaHSO_3 dan Na_2SO_3 .

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Organik Universitas Brawijaya Malang, sejak Agustus 2015 sampai Februari 2016. Bahan yang digunakan adalah minyak jeruk purut hasil penyulingan dari campuran ranting dan daun jeruk purut yang diproduksi oleh UKM (Usaha Kecil Menengah) di daerah Tulungagung, Jawa Timur. Ranting dan daun diambil dari pohon yang berumur 3 tahun. Daun diambil dari bagian tengah ranting, sedangkan ranting diambil dari hasil trubusan yang berumur 4-5 bulan.

Analisis minyak jeruk purut dengan kromatografi gas-spektrometri massa. Minyak jeruk purut 12,5 % (b/v) dilarutkan dalam pelarut n-heksana, kemudian diinjeksikan kedalam kromatografi gas-spektrometri massa (KG-SM) dengan kolom Restek Rtx-5MS (panjang kolom 30 m, diameter kolom 0,320 mm), suhu kolom 70-310 °C, suhu injektor 225 °C, kecepatan aliran He gas 91,5 ml.menit⁻¹.

Pemurnian sitronelal dengan reagen NaHSO_3 dan Na_2SO_3 menggunakan metode penggaraman

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial. Faktor pertama adalah jenis reagen (R), yaitu R1 (Minyak jeruk purut + NaHSO_3) dan R2 (Minyak jeruk purut + Na_2SO_3). Faktor kedua adalah jenis katalis basa (KB) untuk menghidrolisis garam sitronelil, yaitu KB1 (NaHCO_3), KB2 (Na_2CO_3), dan KB3 (NaOH).

Setiap perlakuan diulang 3 kali. Data dianalisis menggunakan analisis ragam dan dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 5 % dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 16. Pemurnian sitronelal dengan reagen NaHSO_3

mengadopsi metode (Armarego dan Chai 2009) dengan modifikasi, yaitu tanpa menggunakan asam untuk menghidrolisis garam sitronelil.

Pemurnian sitronelal dengan reagen Na_2SO_3 menggunakan metode Guenther (1972) dalam Pushpakumari (1987) dengan modifikasi pengaturan pH dalam pembentukan garam sitronelil. Penggaraman sitronelal dilakukan dengan mereaksikan sebagai berikut (1) Minyak jeruk purut 15 ml dengan larutan jenuh NaHSO_3 2,26 ml dan (2) minyak jeruk purut 15 ml dengan 2,684 M larutan jenuh Na_2SO_3 4,1 ml. Campuran larutan minyak jeruk purut dengan larutan jenuh Na_2SO_3 ditambahkan asam kuat (H_2SO_4 20 %) tetes demi tetes sampai terbentuk garam sitronelil sulfida dengan dipantau pH meter sampai terbentuk endapan garam sitronelil sulfida. Larutan diaduk hingga homogen dengan *magnetic stirrer*. Selanjutnya endapan disaring dengan corong *Buchner* dan dicuci dengan etanol sampai tidak meneteskan tetesan berwarna kuning. Penggaraman sitronelal dilakukan dengan cara sebagai berikut (1) Minyak jeruk purut 15 ml direaksikan dengan larutan jenuh NaHSO_3 2,26 ml dan (2) minyak jeruk purut 15 ml direaksikan dengan 2,684 M larutan jenuh Na_2SO_3 4,1 ml. Campuran larutan minyak jeruk purut dengan larutan jenuh Na_2SO_3 ditambahkan asam kuat (H_2SO_4 20 %) tetes demi tetes sampai terbentuk endapan garam sitronelil sulfida dengan memantau pH menggunakan pH meter. Larutan kemudian diaduk hingga homogen dengan *magnetic stirrer*. Selanjutnya endapan disaring dengan corong *Buchner* dan dicuci dengan etanol sampai tidak meneteskan cairan berwarna kuning.

Analisis garam sitronelil bisulfida dan garam sitronelil sulfida dengan Spektrometer FTIR (Fourier Transmission Infra Red)

Pelet kalium bromida (KBr) dibuat dengan cara mencampurkan 0,5 g garam sitronelil bisulfida dengan 0,07 g KBr, kemudian digerus dan dimasukkan kedalam *pellet press* untuk pengepresan. Pelet KBr yang mengandung garam sitronelil diletakkan diantara dua celah yang dilewati berkas sinar inframerah dan dibuat spektrumnya pada rentang bilangan gelombang 4.000-600 cm^{-1} . Spesifikasi FTIR adalah tipe Michelson

sistem optik sinar tunggal, sumber inframerah keramik globular, S/N 20000:1 dan medium sampel pelet KBr.

Hidrolisis garam sitronelil bisulfida dan garam sitronelil sulfida

Hidrolisis garam sitronelil bisulfida maupun garam sitronelil sulfida dilakukan dengan menggunakan variasi katalis basa NaHCO_3 $1,35 \times 10^{-6}$ M, Na_2CO_3 $9,5 \times 10^{-4}$ M dan NaOH $3,8 \times 10^{-1}$ M sampai garam larut sempurna. Hidrolisis garam sitronelil bisulfida dengan basa NaHCO_3 dilakukan dalam pemanas air (*waterbath*) pada suhu 90 °C selama ± 2 menit. Pada hidrolisis garam sitronelil bisulfida, basa Na_2CO_3 dan NaOH diaduk dengan *magnetic stirrer* pada suhu kamar. Hidrolisis garam sitronelil sulfida menggunakan variasi basa NaHCO_3 , Na_2CO_3 dan NaOH dilakukan dengan bantuan *magnetic stirrer* pada suhu kamar. Hidrolisis akan membentuk dua lapisan yaitu lapisan atas berwarna kekuningan sebagai sitronelal dan lapisan bawah berwarna putih keruh sebagai lapisan air.

Penentuan kemurnian sitronelal

Penentuan kemurnian sitronelal dilakukan dengan cara melarutkan lapisan atas (sitronelal) 25 % (b/v) dalam pelarut n-heksana kemudian dianalisis menggunakan KG-SM. Hasil analisis KG-SM menghasilkan *Total Ionic Chromatography* (TIC) dan data spektra massa komponen dalam lapisan atas tersebut.

Penentuan kemurnian sitronelal dengan variasi rasio mol

Kemurnian sitronelal tertinggi dari beberapa perlakuan dianalisis dengan variasi rasio mol antara sitronelal dalam minyak jeruk purut dengan reagen dengan rasio mol 1:2 dan 1:3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi minyak jeruk purut

Hasil analisis komponen minyak jeruk purut dengan KG-SM menghasilkan 27 puncak

(komponen) dengan 5 komponen sebagai komponen utama dengan kadar $> 10\%$ dan komponen sitronelal yang akan dimurnikan (Gambar 1 dan Tabel 1).

Reaksi penggaraman sitronelal dengan reagen NaHSO_3 dan Na_2SO_3

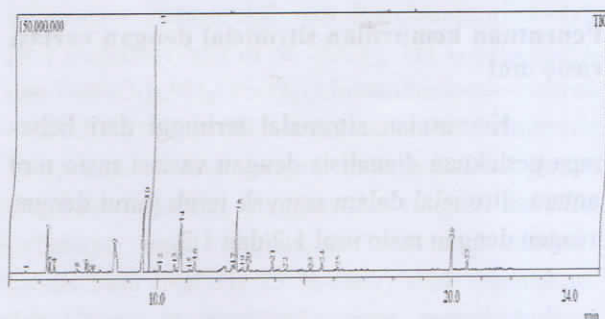
Reaksi penggaraman sitronelal dengan reagen NaHSO_3 berlangsung sangat cepat pada suhu kamar. Reaksi penggaraman ini berlangsung pada kondisi asam dengan $\text{pH} < 7$ (minyak jeruk purut (MJP) memiliki pH 4,63 dan NaHSO_3 memiliki pH 3,18) dan menghasilkan garam berwarna putih. Ditinjau dari struktur molekul, sitronelal memiliki dua gugus fungsi yang bersifat nukleofil pada karbon tak jenuh (alkena) dan elektrofil pada gugus aldehida. Sementara ion bisulfit (nukleofil) sebagai reagen yang digunakan untuk penggaraman dapat bereaksi dengan gugus aldehid. Namun, ion ini kemungkinan mengalami ionisasi lanjut menjadi H^+ dan SO_3^{2-} , sehingga H^+ dapat

mengadisi gugus alkena. Oleh karena itu, untuk menghindari terjadinya reaksi adisi tersebut maka digunakan rasio mol sitronelal dan bisulfit (1:1). Mekanisme sitronelal dengan NaHSO_3 diawali dengan penyerangan nukleofil dari pasangan elektron bebas atom S terhadap gugus karbonil $\text{C}=\text{O}$ dalam sitronelal. Hal ini menyebabkan atom S bermuatan positif yang dapat distabilkan oleh elektron H dan atom H diserang oleh atom O yang bermuatan negatif akibat penyerangan nukleofil (Gambar 2).

Berbeda dengan penggaraman diatas, penggaraman sitronelal dengan larutan Na_2SO_3 tidak secepat reaksi penggaraman dengan larutan NaHSO_3 . Hal ini dikarenakan ion sulfit akan mengalami hidrolisis yang mengakibatkan pH campuran bernilai > 10 sebagai akibat diperolehnya ion OH^- (Gambar 3). Pada persamaan reaksi tersebut nampak bahwa reaksi bersifat *reversible* yang menunjukkan bahwa ion bisulfit hanya sedikit yang terbentuk dan ion sulfit yang terbentuk dapat menyebabkan adisi pada ikatan rangkap tak jenuh pada sitronelal. Untuk meningkatkan jumlah ion bisulfit agar bereaksi dengan gugus aldehid dalam sitronelal secara maksimal, maka ditambahkan ion H^+ (asam) untuk menggeser reaksi kesekanan dan reaksi berjalan seperti reaksi sitronelal dengan reagen NaHSO_3 .

Tabel 1. Komponen utama minyak jeruk purut.
Table 1. The main compounds of kaffir lime oil.

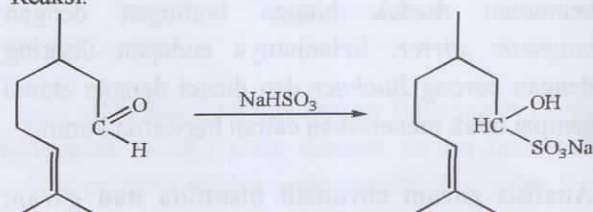
Nama senyawa	Waktu retensi (menit)	Area (%)
Linalol	8,553	13,06
Sitronelal	9,513	13,55
Isopulegol	9,704	10,31
β -Sitronelol	10,787	13,63
Sitronelil asetat	12,659	13,24



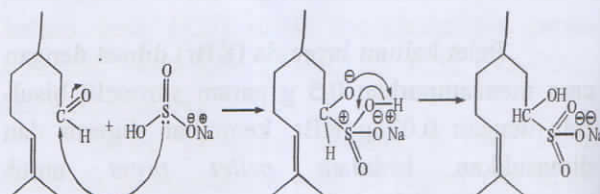
Gambar 1. Kromatogram ion total minyak jeruk purut berdasarkan pengukuran kromatografi gas-spektrometri massa (KG-MS).

Figure 1. Total Ionic Chromatograph of kaffir lime oil based on gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) measurement

Reaksi:

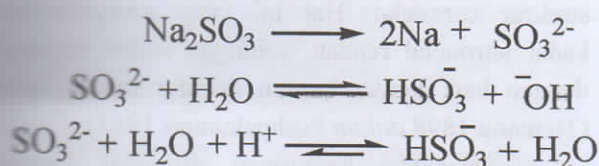


Mekanisme reaksi:



Gambar 2. Mekanisme Reaksi Sitronelal Dengan Reagen NaHSO_3 .

Figure 2. Reaction mechanism of citronellal with NaHSO_3 reagent.

Gambar 3. Pembentukan ion HSO_3^- .Figure 3. The formation of HSO_3^- ion.

Data spektrometri FTIR garam sitronelil bisulfida dan garam sitronelil sulfida

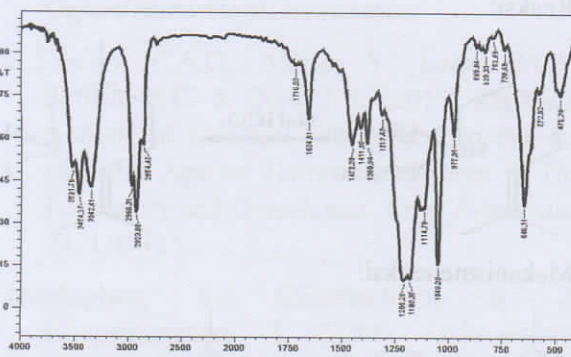
Data spektrometri FTIR menggambarkan terbentuknya garam sitronelil bisulfida maupun sulfida (Gambar 4 dan 5). Meskipun secara sepi-
tas berbeda, namun kedua spektra tersebut memiliki serapan khas yang hampir sama. Indikasi bahwa garam sitronelil bisulfida terbentuk adalah dengan hilangnya pita serapan gugus C=O aldehyd yang seharusnya muncul di daerah 1.700 cm^{-1} dan munculnya pita serapan khas O-H pada daerah $3.342,41$; $3.454,27$; dan $3.521,78\text{ cm}^{-1}$. Selain itu, muncul juga pita serapan khas S=O pada daerah $1.114,78$; 1.180 ; dan $1.209,28\text{ cm}^{-1}$ dan serapan khas C-O-S pada daerah $975,91\text{ cm}^{-1}$. Pada garam sitronelil sulfida pita serapan C=O hilang dan muncul pita serapan O-H pada daerah $3.450,41\text{ cm}^{-1}$, serapan khas S=O pada daerah $1.135,99$ dan $1.203,5\text{ cm}^{-1}$ dan serapan khas C-O-S pada daerah $964,34\text{ cm}^{-1}$.

Reaksi hidrolisis garam sitronelil bisulfida dan garam sitronelil sulfida

Hasil reaksi hidrolisis garam sitronelil bisulfida dan sulfida menggunakan variasi katalis basa NaHCO_3 (pH 8,13) dan Na_2CO_3 (pH 10,98) serta NaOH (pH 13,58) disajikan pada Gambar 6. Jumlah kuantitas basa ion hidroksi yang digunakan dalam reaksi ini akan menentukan keberhasilan penarikan proton pada gugus hidroksi dan lepas-nya ion sulfida. Oleh karena itu, penggunaan basa dapat mempengaruhi kadar kemurnian sitronelal.

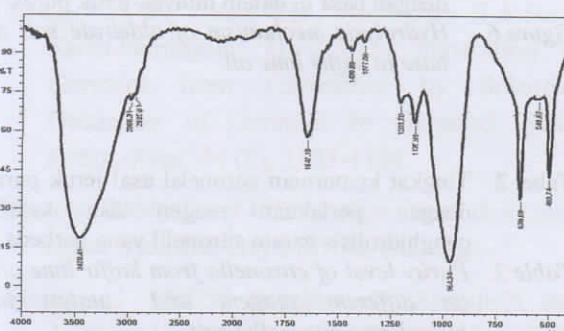
Kondisi optimasi pemurnian sitronelal

Hasil optimasi pemurnian sitronelal menunjukkan adanya pengaruh nyata antara



Gambar 4. Hasil spektrometri FTIR garam sitronelil bisulfida pada minyak jeruk purut.

Figure 4. The result FTIR spectrometry measuremer. of citronellyl bisulfite salt in kaffir lime oil



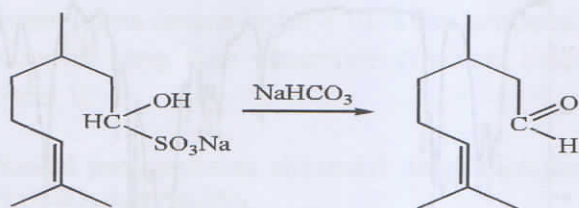
Gambar 5. Hasil spektrometri FTIR garam sitronelil sulfida dari minyak jeruk purut.

Figure 5. The result of FTIR spectrometr. measurement of citronellyl sulfite salt c kaffir lime oil.

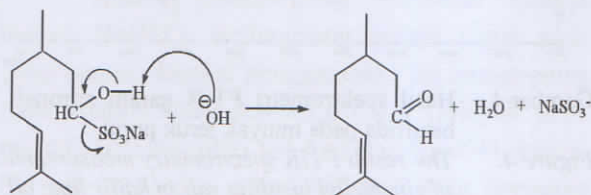
penggunaan reagen dan katalis basa penghidrolisis garam sitronelil (Tabel 2). Penggunaan reagen Na_2SO_3 dan katalis basa Na_2CO_3 sebagai penghidrolisis garam sitronelil menghasilkan sitronelal yang lebih murni dibandingkan perlakuan lainnya.

Penggunaan reagen NaHSO_3 maupun Na_2SO_3 dapat membuktikan bahwa reaksi adisi nukleofilik lebih reaktif bereaksi dengan gugus karbonil yang dimiliki oleh komponen aldehyd (sitronelal) dibandingkan dengan komponen lain yang memiliki gugus karbonil C=O dalam minyak jeruk purut, seperti komponen sitronelil asetat (Tabel 1). (McMurry 2008) menyatakan aldehyd lebih reaktif untuk adisi nukleofilik dibandingkan ester karena aldehyd tidak memiliki gugus pergi. Namun, penggunaan reagen Na_2SO_3 ternyata lebih reaktif dibandingkan reagen NaHSO_3 dan meng-

Reaksi:



Mekanisme reaksi:



Gambar 6. Mekanisme hidrolisis garam aldehida dengan basa di dalam minyak jeruk purut.

Figure 6. Hydrolysis mechanism of aldehyde salt by base in kaffir lime oil.

Tabel 2. Tingkat kemurnian sitronelal asal jeruk purut dengan perlakuan reagen dan katalis penghidrolisis garam sitronelil yang berbeda.

Table 2. Purity level of citronella from kaffir lime oils on different reagent and catalyst for hydrolizing citronellyl salt.

Reagen-Katalis basa	Kemurnian sitronelal (%)
Minyak jeruk purut + NaHSO_3 - NaHCO_3	47,23 d
Minyak jeruk purut + NaHSO_3 - Na_2CO_3	73,43 c
Minyak jeruk purut + NaHSO_3 - NaOH	72,66 c
Minyak jeruk purut + Na_2SO_3 - NaHCO_3	81,08 b
Minyak jeruk purut + Na_2SO_3 - Na_2CO_3	87,78 a
Minyak jeruk purut + Na_2SO_3 - NaOH	86,40 a
KK %	26,72

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Note: Numbers followed by the same letter in the same column were not significantly different DMRT 5%.

hasilkan sitronelal lebih murni. Hal ini kemungkinan terjadi karena sifat larutan minyak jeruk purut - NaHSO_3 yang terlalu asam dibandingkan dengan minyak jeruk purut- Na_2SO_3 yang bersifat sedikit basa. Semakin asam hasil reaksi maka dimungkinkan adanya ion H^+ yang berlebih sehingga dapat mengadisi ikatan rangkap $\text{C}=\text{C}$ dalam

struktur sitronelal. Hal ini yang menyebabkan kadar sitronelal rendah, sehingga reaksi berjalan dengan baik ketika larutan bersifat sedikit basa (Tiemann 1898 dalam Pushpakumari 1987).

Persentase kemurnian sitronelal dengan menggunakan katalis Na_2CO_3 dan NaOH tidak berbeda nyata baik menggunakan reagen NaHSO_3 maupun Na_2SO_3 . Penggunaan katalis Na_2CO_3 sebagai penghidrolisis garam sitronelil bisulfida maupun sulfida menghasilkan kemurnian sitronelal tertinggi dibandingkan NaOH . Hal ini diduga karena terjadi karena ion OH^- yang sangat kuat dari hasil ionisasi basa NaOH dapat menyerang atom S yang bermuatan δ^+ pada garam sitronelil bisulfida maupun sulfida dibandingkan dengan atom O yang bermuatan δ^- . Oleh karena itu hidrolisis yang terjadi ketika menggunakan basa NaOH tidak sempurna karena adanya kompetisi antara ion OH^- yang menyerang proton pada gugus hidroksi dan ion OH^- yang menyerang atom S pada garam sitronelil bisulfida maupun garam sitronelil sulfida. Hal tersebut menyebabkan kemurnian sitronelal menjadi rendah. Hasil sampingan reaksi hidrolisis dengan NaOH menghasilkan NaHSO_4 yang berbentuk tetrahedral terdistorsi (Effendy 2004).

Pengaruh rasio mol terhadap kemurnian sitronelal

Hasil penelitian variasi rasio mol (1:2 dan 1:3) terhadap kemurnian sitronelal menunjukkan semakin banyak reaktan Na_2SO_3 maka kemurnian sitronelal semakin tinggi (Tabel 2). Hal ini diduga terjadi akibat adanya ikatan rangkap $\text{C}=\text{C}$ dalam sitronelal, yaitu ikatan rangkap $\text{C}=\text{C}$, diadisi ion SO_3^{2-} hasil ionisasi lanjut HSO_3^- . Hasil perbandingan kadar kemurnian sitronelal dengan Na_2SO_3 variasi mol disajikan pada Tabel 3.

Penambahan 2 mol Na_2SO_3 meningkatkan kemurnian sitronelal sebesar 1,59 % jika dibandingkan dengan 1 mol Na_2SO_3 , sedangkan penambahan 3 mol Na_2SO_3 dapat meningkatkan nilai kemurnian sitronelal sebesar 0,07 % (Tabel 3). Hasil perbandingan 1:1, 1:2, dan 1:3 tidak menunjukkan perbedaan nyata, tetapi dengan variasi mol tersebut diperoleh informasi bahwa

Tabel 3. Kemurnian sitronelal di dalam minyak jeruk purut dengan variasi rasio mol.

Table 3. The purity of citronella in kaffir lime oils with the variation of mole ratio.

Perlakuan R2KB2 (mol)	Kemurnian sitronelal (%)
1 : 1	87,78
1 : 2	89,29
1 : 3	87,85

Keterangan: R2KB2 = minyak jeruk purut + Na_2SO_3 - Na_2CO_3 .

Note: R2KB2 = kaffir lime oil + Na_2SO_3 - Na_2CO_3

semakin banyaknya mol Na_2SO_3 maka dapat menurunkan kemurnian sitronelal. Semakin banyaknya Na_2SO_3 , maka tumbukan antar molekul tidak efektif karena reagen saling berinteraksi dengan komponen target yang menyebabkan laju reaksi semakin menurun. Selain itu, banyaknya Na_2SO_3 mengakibatkan ion SO_3^{2-} hasil ionisasi lanjut HSO_3^- dapat mengadisi gugus alkena $\text{C}=\text{C}$ pada sitronelal berupa non-garam yang bercampur dalam filtrat.

KESIMPULAN

Pemurnian sitronelal dari minyak jeruk purut melalui proses penggaraman menggunakan reagen NaHSO_3 dan Na_2SO_3 dipengaruhi oleh kekuatan katalis basayang digunakan sebagai penghidrolisis garam sitronelil. Katalis basa Na_2CO_3 yang merupakan penghidrolisis garam dikombinasikan dengan reagen Na_2SO_3 menghasilkan sitronelal tertinggi (89,29 %). Metode ini dapat direkomendasikan untuk memurnikan kandungan sitronelal dalam minyak jeruk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Atsiri Universitas Brawijaya Malang yang telah membantu mendanai penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Armarego, W.L.F. & Chai, C.U.U. (2009) Purification of Laboratory Chemicals. 6th ed.

Oxford Butterworth-Heinemann.

- da Camara, C.A.G., Akhtar, Y., Isman, M.B., Seffrin, R.C. & Born, F.S. (2015) Repellent Activity of Essential Oils from Two Species of *Citrus* Against *Tetranychus urticae* in The Laboratory and Greenhouse. *Crop Protection*. 74, 110-115.
- Chanthaphon, S., Chanthachum, S. & Hongpattarakere, T. (2008) Antimicrobial Activities of Essential Oils and Crude Extracts from Tropical *Citrus* spp. Against Food-Related Microorganisms. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*. 30 (1), 125-131.
- Chong, D.J.W., Latip, J.B., Hasbullah, S.A.B. & Sastrohamidjojo, H. (2015) Separation of Geraniol from Citronellol by Selective Oxidation of Geraniol to Geranial. *Sains Malaysiana*. 44 (8), 1183-1188.
- Effendy (2004) *Teori VSEPR Kepolaran dan Gaya Antar Molekul*. Bayu Media, Malang.
- Ginting, H. (2005) Karakterisasi Simplisia dan Analisis Komponen Minyak Atsiri dari Kulit Buah Jeruk Purut (*Cytrus hystrix* DC) Kering. *Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian*. 3 (1), 15-17.
- Haiyee, Z.A. & Winitkitcharoen, C. (2012) Extraction of Volatile Oil from Kaffir Lime Leaves (*Citrus hystrix*) using Pressurised Liquid Extraction. *International Journal of Food, Nutrition & Public Health*. 5 (1), 201-210.
- Kjell, D.P., Slattery, B.J. & Semo, M.J. (1999) A Novel, Nonaqueous Method for Regeneration of Aldehyde from Bisulfite Adducts. *The Journal of Organic Chemistry*. 64 (15), 5722-5724. doi:10.1021/jo990543v.
- Lenardao, E.J., Botteselle, G. V, de Azambuja, F., Perin, G. & Jacob, R.G. (2007) Citronellal as Key Compound in Organic Synthesis. *Tetrahedron*. 63 (29), 6671-6712. doi:10.1016/j.tet.2007.03.159.
- Loh, F.S., Awang, R.M., Omar, D. & Rahmani, M. (2011) Insecticidal Properties of *Citrus hystrix* DC Leaves Essential Oil Against *Spodoptera*

- litura fabricius. Journal of Medicinal Plants Research.* 5 (16), 3739-3744.
- McMurry, S. (2008) Organic Chemistry. 7th ed. Bement, California, Brooks/Cole.
- Mitra AK, A.D. & Karchaudhuri, N. (1999) Regeneration of Aldehydes from Bisulfite Addition Products in the Solid State Using Montmorillonite KSF Clay under Microwave Irradiation. *Journal of Chemical Research, Synopses.* (S), 560-561. doi:10.1039/A900309F.
- Mohammadpoor-Baltork, I., Mehdi Khodaei, M. & Ahankar, H. (2006) Selective Deprotection of Bisulfite Addition Products by $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ Supported on Silica Gel Under Solvent-Free Conditions. *Letters in Organic Chemistry.* 3 (11), 872-876.
- Ngadiwiyana, Ismiyarto & Anam, K. (2004) Pemanjangan Sistem Terkonjugasi Sinamaldehyd dan Uji Aktivitas sebagai Bahan Aktif Tabir Surya. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi.* 7 (1), 24-29.
- Noveriza, R., Mariana, M., Yuliani, S. (2017) Keefektifan Formula Nanoemulsi Minyak Serai Wangi terhadap *Potyvirus* Penyebab Penyakit Mosaik pada Tanaman Nilam. *Bul. Littro.* 28, 47-56. doi: <http://dx.doi.org/10.21082/bullittro.v28n1>.
- Panthong, K., Srisud, Y., Rukachaisirikul, V., Hutadilok-Towatana, N., Voravuthikunchai, S.P. & Tewtrakul, S. (2013) Benzene, Coumarin and Quinolinone Derivatives from Roots of *Citrus hystrix*. *Phytochemistry.* 88, 79-84. doi:10.1016/j.phytochem.2012.12.013.
- Pushpakumari, K.N. (1987) Studies on Lemongrass Oil. *Cochin University of Science and Technology.*
- Srisukh, V., Tribuddharat, C., Nukoolkarn, V., Bunyapraphatsara, N., Choekphaibulkit, K., Phoomniyom, S., Chuanphung, S. & Srifuenfung, S. (2012) Antibacterial Activity of Essential Oils from *Citrus hystrix* (Makrut Lime) Against Respiratory Tract Pathogens. *Science Asia.* 38 (2), 212-217.
- Warsito, Utomo, E.P. & Ulfa, S.M. (2016) Effect of Hydration and Oxidation Reactions of The Chemical Composition of Kaffir lime (*Cytrus hystrix* DC.) Oil. *The Journal of Pure and Applied Chemistry Research.* 5 (2), 55-60.
- Wulaningsih, A. (2010) Formulasi Sediaan Gel Minyak Atsiri Buah Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC.) dan Uji Aktivitas Antibakteri terhadap *Propionibacterium acne* secara *In Vitro*. Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

EFIKASI FORMULA TUNGGAL MINYAK CENGKEH, EUKALIPTUS, MIMBA DAN SERAIWANGI TERHADAP PENYAKIT BUDOK PADA TANAMAN NILAM

Efficacy of Single Formula of Clove, Eucalyptus, Neem and Citronella Oil against Budok Disease of Patchouli

Sri Yuni Hartati*, Sukamto, Nuri Karyani dan Zulhisnain

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3, Bogor 16111

INFO ARTIKEL

Article history:

Diterima : 18 Oktober 2017

Direvisi : 9 November 2017

Diterbitkan : 14 Desember 2017

Kata kunci:

minyak atsiri; pestisida nabati; penyakit budok; nilam

Key words:

essential oil; botanical pesticide; budok disease; patchouli

ABSTRAK/ABSTRACT

Salah satu penyakit penting pada nilam adalah budok yang disebabkan oleh cendawan *Synchytrium pogostemonis*. Cendawan tersebut bersifat obligat parasit yang ditularkan melalui benih, tanah, dan air. Penelitian dalam rangka mengembangkan pestisida nabati berbasis minyak atsiri telah dilaksanakan di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat pada tahun 2014. Tujuan penelitian adalah menguji efikasi formula tunggal minyak cengkeh, eukaliptus, mimba, dan seraiwangi terhadap penyakit budok. Penelitian dilaksanakan di lahan endemik penyakit budok di Kebun Percobaan Cimanggu, Bogor, Jawa Barat. Formula tunggal minyak cengkeh, eukaliptus, mimba, dan seraiwangi diuji efikasinya terhadap penyakit budok. Dua jenis fungisida sintetik, benomil dan bubuk bordo digunakan sebagai pembanding, serta air sebagai kontrol. Tanaman nilam sehat umur satu bulan disemprot dengan formula tunggal minyak atsiri (5 ml.l^{-1}), benomil (3 g.l^{-1}), bubuk bordo (1 %), dan air setiap dua minggu sebanyak 5 kali. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok (7 perlakuan, 3 ulangan, 20 tanaman/ulangan). Hasil penelitian menunjukkan minyak mimba paling efektif dalam menekan kejadian penyakit budok (58,30 %) dibandingkan dengan seraiwangi (33,30 %), cengkeh (26,65 %), dan eukaliptus (8,30 %), tetapi efikasinya masih lebih rendah jika dibandingkan dengan benomil (100 %) dan bubuk bordo (100 %). Aplikasi minyak mimba, benomil, dan bubuk bordo selain dapat menghambat infeksi *S. pogostemonis* juga menghambat perkembangan penyakit budok. Minyak cengkeh dan seraiwangi tidak dapat menghambat infeksi *S. pogostemonis*, meskipun menghambat perkembangan penyakitnya. Minyak atsiri tersebut berpotensi dikembangkan sebagai pestisida nabati, tetapi efikasinya masih perlu ditingkatkan dengan cara membuat formula campuran dari minyak atsiri tersebut.

Budok is one of the most important patchouli diseases caused by Synchytrium pogostemonis, spread out through seeds, soil, and water. A research to develop botanical pesticides based on essential oils was conducted at Indonesian Spices and Medicinal Crop Research Institute in 2014. The research was aimed to evaluate the efficacy of single formula of clove, eucalyptus, neem, and citronella oil against budok disease. Research was conducted in disease endemic area in Cimanggu Research Installation, Bogor. Single formula of clove, eucalyptus, neem, and citronella oils were tested their efficacy against budok disease. Two synthetic fungicides of benomyl and bourdeaux mixture were used as comparison, and water as control. One month-old healthy patchouli plants were sprayed with each essential oil (5 ml.l^{-1}), benomyl (3 g.l^{-1}), and bourdeaux mixture (1%) every two weeks for 5 times respectively. Experiment was arranged in randomized completely block design (7 treatments, 3 replication, and 20 plants/replication). Neem oil was the most effective formula in suppressing budok disease incidence (58.30%) com-

* Alamat Korespondensi : sriyuni.hartati@yahoo.com

pared to citronella (33.30%), clove (26.65%), and eucalyptus (8.30%), although it was still lower than benomyl (100%) and bourdeaux mixture (100%). Application of neem oil, benomyl, and bourdeaux mixture could inhibit *S. pogostemonis* infection and budok disease development. However, the application of clove and citronella oils only capable of inhibiting budok disease development. Those tested essential oils are potential to be developed as botanical pesticides to control budok disease of patchouli. However, their efficacy should be increased by producing formula mixtures of those essential oils.

PENDAHULUAN

Salah satu penyakit penting yang sering menyebabkan kerusakan pada tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Bent.) di Indonesia adalah budok atau kudis (Wahyuno *et al.* 2007; Wahyuno *et al.* 2011). Penyakit tersebut disebabkan oleh cendawan yang bersifat obligat parasit, yaitu *Synchytrium pogostemonis* Patil & Mahabale (Wahyuno *et al.* 2011; Wahyuno 2010a; Wahyuno *et al.* 2007; Wahyuno dan Sukanto 2010). Cendawan *S. pogostemonis* merupakan patogen tular tanah yang juga ditularkan melalui benih dan air (Wahyuno 2010a).

Sampai saat ini belum ada varietas nilam yang tahan terhadap penyakit budok (Wahyuno dan Sukanto 2010) sehingga penyakit tersebut masih sering menjadi kendala pada budidaya nilam di Indonesia. Pengendalian penyakit budok perlu dilakukan sedini mungkin sebelum penyakit berkembang yaitu dengan menerapkan budidaya nilam secara ketat khususnya dalam seleksi dan penyiapan bahan tanaman untuk benih (Wahyuno 2010b). Selain itu juga perlu dilakukan rotasi tanaman, mengatur sistem drainase, pemangkasan dan pemusnahan tanaman sakit, pemberian mulsa dan abu sekam (lebih kurang 10 ton.ha⁻¹), pengolahan tanah, serta aplikasi fungisida (Syakir *et al.* 2008; Wahyuno *et al.* 2011).

Di India, penyakit budok umumnya dikendalikan dengan fungisida *penta chloronitre benzene* (PCNB) sebanyak 5 kg.ha⁻¹, *brassicol*, dan bubur bordo (*bourdeaux mixture*) 1 % yang disemprotkan setiap 10-15 hari sekali sejak mulai waktu tanam (Wahyuno *et al.* 2011). Fungisida yang berbahan aktif benomil juga efektif dapat menekan penyakit budok (Wahyuno *et al.* 2011). Penggunaan fungisida sintetik relatif mahal dan sering menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, maka perlu dicari bahan fungisida

alternatif yang lebih bersifat ramah lingkungan.

Minyak atsiri diketahui mempunyai aktivitas biologi yang berspektrum luas terhadap beberapa jenis organisme pengganggu tanaman (OPT). Oleh karena itu, minyak atsiri berpotensi untuk digunakan dan dikembangkan sebagai pestisida nabati (Arshad *et al.* 2014; Hartati 2012; Hyldgaard *et al.* 2012; Koul *et al.* 2008). Beberapa jenis minyak atsiri terbukti efektif terhadap cendawan patogen seperti *Alternaria alternata*, *Fusarium chlamydosporum*, *Helminthosporium oryzae*, dan *Rhizoctonia bataticola* (Beg dan Ahmad 2002), *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora ultimum*, dan *Rhizoctonia solani* (Lee *et al.* 2007), *Phytophthora* sp., *Rigidoporus* sp., dan *Sclerotium* sp. (Manohara *et al.* 1994), *Fusarium oxysporum* (Tombe *et al.* 1994), serta *Phomopsis azadirachtae* (Prasad *et al.* 2010). Namun efikasi minyak atsiri khususnya terhadap cendawan *S. pogostemonis*, penyebab penyakit budok pada nilam belum pernah diteliti dan dilaporkan.

Tujuan penelitian adalah menguji efikasi formula tunggal minyak cengkeh, eukaliptus, mimba, dan seraiwangi terhadap penyakit budok pada nilam. Salah satu dari formula tersebut diharapkan ada yang efektif mengendalikan penyakit budok sehingga dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan pestisida sintetik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lahan endemik penyakit budok yang telah sering ditanami nilam di Kebun Percobaan (KP) Cimanggu (240 m dpl), Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor, Jawa Barat. Kegiatan penelitian dilaksanakan sejak Januari sampai Desember 2014.

Penyiapan benih nilam

Benih nilam yang digunakan berupa setek batang yang disiapkan dari tanaman induk varietas Sudikalang. Tanaman induk dipilih yang sehat dan tidak menunjukkan gejala penyakit budok serta penyakit-penyakit lainnya. Setek batang ditanam pada media campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan (2:1) di dalam polibag. Benih disungkup selama 1-2 minggu dan dipelihara di rumah kaca sehingga tidak terkena sinar matahari secara langsung. Benih nilam yang sehat, pertumbuhannya seragam, dan mempunyai akar yang kuat dipersiapkan untuk ditanam di lapang.

Penyiapan lahan dan pemeliharaan tanaman

Lahan penelitian dibersihkan dari gulma dan vegetasi lainnya, kemudian diolah dan diratakan. Lahan dibagi secara memanjang menjadi tiga petak ulangan. Setiap petak ulangan dibagi secara melebar menjadi tujuh petak perlakuan yang berukuran 4 m x 3 m. Pada setiap petak perlakuan dibuat 20 lubang tanam dengan jarak 50 cm x 50 cm. Benih nilam sehat umur satu bulan ditanam pada lubang-lubang tanam yang telah dipersiapkan di lahan percobaan, dengan posisi batang tegak, kemudian akarnya ditimbun dengan tanah dan disiram air sampai tanahnya basah. Tanaman diberi pupuk organik (kompos) sebanyak 2 kg/tanaman yang masing-masing diberikan pada saat sebelum tanam dan tiga bulan setelah tanam (BST). Pupuk an-organik Urea, SP-36, dan KCl diberikan setelah tanam, masing-masing sebanyak 20, 10, dan 18,75 g/tanaman (Rosman 2011; Tasma dan Wahid 1988).

Penyiapan formula minyak atsiri

Minyak cengkeh, eukaliptus, dan serai-wangi diperoleh dari hasil penyulingan daun, sedang minyak mimba diperoleh dari pengepresan biji. Masing-masing minyak atsiri diformulasi dengan dicampur bahan pelarut dan pengemulsi yaitu terpenin, tepol, dan tween 80. Konsentrasi bahan aktif (minyak atsiri) dalam masing-masing formula dibuat 20 % (EC 20) (Fishburn 2013).

Konsentrasi formula yang diaplikasikan pada tanaman nilam adalah 5 ml.l⁻¹ dengan volume semprot 100-200 ml/tanaman tergantung kondisi pertumbuhan dan umur tanaman nilam.

Uji efikasi formula tunggal minyak atsiri

Tanaman nilam umur satu bulan disemprot dengan formula tunggal minyak atsiri sesuai perlakuan dengan konsentrasi 5 ml.l⁻¹, fungisida benomil (3 g.l⁻¹), bubur bordo (1 %), dan air dengan volume semprot sebanyak 100-200 ml/tanaman. Penyemprotan dilakukan dengan selang waktu dua minggu, berturut-turut diulang sebanyak 5 kali (Tabel 1).

Parameter pengamatan

Kejadian penyakit budok

Jumlah tanaman yang terinfeksi penyakit budok diamati secara rutin setiap dua minggu sampai nilam dipanen pada umur enam bulan. Kejadian penyakit budok dihitung berdasarkan jumlah tanaman yang terinfeksi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{n}{N} \times 100 \%$$

Keterangan/Note :

- I = Kejadian penyakit budok/Budok disease incidence
- n = Jumlah tanaman yang terinfeksi/Number of infected plants
- N = Jumlah tanaman yang diamati/Number of observed plants

Tabel 1. Jenis formula dan konsentrasi pestisida yang diuji efikasinya terhadap penyakit budok pada nilam.

Table 1. Formula and concentration of the pesticides tested their efficacy against budok disease of patchouli.

No.	Formula pestisida	Konsentrasi
1	Air (Kontrol)	0 %
2	Minyak cengkeh	5 ml.l ⁻¹
3	Minyak eukaliptus	5 ml.l ⁻¹
4	Minyak mimba	5 ml.l ⁻¹
5	Minyak seraiwangi	5 ml.l ⁻¹
6	Benomil	3 g.l ⁻¹
7	Bubur Bordo	1 %

Penyiapan benih nilam

Benih nilam yang digunakan berupa setek batang yang disiapkan dari tanaman induk varietas Sukalang. Tanaman induk dipilih yang sehat dan tidak menunjukkan gejala penyakit budok serta penyakit-penyakit lainnya. Setek batang ditanam pada media campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan (2:1) di dalam polibag. Benih disungkup selama 1-2 minggu dan dipelihara di rumah kaca sehingga tidak terkena sinar matahari secara langsung. Benih nilam yang sehat, pertumbuhannya seragam, dan mempunyai akar yang kuat dipersiapkan untuk ditanam di lapangan.

Penyiapan lahan dan pemeliharaan tanaman

Lahan penelitian dibersihkan dari gulma dan vegetasi lainnya, kemudian diolah dan diratakan. Lahan dibagi secara memanjang menjadi tiga petak ulangan. Setiap petak ulangan dibagi secara melebar menjadi tujuh petak perlakuan yang berukuran 4 m x 3 m. Pada setiap petak perlakuan dibuat 20 lubang tanam dengan jarak 50 cm x 50 cm. Benih nilam sehat umur satu bulan ditanam pada lubang-lubang tanam yang telah dipersiapkan di lahan percobaan, dengan posisi batang tegak, kemudian akarnya ditimbun dengan tanah dan disiram air sampai tanahnya basah. Tanaman diberi pupuk organik (kompos) sebanyak 2 kg/tanaman yang masing-masing diberikan pada saat sebelum tanam dan tiga bulan setelah tanam (BST). Pupuk an-organik Urea, SP-36, dan KCl diberikan setelah tanam, masing-masing sebanyak 20, 10, dan 18,75 g/tanaman (Rosman 2011; Tasma dan Wahid 1988).

Penyiapan formula minyak atsiri

Minyak cengkeh, eukaliptus, dan serai-wangi diperoleh dari hasil penyulingan daun, sedang minyak mimba diperoleh dari pengepresan biji. Masing-masing minyak atsiri diformulasi dengan dicampur bahan pelarut dan pengemulsi yaitu terpenin, tepol, dan tween 80. Konsentrasi bahan aktif (minyak atsiri) dalam masing-masing formula dibuat 20 % (EC 20) (Fishburn 2013).

Konsentrasi formula yang diaplikasikan pada tanaman nilam adalah 5 ml.l⁻¹ dengan volume semprot 100-200 ml/tanaman tergantung kondisi pertumbuhan dan umur tanaman nilam.

Uji efikasi formula tunggal minyak atsiri

Tanaman nilam umur satu bulan disemprot dengan formula tunggal minyak atsiri sesuai perlakuan dengan konsentrasi 5 ml.l⁻¹, fungisida benomil (3 g.l⁻¹), bubur bordo (1 %), dan air dengan volume semprot sebanyak 100-200 ml/tanaman. Penyemprotan dilakukan dengan selang waktu dua minggu, berturut-turut diulang sebanyak 5 kali (Tabel 1).

Parameter pengamatan

Kejadian penyakit budok

Jumlah tanaman yang terinfeksi penyakit budok diamati secara rutin setiap dua minggu sampai nilam dipanen pada umur enam bulan. Kejadian penyakit budok dihitung berdasarkan jumlah tanaman yang terinfeksi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{n}{N} \times 100 \%$$

Keterangan/Note :

- I = Kejadian penyakit budok/Budok disease incidence
- n = Jumlah tanaman yang terinfeksi/Number of infected plants
- N = Jumlah tanaman yang diamati/Number of observed plants

Tabel 1. Jenis formula dan konsentrasi pestisida yang diuji efikasinya terhadap penyakit budok pada nilam.

Table 1. Formula and concentration of the pesticides tested their efficacy against budok disease of patchouli.

No.	Formula pestisida	Konsentrasi
1	Air (Kontrol)	0 %
2	Minyak cengkeh	5 ml.l ⁻¹
3	Minyak eukaliptus	5 ml.l ⁻¹
4	Minyak mimba	5 ml.l ⁻¹
5	Minyak seraiwangi	5 ml.l ⁻¹
6	Benomil	3 g.l ⁻¹
7	Bubur Bordo	1 %

Efikasi formula pestisida uji

Efikasi formula minyak atsiri yang diuji terhadap penyakit budok dihitung dengan cara membandingkan antara persentase kejadian penyakit budok pada tanaman perlakuan dan kontrol, dengan menggunakan formula yang digunakan oleh Abbott (1925) sebagai berikut:

$$E = \frac{K - P}{P} \times 100 \%$$

Keterangan/Note :

- E = Efektivitas (*Efficacy*)
 K = Kejadian penyakit pada tanaman kontrol (*Disease incidence on control plants*)
 P = Kejadian penyakit pada tanaman perlakuan (*Disease incidence on treated plants*)

Tinggi tanaman, bobot segar dan kering terna

Tinggi tanaman diukur setiap bulan dan pada umur 5-6 BST tanaman dipanen dengan cara dipangkas pada bagian pangkal batangnya (lebih kurang 20 cm di atas permukaan tanah). Selanjutnya bobot segar terna pada saat panen dan bobot keringnya (setelah dikering-anginkan selama dua minggu) ditimbang.

Analisis data

Data persentase kejadian penyakit budok, tinggi tanaman, bobot segar dan kering terna nilam dianalisis secara statistik dengan menggunakan Anova dan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test (DMRT)* pada taraf 5 % apabila ada perbedaan yang nyata diantara perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

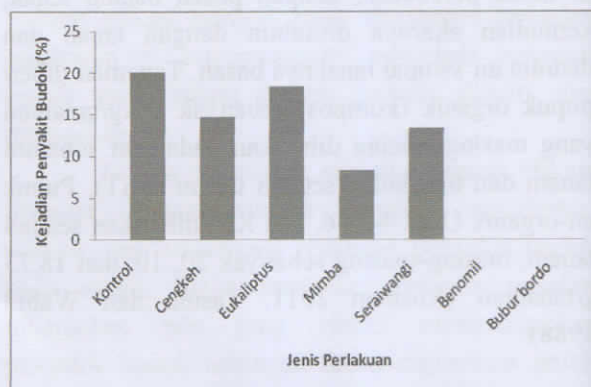
Kejadian penyakit budok

Gejala penyakit budok mulai muncul pada saat nilam berumur sekitar 2-4 BST. Infeksi awal pada umumnya terjadi pada tunas, daun, ranting, dan cabang yang berada di bagian pangkal batang yang berdekatan dengan permukaan tanah. Gejala budok selanjutnya berkembang ke bagian atas tanaman. Nilam yang terinfeksi tidak segera mati, namun pertumbuhannya menjadi terhambat. Bagian batang, cabang, dan ranting yang terinfeksi

menjadi tebal, bengkak, dan sering terlihat adanya pustul (kutil) kecil yang berwarna putih sehingga permukaannya menjadi kasar. Daun yang bergejala budok juga mengalami penebalan, berkerut, keriting, serta berubah warnanya menjadi kemerahan pada permukaan bawahnya dan kekuningan pada permukaan atasnya (seperti gejala kekurangan unsur hara). Tanaman yang terinfeksi berat terhambat pertumbuhannya dan menjadi roset.

Gejala penyakit budok ditemukan baik pada tanaman kontrol maupun yang disemprot dengan formula minyak atsiri. Tanaman nilam yang disemprot dengan fungisida benomil dan bubur bordo tidak ada yang menunjukkan gejala penyakit budok sampai tanaman dipanen pada umur enam bulan. Namun, tanaman yang disemprot dengan bubur bordo daun-daunnya menjadi berwarna kekuningan dan pertumbuhannya agak terhambat (kerdil). Persentase kejadian penyakit budok pada nilam yang disemprot dengan formula tunggal minyak atsiri bervariasi tergantung dari jenis formulanya (Gambar 1).

Kejadian penyakit budok pada tanaman yang disemprot dengan formula tunggal minyak



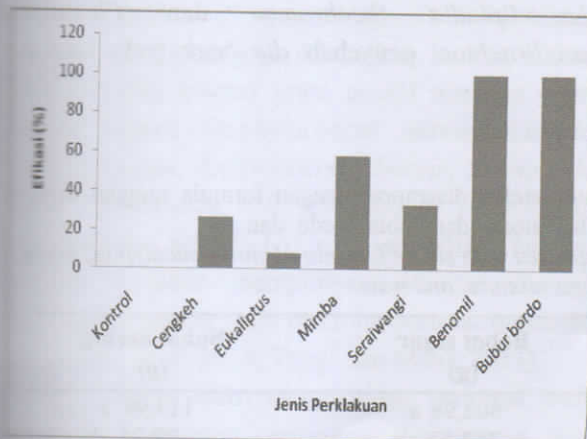
Gambar 1. Kejadian penyakit budok pada nilam yang disemprot dengan formula tunggal minyak cengkeh, eukaliptus, mimba, dan seraiwangi, fungisida benomil dan bubur bordo, dan air (6 bulan setelah tanam).

Figure 1. Budok disease incidence in patchouli sprayed with single formula of clove, eucalyptus, neem, and citronella oil, fungicides of benomyl and bourdeaux mixture, and water (6 months after planting).

cengkeh, eukaliptus, dan seraiwangi pada awalnya relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanaman kontrol, tetapi pada pengamatan selanjutnya menjadi lebih rendah. Pada tanaman yang disemprot dengan minyak mimba, fungisida benomil, dan bubur bordo kejadian penyakitnya relatif konstan lebih rendah dibandingkan dengan tanaman kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa formula tunggal minyak cengkeh, eukaliptus, dan seraiwangi tidak dapat menghambat infeksi *S. pogostemonis*, meskipun menghambat perkembangan penyakitnya pada tahap selanjutnya. Sebaliknya formula minyak mimba, fungisida benomil, dan bubur bordo selain dapat menghambat infeksi *S. pogostemonis* sekaligus juga menghambat perkembangan penyakitnya.

Efikasi formula tunggal minyak atsiri uji

Formula tunggal minyak cengkeh, eukaliptus, mimba, dan seraiwangi dapat menekan kejadian penyakit budok pada nilam, tetapi efikasinya masih lebih rendah jika dibandingkan dengan fungisida sintetik benomil dan bubur bordo (Gambar 2).



Gambar 2. Efikasi formula tunggal minyak cengkeh, eukaliptus, mimba, dan seraiwangi, fungisida benomil dan bubur bordo terhadap penyakit budok pada nilam (6 bulan setelah tanam).

Figure 2. Efficacy of single formula of clove, eucalyptus, citronella, neem oil, fungicides of benomyl and bourdeaux mixture against budok disease of patchouli plants (6 months after planting).

Efikasi dari formula minyak atsiri yang diuji bervariasi tergantung dari jenisnya. Minyak mimba paling efektif (58,30 %) dibandingkan dengan seraiwangi (33,30 %), cengkeh (26,65 %), dan eukaliptus (8,30 %). Sementara efikasi fungisida benomil dan bubur bordo mencapai 100 %. Minyak cengkeh, mimba, dan seraiwangi cukup berpotensi dikembangkan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan penyakit budok pada nilam, walaupun efikasinya masih perlu ditingkatkan.

Pertumbuhan nilam

Perlakuan formula tunggal minyak atsiri, fungisida benomil, dan bubur bordo mempunyai pengaruh yang bervariasi terhadap pertumbuhan tanaman nilam (Tabel 2). Tanaman yang disemprot dengan formula tunggal minyak eukaliptus mempunyai tinggi tanaman, bobot segar dan kering terna yang normal seperti pada tanaman kontrol. Sebaliknya, tanaman yang disemprot dengan formula minyak cengkeh dan bubur bordo, menunjukkan tinggi tanaman, bobot segar dan kering terna yang lebih rendah dari pada tanaman kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi formula minyak eukaliptus tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman, sedang aplikasi formula minyak cengkeh dan bubur bordo agak menghambat pertumbuhan tanaman, meskipun konsentrasi minyak cengkeh yang diaplikasikan tidak bersifat fitotoksik. Konsentrasi bubur bordo agak bersifat fitotoksik yang ditandai dengan daun-daun nilam yang menguning. Fitotoksisitas dari bubur bordo diduga karena larutannya membentuk endapan pada permukaan daun yang mungkin mengganggu proses fotosintesis sehingga menyebabkan daun-daun menjadi kuning.

Nilam yang disemprot dengan minyak mimba mempunyai tinggi tanaman dan bobot segar terna yang lebih rendah dari tanaman kontrol, walaupun mempunyai bobot kering terna yang tidak berbeda nyata dengan tanaman kontrol. Tanaman yang disemprot dengan minyak seraiwangi dan benomil mempunyai tinggi tanaman yang lebih rendah dari pada tanaman kontrol, tetapi mempunyai bobot segar dan kering terna yang tidak berbeda nyata dengan tanaman

kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi minyak mimba agak menghambat pertumbuhan tanaman, sedangkan aplikasi minyak seraiwangi dan benomil hanya menghambat pertumbuhan tinggi tanaman. Dari keempat jenis minyak atsiri yang diuji, minyak cengkeh menunjukkan daya hambat paling tinggi terhadap pertumbuhan nilam dibandingkan dengan minyak mimba dan seraiwangi. Aplikasi minyak eukaliptus tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman, bahkan cenderung menstimulasi pertumbuhan nilam.

Mimba telah banyak diteliti dan digunakan sebagai sumber bahan pestisida nabati dengan komponen utama azadirachtin yang mempunyai aktivitas biologi sebagai imunomodulator, anti-infeksi, antimalaria, antivirus, antioksidan, antimutagenik dan antikarsinogenik (Khater 2012). Azadirachtin juga bersifat insektisidal, bakterisidal, dan fungisidal yang juga berspektrum luas terhadap berbagai jenis OPT (Dayan 2009). Senyawa azadirachtin, ekstrak dan minyak biji mimba, serta produk mimba lainnya telah dinyatakan aman sebagai insektisida pada produk biji-bijian yang disimpan untuk dikonsumsi (Khater 2012). Senyawa azadirachtin bersifat sistemik sehingga meningkatkan efikasi dan persistensinya di lapangan jika digunakan sebagai pestisida (Khater 2012). Senyawa tersebut juga

mudah terdegradasi oleh sinar matahari dan tidak meninggalkan residu. Azadirachtin tidak menyebabkan iritasi pada kulit tikus dan kelinci; tidak beracun terhadap mamalia, ikan, musuh alami, serangga polinator, burung dan kehidupan liar lainnya, serta organisme yang hidup di perairan. Senyawa tersebut juga tidak berbahaya terhadap serangga bukan sasaran seperti lebah madu, laba-laba, dan kupu-kupu serta tidak terakumulasi di dalam tanah, tidak bersifat fitotoksik, dan tidak berefek pada air dan air tanah (Khater 2012).

Minyak seraiwangi juga mempunyai aktivitas biologi yang berspektrum luas terhadap berbagai jenis mikroorganisme (Burt 2004; Dayan 2009; Nakahara *et al.* 2013). Komponen utama dari minyak seraiwangi yang mempunyai aktivitas biosida adalah sitronela, sitronelol, linalool, geraniol, tran sitral, geraniol asetat (Nakahara *et al.* 2013). Minyak seraiwangi pada umumnya digunakan sebagai penolak (*attractant*) dan penarik (*repellents*) serangga seperti nyamuk dan lalat (Dayan 2009). Minyak seraiwangi juga terbukti efektif terhadap cendawan patogen tanaman seperti *Fusarium oxysporium* f. sp. *vanillae* (penyebab busuk pangkal batang pada vanili), *Colletotricum musae* (penyebab antraknose pada pisang), *Lasiodiplodia theobromae* dan *Phomopsis azadirachtae*, penyebab *die back* pada tanaman

Tabel 2. Tinggi tanaman, bobot segar dan kering terna nilam setelah disemprot dengan formula tunggal minyak cengkeh, eukaliptus, mimba, dan seraiwangi, fungisida benomil dan bubur bordo, dan air.

Table 2. Plant height, fresh and dry weight of plant biomass sprayed with single formula of clove, eucalyptus, neem, and citronella oil, fungicides of benomyl and bourdeaux mixture, and water.

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Bobot segar (g)	Bobot kering (g)
Kontrol (air)	67,4 a	502,98 a	113,98 a
Minyak cengkeh	52,0 c	352,55 ab	97,24 ab
Minyak eukaliptus	74,4 a	585,50 a	170,35 a
Minyak mimba	61,2 abc	344,11 ab	104,86 a
Minyak seraiwangi	66,1 ab	515,69 a	143,89 a
Benomil	65,1 ab	504,66 a	150,43 a
Bubur Bordo	55,2 bc	105,79 b	26,08 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Duncan's Multiple Range pada α 5%

Note : Numbers followed by the same letter in the same column were not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test at α 5%

mimba (Prasad *et al.* 2010). Minyak seraiwangi juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen manusia seperti *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus subtilis*, dan *Staphylococcus aureus* (Burt 2004), cendawan *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Eurotium* (Nakahara *et al.* 2013),

Minyak cengkeh dikenal mempunyai aktivitas sebagai antibakteri, anticendawan, antivirus, antiinflamasi, antisisitotoksik, dan antitumor, sehingga minyak cengkeh juga sering digunakan sebagai pestisida nabati (Chaieb *et al.* 2007; Shapiro 2012). Minyak cengkeh dan senyawa aktifnya eugenol dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan cendawan *Phomopsis azadirachtae*, penyebab penyakit *die back* pada mimba (Prasad *et al.* 2010), *Fusarium oxysporium*, penyebab busuk pangkal batang vanili (Tombe *et al.* 1994), *Phytophthora* sp. (penyebab busuk pangkal batang lada), *Rigidoporus* sp., dan *Sclerotium* sp. (Nakahara *et al.* 1994), serta cendawan *Alternaria alternata*, *Fusarium chlamydosporum*, *Helminthosporium oryzae* dan *Rhizoctonia bataticola* (Beg dan Ahmad 2002).

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa minyak eukaliptus kurang efektif terhadap penyakit budok (*S. pogostemonis*) pada nilam. Minyak eukaliptus juga dilaporkan kurang efektif baik terhadap bakteri gram positif maupun gram negatif seperti *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocitogenes*, *Enterococcus durans*, *Salmonella typhi*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Bacillus subtilis* (Akin *et al.* 2010). Namun minyak tersebut mempunyai aktivitas biologi terhadap beberapa jenis mikroba perusak makanan (Tarasum *et al.* 2014; Tyagi dan Malik 2011).

Minyak atsiri mengandung berbagai jenis senyawa komponen, sehingga aktivitasnya terhadap mikroba tidak bersifat spesifik (Bakkali *et al.* 2008). Aktivitas minyak atsiri terhadap mikroba secara umum dapat berupa (1) meracuni dinding sel, menghambat proses biokimia, menyebabkan sitoplasma menggumpal dan sel menjadi lisis (*cytotoxicity*), (2) membentuk senyawa tertentu yang bersifat racun jika terekspos cahaya secara langsung (*phototoxicity*), (3) menyebabkan mutasi gen di dalam nucleus (*nuclear mutagenicity*), (4)

menyebabkan mutasi sitoplasma sehingga mitokondria menjadi tidak berfungsi dan kehilangan DNA-nya (*cytoplasmic mutagenicity*) dan (5) pemicu kanker (*carcinogenicity*) (Hyldgaard *et al.* 2012; Joshi *et al.* 2011; dan Reichling *et al.* 2009).

Aktivitas minyak cengkeh, eukaliptus, mimba, dan seraiwangi khususnya terhadap cendawan *S. pogostemonis* belum pernah diteliti dan dilaporkan mekanismenya. Aktivitas minyak atsiri lainnya terhadap mikroorganisme pada umumnya merusak membran sel dan mempengaruhi permeabilitas membran sitoplasma sehingga mengganggu proses metabolisme sel dan sitoplasma, menghambat respirasi sel, dan mengganggu proses transportasi ion (Reichling *et al.* 2009 dan Hyldgaard *et al.* 2012). Aktivitas minyak cengkeh terhadap cendawan *Candida* sp. adalah merusak membran sel dan menghambat perkecambahan tunas yang sangat berpengaruh terhadap sifat patogenisitasnya (Pinto *et al.* 2009).

KESIMPULAN

Dari ke empat jenis minyak atsiri yang diuji efikasinya terhadap penyakit budok pada nilam, minyak mimba paling efektif (58,30 %) dibandingkan dengan seraiwangi (33,30 %), cengkeh (26,65 %), dan eukaliptus (8,3 %). Minyak cengkeh, eukaliptus, mimba dan seraiwangi tidak bersifat fitotoksik, walaupun minyak cengkeh dan mimba agak menghambat pertumbuhan nilam. Minyak cengkeh, mimba, dan seraiwangi berpotensi untuk dikembangkan sebagai fungisida nabati untuk mengendalikan penyakit budok pada nilam, tetapi efikasinya masih perlu ditingkatkan dengan membuat formula campuran dari minyak atsiri tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua teknisi litkayasa, petugas rumah kaca dan lapangan dari Kelompok Peneliti Proteksi yang telah membantu dalam menyiapkan benih nilam dan minyak atsiri serta membantu melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, W.S. (1925) A method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18 (2), The Oxford University Press, 265-267.
- Akin, M., Aktumsek, A. & Nostro, A. (2010) Antibacterial Activity and Composition of the Essential Oils of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. and *Myrtus communis* L. Growing in Northern Cyprus. *African Journal of Biotechnology*. 9 (4), 531-535.
- Arshad, Z., Hanif, M.A., Qadri, R.W.K. & Khan, M.M. (2014) Role of Essential Oils in Plant Diseases Protection: A Review. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*. 6, 11-17.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. & Idaomar, M. (2008a) Biological Effects of Essential Oils-a Review. *Food Chemical Toxicology*. 46 (2), 446-475. doi:10.1016/j.fct.2007.09.106.
- Bansod, S. & Rai, M. (2008) Antifungal Activity of Essential Oils from Indian Medicinal Plants Against Human Pathogenic *Aspergillus fumigatus* and *A. niger*. *World Journal of Medical Sciences*. 3 (2), 81-88.
- Beg, A.Z. & Ahmad, I. (2002) *In Vitro* Fungitoxicity of the Essential Oil of *Syzygium aromaticum*. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. 18, 313-314.
- Burt, S. (2004) Essential Oils: Their Antibacterial Properties and Potential Applications in Foods-a Review. *International Journal of Food Microbiology*. 94 (3), 223-253.
- Chaieb, K., Hajlaoui, H., Zmantar, T., Kahla-Nakbi, A.B., Rouabhia, M., Mahdouani, K. & Bakhrouf, A. (2007) The Chemical Composition and Biological Activity of Clove Essential Oil, *Eugenia Caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L. *Myrtaceae*): A short review. *Phytotherapy Research*. 21 (6), pp. 501-506. doi:10.1002/ptr.2124.
- Dayan, F.E. (2009) Bioorganic & Medicinal Chemistry Natural Products in Crop Protection. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 17 (12), Elsevier Ltd, 4022-4034. doi:10.1016/j.bmc.2009.01.046.
- Dubey, N.K., Shukla, R., Kumar, A., Singh, P. & Prakash, B. (2010) Prospects of Botanical Pesticides in Sustainable Agriculture. *Current Science*. 98 (4), 479-480.
- Dubey, N.K., Srivastava, B. & Kumar, A. (2008) Current Status of Plant Products as Botanical Pesticides in Storage Pest Management. *Journal of Biopesticides*. 1 (2), 182-186.
- Fishburn, A.G. (2013) An Introduction to Pharmaceutical Formulation: The Commonwealth and International Library: *Pharmacy and Pharmaceutical Chemistry*. Elsevier.
- Fu, Y., Zu, Y., Chen, L., Shi, X., Wang, Z., Sun, S. & Efferth, T. (2007) Antimicrobial Activity of Clove and Rosemary Essential Oils Alone and In Combination. *Phytotherapy Research*. 21 (10), Wiley Online Library, 989-994.
- Hartati, S.Y. (2012) Prospek Pengembangan Minyak Atsiri sebagai Pestisida Nabati. *Jurnal Perspektif*. 11 (1), 45-58.
- Hyldgaard, M., Mygind, T. & Meyer, R.L. (2012) Essential Oils in Food Preservation: Mode of Action, Synergies, and Interactions With Food Matrix Components. *Frontiers in Microbiology*. 3, Frontiers Media SA.
- Isman, M.B. (2000) Plant Essential Oils for Pest and Disease Management. In: *Crop Protection*. 19 (8-10), pp. 603-608. doi:10.1016/S0261-2194(00)00079-X.
- Joshi, V.K., Sharma, R. & Kumar, V. (2011) Antimicrobial Activity of Essential Oils: A Review. *Int. J. Fd. Ferm. Technol.* 1 (2), 161-172.
- Khater, H.F. (2012) Prospects of Botanical Biopesticides in Insect Pest Management. *Pharmacologia*. 3 (12), 641-656.
- Kongkaew, C., Sakunrag, I., Chaiyakunapruk, N. & Tawatsin, A. (2011) Effectiveness of Citronella Preparations in Preventing Mosquito Bites: Systematic Review of Controlled Laboratory Experimental Studies. *Tropical Medicine & International Health*. 16 (7), Wiley Online Library, 802-810.

- Koul, O., Walia, S. & Dhaliwal, G.S. (2008) Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints. *Biopesticides International*. 4 (1), 63-84.
- Lee, S.-O., Choi, G.-J., Jang, K.-S., Lim, H.-K., Cho, K.-Y. & Kim, J.-C. (2007) Antifungal Activity of Five Plant Essential Oils as Fumigant Against Postharvest and Soilborne Plant Pathogenic Fungi. *The Plant Pathology Journal*. 23 (2), Korean Society of Plant Pathology, 97-102.
- Manohara, D., Wahyuno, D. & Soekamto (no date) No Title. In: *Pengaruh Tepung dan Minyak Cengkeh terhadap Phytophthora, Rigidoporus, dan Sclerotium*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balittro, hlm. 19-27.
- Manohara, D., Wahyuno, D. & Sukamto (1994) Pengaruh Tepung dan Minyak Cengkeh terhadap *Phytophthora*, *Rigidoporus*, dan *Sclerotium*. In: *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati, Bogor*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balittro. hlm. 19-27.
- Nakahara, K., Alzoreky, N.S., Yoshihashi, T., Nguyen, H.T.T. & Trakoontivakorn, G. (2013) Chemical Composition and Antifungal Activity of Essential Oil From *Cymbopogon nardus* (Citronella grass). *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ*. 37 (4), Japan International Research Center for Agricultural Sciences, 249-252.
- Pinto, E., Vale-Silva, L., Cavaleiro, C. & Salgueiro, L. (2009) Antifungal Activity of the Clove Essential Oil From *Syzygium aromaticum* on *Candida*, *Aspergillus* and *Dermatophyte* Species. *Journal of Medical Microbiology*. 58 (11), Microbiology Society, 1454-1462.
- Prasad, M.N.N., Bhat, S.S. & Sreenivasa, M.Y. (2010) Antifungal Activity of Essential Oils Against *Phomopsis azadirachtae* the Causative Agent of Die-back Disease of Neem. *Journal of Agricultural Technology*. 6 (1), 127-133.
- Reichling, J., Schnitzler, P., Suschke, U. & Saller, R. (2009) Essential Oils of Aromatic Plants With Antibacterial, Antifungal, Antiviral, and Cytotoxic Properties—an Overview. *Forschende Komplementärmedizin/ Research in Complementary Medicine*. 16 (2), 79-90.
- Rosman, R. (2011) Pola Tanam Nilam. *Bunga Rampai Nilam. Status Teknologi Hasil Penelitian Nilam*. Balittro. hlm. 27-39.
- Shapiro, R.S. (2012) Prevention of Vector Transmitted Diseases With Clove Oil Insect Repellent. *Journal of Pediatric Nursing*. 27 (4), Elsevier Inc., 346-349. doi:10.1016/j.pedn.2011.03.011.
- Sukamto (2007) Penyakit Utama pada Tanaman Nilam dan pengendaliannya. In: *Pros. Sem. Nas. dan Pameran Perkembangan Tanaman Obat dan Aromatik. Bogor*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, hlm. 671-700.
- Syakir, M., Supriadi & Wahyuno, D. (2008) Perkembangan Teknologi Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada Tanaman Jahe dan Nilam. In: *Prosiding Seminar Nasional. Pengendalian Terpadu OPT Jahe dan Nilam*. hlm. 15-30.
- Tarranum, A., Malhotra, U.R., Ghildiyal, A. & Chandola, P. (2014) *Eucalyptus globulus*, *Rosmarinus officinalis*, Essential Oils Against Some Bacterial and Fungal Strains. *cta. J. Biosci.* 2, 49-52.
- Tasma, I.M. & Wahid, P. (1988) Pengaruh Mulsa dan Pemupukan terhadap Pertumbuhan dan Hasil Nilam. *Pember. Penelitian Tanaman*. 15 (1-2), 34-41.
- Tombe, M., Nurawan, A. & Sukamto (1994) Penelitian Penggunaan Daun Cengkeh dalam Pengendalian Penyakit Busuk Batang Panili. In: *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati, Bogor*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balittro. Bogor, hlm. 28-36.
- Tyagi, A.K. & Malik, A. (2011) Antimicrobial Potential and Chemical Composition of *Eucalyptus globulus* Oil in Liquid and Vapour Phase Against Food Spoilage Microorganisms. *Food Chemistry*. 126 (1), 228-235.

- Upadhyay, R.K., Dwivedi, P. & Ahmad, S. (2010) Screening of Antibacterial Activity of Six Plant Essential Oils Against Pathogenic Bacterial Strains. *Asian J. Med. Sci.* 2 (3), 132-136.
- Wahyuno, D. (2010a) Pengelolaan Perbenihan Nilam Untuk Mencegah Penyebaran Penyakit Budok (*Synchytrium pogostemonis*). *Perspektif*. 9 (1), 1-11.
- Wahyuno, D. (2010b) The Life Cycle of *Synchytrium pogostemonis* on *Pogostemon cablin*. *Microbiology Indonesia*. 4 (3), 127-131.
- Wahyuno, D., Hartati, S.Y., Djiwanti, S.R., Noveriza, R. & Sukanto (2011a) Penyakit Penting pada Tanaman Nilam dan Usaha Pengendaliannya. In: *Bunga Rampai Nilam*. Badan Litbang Pertanian, Puslitbangbun, Balitro, hlm. 66-110.
- Wahyuno, D., Hartati, S.Y., Djiwanti, S.R., Noveriza, R. & Sukanto (2011b) Penyakit Penting pada Tanaman Nilam dan Usaha Pengendaliannya. In: *Bunga Rampai Inovasi Tanaman Atsiri Indonesia*. Badan Litbang Pertanian, Puslitbangbun, Balitro, hlm. 66-110.
- Wahyuno, D. & Sukanto (2010a) Ketahanan *Pogostemon cablin* dan *Pogostemon heyneanus* terhadap *Synchytrium pogostemonis*. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 16 (3), 91-97.
- Wahyuno, D. & Sukanto (2010b) Ketahanan *Pogostemon cablin* dan *Pogostemon heyneanus* terhadap *Synchytrium pogostemonis*. *J. Pen. Tan. Industri*. 16, 91-97.
- Wahyuno, D., Sukanto, Manohara, D., Kusnanta, A., Sumardiyono, C. & Hartono, S. (2007) *Synchytrium a Potential Threat of Patchouli in Indonesia*. In: *Proceeding International Seminar on Essential Oil*. Jakarta. DAI-IPB, pp. 92-99.
- Yoshi (1987) Antibacterial Properties of Plant Essential Oils. *International Journal of Food Microbiology*. 5 (2), Elsevier, 165-180.

PESTISIDA NABATI MINYAK KAYUMANIS DAN SERAIWANGI UNTUK PENGENDALIAN HAMA PENGGULUNG DAUN NILAM *Pachyzancla stultalis*

Botanical Pesticide of Cinnamon and Citronella Oils to Control Leaf Roller Pachyzancla stultalis on Patchouli

Herwita Idris dan Nurmansyah

Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Laing Solok
Jalan Kapten Bahar Hamid Solok.

INFO ARTIKEL

Article history:

Diterima : 21 November 2017

Direvisi : 24 November 2017

Disetujui : 31 Januari 2018

Kata kunci:

Cinnamomum burmanii; *Cymbopogon nardus*; *Pogostemon cablin*; *Pachyzancla stultalis*; pestisida nabati

Key words:

Cinnamomum burmanii; *Cymbopogon nardus*; *Pogostemon cablin*; *Pachyzancla stultalis*; botanical pesticide

ABSTRAK/ABSTRACT

Pestisida nabati merupakan salahsatu alternatif untuk mengendalikan hama yang relatif aman untuk lingkungan. Formula pestisida nabati dari minyak kayumanis dan seraiwangi merupakan salahsatu alternatif untuk mengendalikan serangan hama penggulung daun nilam *Pachyzancla stultalis* agar produktivitas nilam Indonesia tidak terus menurun. Penelitian ini bertujuan untuk mencari formula insektisida nabati terbaik berbahan baku minyak kayumanis dan minyak seraiwangi untuk mengendalikan serangan hama penggulung daun *P. stultalis* pada tanaman nilam tanpa menurunkan mutu minyak nilam. Penelitian dilakukan di kebun petani nilam di Kabupaten Solok, Kenagarian Gantung Ciri sejak Januari sampai Oktober 2013. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan empat perlakuan yaitu Pesnab KM 40 yang berbahan baku kayumanis 40 %, Pesnab SW 50 yang berbahan baku seraiwangi 50 %, insektisida sintesis deltametrin 25 EC dan kontrol tanpa pestisida, diulang enam kali. Nilam yang diuji adalah varietas Sidikalang umur satu bulan dalam polibag. Pestisida nabati KM 40 efektif menanggulangi serangan larva hama penggulung daun nilam *P. stultalis* lebih baik dibandingkan kontrol dan pestisida nabati SW 50, namun tidak berbeda nyata dengan pestisida sintesis. Bobot terna, rendemen, kadar minyak dan kandungan patchouli alkohol (PA) nilam pada perlakuan Pesnab KM 40 tidak berbeda nyata dengan pestisida sintesis, tetapi lebih tinggi dibandingkan kontrol. Komponen penyusun minyak nilam seperti *alfa pinene*, *beta pinene*, *limonen*, *copaene*, *karyophylen*, *guanen*, *allo-aromadrene* dan *gurjunen* tidak berbeda nyata antara perlakuan dan kontrol. Pestisida nabati berbahan baku minyak kayumanis dapat dijadikan alternatif untuk menggantikan penggunaan pestisida sintesis dalam menanggulangi serangan larva hama penggulung daun nilam *P. stultalis*.

Botanical pesticide is one of the alternatives to control pest and relatively safe for the environment. Cinnamon oil and citronella oil commonly used as botanical pesticide to control leaf roller Pachyzancla stultalis attack on patchouli, hence maintaining patchouli productivity. This study aimed to find the best botanical insecticide formula made of cinnamon oil and citronella oil to control leaf roller attack without decreasing the quality of patchouli oil. Research was conducted in patchouli farmer's plantation in Solok Regency, Kenagarian Gantung Ciri from January to October 2013. The research was arranged in Randomized Block Design with four treatments (Pesnab KM 40, Pesnab SW 50, synthetic insecticide deltamethrin 25 EC and without pesticide as control) repeated six times. Botanical pesticide, Pesnab KM 40 and SW 50, were formulated using 40 % cinnamon oil (KM 40) and 50 % citronella oil (SW 50). The plant tested was one month old Sidikalang variety in polybags. The KM 40 botanical pesticide formula was more effective to control P. stultalis larvae pest than control and SW 50 botanical pesti-

* Alamat Korespondensi : idrisherwita@yahoo.co.id

DOI : <http://dx.doi.org/10.21082/bullitro.v28n2.2017.163-170>

0215-0824/2527-4414 @ 2017 Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. All rights reserved.

This is an open access article under the CC BY-NC-SA license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>)

Accreditation Number : 778/Akred/P2MI-LIPI/08/2017

cide, and as effective as synthetic pesticide. The herb yield, oil yield, oil content and patchouli alcohol (PA) content of KM 40 treatment were not significantly different compared to synthetic pesticide, but higher than control. Patchouli oil components such as alpha pinene, beta pinene, limonene, copaene, karyophyllen, guanen, alloxan, and geranyl acetate, was not significantly different among treatments. Botanical pesticides made from cinnamon oil can be used as alternative to control *P. stultalis* larvae attack in patchouli.

PENDAHULUAN

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) merupakan salah satu komoditas andalan penghasil minyak atsiri (*patchouli oil*) yang bernilai ekonomi tinggi karena diperlukan untuk bahan fixatif dalam industri parfum dan kosmetik serta bahan baku dalam industri antiseptik, dan insektisida. Parfum yang dicampur minyak dengan komponen utama patchouli alkohol ($C_{15}H_{26}$) (PA) aroma harumnya akan bertahan lebih lama. Mutu minyak nilam Indonesia merupakan salahsatu yang terbaik dan Indonesia menguasai 80-90 % pangsa pasar dunia minya nilam.

Salah satu kendala dalam budidaya tanaman nilam di Indonesia adalah gangguan serangga hama *Pachyzancla stultalis* (Lepidoptera: Pyralidae), yang dikenal dengan ulat penggulung daun (Mathew 2006). *P. stultalis* termasuk serangga fitopagus dengan metamorfosis sempurna. Stadium imago berupa kupu-kupu dengan warna putih kecoklatan, pada sayap terdapat garis berwarna hitam kecoklatan. Stadium telur berbentuk bulat, warna putih kekuningan, diletakkan secara berkelompok (satu kelompok terdiri dari 10-30 butir). Stadium larva tipe *erisiform* atau *polypod*, berlangsung selama beberapa hari, pupa tipe obstek (Adria *et al.* 1990; Borror *et al.* 1991). Hama ini diprediksi dapat menurunkan produktivitas tanaman nilam lebih dari 25 %, karena mengganggu proses fisiologis sehingga pertumbuhan tanaman tidak optimal. Oleh karena itu, agar produktivitas nilam Indonesia tidak terus menurun, diperlukan cara untuk mengatasi gangguan serangga hama ini, salah satunya adalah dengan menggunakan pestisida nabati.

Kayumanis (*Cinnamomum burmanii*) termasuk tanaman yang potensial untuk dikembangkan sebagai sumber bahan baku industri pestisida nabati, karena mengandung berbagai

komponen yang bersifat toksik terhadap serangga diantaranya sebagai *anti-feedant* (mempengaruhi makan dari serangga) dan antihormonal (terganggunya pembentukan hormon). Minyak kayumanis mempunyai kandungan utama senyawa sinamaldehyd (Wee dan Ho 2003).

Nurmansyah (2006) menyatakan minyak atsiri yang berasal dari limbah kayumanis terbukti dapat mengendalikan jamur patogen tanaman seperti *Fusarium oxysporum f sp vanillae* penyebab penyakit busuk batang panili, dan *F. oxysporum f sp zingiberi* penyebab busuk rimpang jahe serta *Phytophthora capsici* penyebab busuk pangkal batang tanaman lada.

Selain kayumanis, seraiwangi juga potensial digunakan sebagai pestisida nabati karena mengandung metil heptanon yang bersifat repelan terhadap serangga (Soetrisno 1972), bersifat insektisidal terhadap lalat rumah (Samarasekera *et al.* 2006) dan dapat digunakan untuk mengendalikan hama pengisap buah kakao *Helopeltis antonii* (Nurmansyah 2011).

Menurut Regnault-Roger dan Hamraoui (1993) kandungan sitronelal dari minyak seraiwangi bersifat racun dan mengurangi kemampuan reproduksi serangga. Setiawati *et al.* (2008) juga menyatakan bahwa senyawa sitronelal merupakan racun kontak dan menyebabkan dehidrasi, sehingga serangga akan kehilangan cairan dan mati.

Idris (2014a) telah melakukan penelitian untuk mengendalikan serangan *P. stultalis* pada tanaman nilam menggunakan formula insektisida nabati minyak kayumanis KM 22 dan minyak seraiwangi SW 22 tetapi hasilnya belum memuaskan karena tingkat kematian larva hanya mencapai 55,70 dan 49,36 % dengan intensitas serangan yang masih tinggi yaitu 39,80 dan 42,50 %. Oleh karena itu, dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mencari formula insektisida nabati

minyak kayumanis dan minyak seraiwangi terbaik yang efektif mengontrol serangan hama penggulung daun *P. stultalis* tanpa menurunkan mutu minyak nilam.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di kebun petani Kabupaten Solok, Kenagarian Gantung Ciri sejak Januari sampai Oktober 2013 dengan menggunakan benih nilam varietas Sidikalang yang berumur satu bulan yang ditanam dalam polibag. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan empat perlakuan dan enam ulangan. Perlakuan formula yang diuji yaitu Pesnab KM 40 (mengandung 40 % minyak kayumanis) dan Pesnab SW 50 (mengandung 50 % minyak seraiwangi), insektisida sintetik (Deltametrin 25EC konsentrasi sesuai anjuran) sebagai pembanding dan kontrol (tanpa insektisida). Metode pembuatan formula mengacu pada Asman *et al.* (1999) serta Wang dan Liu (2007).

Benih nilam dalam polibag disusun pada plot berukuran 5 m x 6 m. Jumlah tanaman per plot sebanyak 24 tanaman dengan jarak tanam 0,8 m x 1 m. Pupuk dasar N, P dan K diberikan sebelum penanaman dengan dosis 20 g Urea, 20 g SP-36 dan 15 g KCl per lubang tanam. Penyulaman dilakukan apabila terdapat tanaman yang mati sampai 15 hari setelah tanam. Penyiangan gulma dilakukan setiap bulan.

Aplikasi pestisida nabati dilakukan melalui penyemprotan pada seluruh bagian tanaman dengan konsentrasi 20 ml.l⁻¹ air. Aplikasi dilakukan sebanyak tiga kali dengan interval satu kali setiap tiga minggu. Aplikasi pertama dilakukan pada bulan ke 2 setelah tanam ketika terlihat adanya serangan hama penggulung daun.

Pengamatan dilakukan setiap minggu, satu hari setelah aplikasi penyemprotan pada 10 tanaman sampel yang diambil secara diagonal. Parameter yang diamati adalah kepadatan populasi larva (populasi serangga setiap gulungan daun), daya efikasi dan intensitas serangan. Rumus yang digunakan untuk menghitung intensitas serangan mengacu pada Natawigena (1988) yaitu:

$$P = \frac{\sum (n \times v)}{ZN} \times 100\%$$

Keterangan/Note:

- P = Intensitas serangan/intensity of insect attack.
- n = Jumlah daun yang terserang/number of insect-attacked leaf.
- v = Nilai skala tiap kategori serangan/scale of category attack.
- Z = Nilai skala kategori serangan tertinggi/the highest scale of category attack.
- N = Jumlah daun yang diamati/ number of observed leaf.

Nilai skala dari kategori serangan/scale of category attack :

- 0 : Tidak ada serangan/no attack.
- 1 : Terdapat serangan dengan luas <25 % dari bagian tanaman yang diamati/<25 % insect attack of observed plant.
- 2 : Terdapat serangan dengan luas 25-<50 % dari bagian tanaman yang diamati/25-< 50% insect attack of observed plant.
- 3 : Terdapat serangan dengan luas 50-<75 % dari bagian tanaman yang diamati/50-<75 % insect attack of observed plant.
- 4 : Terdapat serangan dengan luas ≥75 % dari bagian tanaman yang diamati/≥75 % insect attack of observed plant.

Nilai efikasi insektisida dihitung menggunakan rumus Abbott (Rohimatus dan Laba 2013):

$$EI = \frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100\%$$

Keterangan/Note:

- EI = efikasi insektisida yang diuji (%) /insecticide efficacy (%).
- Ca = populasi penggulung daun atau intensitas serangan pada petak kontrol setelah aplikasi/ population of leaf roller insect in control plot after insecticide application.
- Ta = populasi penggulung daun atau intensitas serangan pada petak perlakuan setelah aplikasi/ population of leaf roller insect in treatment plot after insecticide application

Parameter produksi nilam yang diamati adalah bobot terna, rendemen minyak, kadar minyak dan kandungan patchouli alkohol (PA) (diukur menggunakan metoda Gas Chromatografi). Data yang diperoleh diuji secara statistik menggunakan analisa sidik ragam (ANOVA) dan diuji lebih lanjut dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 5% apabila terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi dan intensitas serangan

Penekanan populasi *P. stultalis* pada perlakuan KM 40 dan SW 50 dibanding kontrol mulai terlihat setelah aplikasi pertama masing-masing yaitu 62,69 dan 58,44 %, sedangkan pada penggunaan insektisida sintetis (Deltametrin 25EC) penekanan mencapai 69,76 % (Tabel 1).

Setelah aplikasi ke dua dan ke tiga, perlakuan KM 40 secara statistik memperlihatkan efektifitas yang lebih baik dibanding perlakuan SW 50 walaupun tidak berbeda nyata dengan insektisida sintetis, dengan tingkat efikasi masing-masing berkisar antara 84,09-92,77 %; 72,43-84,38 % dan 89,83-94,00 %. Walaupun tingkat efikasi belum maksimal, tetapi terjadi peningkatan dibanding penelitian sebelumnya yang memakai pestisida nabati KM 22 dan SW 22 (Idris 2014a). Minyak kayumanis memiliki sifat insektisidal yang mampu mempengaruhi aspek biologis serangga *Aspidomorpha milliaris* (Idris 2014b). Konsentrasi minyak kayumanis 12 ml.l⁻¹ dapat menyebabkan kematian p larva instar III, IV, V, VI berturut-turut 48,47; 49,16; 30,03 dan 28,47 %. Selain itu, juga mampu meningkatkan kematian imago 6,78 %, menekan persentase eksklusi telur 16,11 %, emergensi pupa

4,36 %, menekan volume makan larva dan imago, mempengaruhi masa prereproduktif dan tingkat fekunditi imago serta memperpanjang siklus hidup. Abramson *et al.* (2006) melaporkan tingkat konsentrasi pestisida nabati minyak seraiwangi 1-7 % mampu membunuh serangga hama aphids *Hyadaphis foeniculi* sebesar 81,15-98,06 %. Minyak seraiwangi dan fraksi sitronellal hasil uji *in vitro* bersifat repellent pada konsentrasi rendah dan insektisidal pada konsentrasi tinggi, pada konsentrasi 4.000 ppm mampu membunuh serangga hama pengisap buah kakao *Helopeltis antonii* (Nurmansyah 2011).

Efektifitas suatu pestisida dalam menekan serangan hama ditentukan oleh komposisi formula. Ketepatan komposisi antara bahan aktif, pelarut dan pembasah akan memberikan pengaruh yang sangat baik terhadap efektifitas dan lama waktu penyimpanan formula (Cheung 1989 dalam Wardhana dan Wijaya 2015).

Menurut Wang dan Liu (2007), penetrasi pestisida ke dalam daun tanaman berhubungan dengan sifat fisikokimia bahan aktif, terutama ukuran molekul dan lipofilisitas. Namun, tingkat penyerapan senyawa tidak dapat diprediksi oleh salah satu dari keduanya atau bahkan kombinasi keduanya. Untuk bahan tertentu, serapan sangat bervariasi tergantung dari spesies tanaman.

Tabel 1. Populasi hama penggulung daun nilam.

Table 1. Population of patchouli leaf roller pest.

Perlakuan	Sebelum aplikasi	Populasi larva per tanaman		
		Aplikasi ke		
		I	II	III
Pesnab KM 40	4,32	3,33 bc	1,83 c	1,00 c
Efikasi insektisida %	-	(62,29)	(84,09)	(92,77)
Pesnab SW 50	4,42	3,67 b	3,17 b	2,16 b
Efikasi insektisida %	-	(58,44)	(72,43)	(84,38)
Sintetis (deltametrin)	4,18	2,67 c	1,17 c	0,83 c
Efikasi insektisida %	-	(69,76)	(89,83)	(94,00)
Kontrol (tanpa estisida)	4,58	8,83 a	11,50 a	13,83 a
Efikasi insektisida %	-	0,00	0,00	0,00
KK (%)		8,74	9,06	10,69

Keterangan /Note: Angka diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5 % DMRT/Number followed by the same letter in the same column were not significantly different at DMRT 5 %.

Data di transformasi dengan arc sin √ % /Data were transformed by arc sin √ %.

Pesnab KM 40 = Pestisida nabati kayumanis/botanical pesticide contained cinnamon oil 40 %.

Pesnab SW 50 = Pestisida nabati Seraiwangi/botanical pesticide contained citronella grass oil 50 %.

Efektifitas pestisida nabati kayumanis dan seraiwangi masih dapat ditingkatkan melalui peningkatan kandungan bahan aktif seperti penambahan bahan aditif, mengganti pelarut dan meningkatkan konsentrasi masing-masing formula (Ferron 1978). Semakin banyak penetrasi pestisida ke dalam jaringan tanaman akan mempengaruhi selera makan serangga.

Intensitas serangan larva hama penggugur daun pada berbagai perlakuan terlihat bervariasi, paling tinggi pada kontrol sedangkan intensitas serangan paling rendah pada perlakuan insektisida sintetik deltametrin (Tabel 2). Diduga adanya senyawa *antifeedant* yang dikandung oleh pestisida nabati akan menghambat daya makan dan kemampuan reproduksi dari serangga (Schoonhoven 1982; Regnault-Roger and Hamraoui 1993).

Darwis dan Atmadja (2010) menyatakan bahwa pestisida nabati minyak kayumanis dengan konsentrasi 0,8 % lebih efektif daripada minyak seraiwangi untuk menanggulangi serangga *Helopeltis theivora* karena mampu mengakibatkan kematian 30 %, sedangkan minyak seraiwangi konsentrasi 1,6 % mengakibatkan kematian 43,3-46,7 %. Minyak seraiwangi dan kayumanis dengan konsentrasi masing-masing 0,50 % menyebabkan kematian *Trips palmi* 70,0 dan 65,0 % (Atmadja dan Ismanto 2011).

Produksi dan mutu minyak yang dihasilkan

Bobot terna yang dihasilkan dari perlakuan pestisida nabati dengan sintesis tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 2). Pola yang sama juga terjadi pada penggunaan pestisida nabati KM 22 dan SW 22 yang dilaporkan Idris (2014a), yaitu penggunaan minyak kayumanis dan seraiwangi mampu meningkatkan produksi terna sebesar 39,80 dan 42,50 %. Peningkatan komposisi formula akan menurunkan intensitas serangan dan meningkatkan daya efikasi sehingga akan meningkatkan hasil tanaman.

Intensitas serangan larva mempengaruhi bobot daun nilam. Intensitas serangan yang berat akan menurunkan bobot terna secara nyata, ditunjukkan oleh kontrol yang menghasilkan terna dengan bobot 9,75 kg.plot⁻¹, lebih rendah dari perlakuan Pesnab KM 40 (20,75 kg.plot⁻¹), Pesnab SW 50 (19,33 kg.plot⁻¹) dan insektisida sintesis (20,96 kg.plot⁻¹) (Tabel 2). Perlakuan penggunaan pestisida nabati dan pestisida sintesis dapat meningkatkan produksi terna dibanding kontrol berkisar 98,26-114,97 % (Tabel 2). Variasi intensitas serangan sangat dipengaruhi oleh aktivitas larva. Aktivitas larva pada perlakuan kontrol berjalan secara alamiah, sedangkan pada perlakuan lainnya dipengaruhi oleh bahan aktif

Tabel 2. Intensitas serangan larva *Pachyzancla stultalis* dan produksi terna tanaman nilam umur enam bulan pada beberapa perlakuan insektisida nabati.

Table 2. Intensity of larvae attack of *Pachyzancla stultalis* and patchouli production at six months after planting treated with several botanical insecticide.

Perlakuan	Intensitas serangan (%)		Bobot terna	
	Kisaran	Rataan	Kg.plot ⁻¹	Peningkatan (%)
Pesnab KM 40	21 – 23	21,83 c	20,75 a	112,82
Pesnab SW 50	25 – 26	25,83 b	19,33 a	98,26
Deltametrin	18 – 20	19,83 d	20,96 a	114,97
Kontrol (tanpa pestisida)	45 – 48	47,00 a	9,75 b	-
KK (%)		8,16	23,03	

Keterangan/ Note: Angka diikuti huruf yang sama tiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji 5 % DMRT/Number followed by the same letter in the same column were not significantly different at DMRT 5 %.

Data di transformasi dengan arc sin √ %/Data were transformed by arc sin √ %.

Pesnab KM 40 = Pestisida nabati kayumanis/botanical pesticide contained cinnamon oil 40 %.

Pesnab SW 50 = Pestisida nabati Seraiwangi/ botanical pesticide contained citronella grass oil 50 %.

dari insektisida yang cenderung menurunkan aktifitas biologi serangga.

Mutu minyak, yang ditunjukkan dengan rendemen, kadar minyak dan kandungan PA, pada kontrol cenderung lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 3). Kecenderungan rendahnya rendemen, kadar minyak dan kandungan PA pada kontrol disebabkan tingginya intensitas serangan. Intensitas serangan yang tinggi mengakibatkan banyak daun yang rusak dan hanya menyisakan ranting, sedangkan rendemen minyak dan kandungan PA pada ranting lebih rendah dari pada daun.

Hasil analisa kandungan PA pada penelitian ini masih memenuhi standar ekspor yaitu berkisar antara 30,71-34,36 %. Pada penelitian sebelumnya dilaporkan kandungan PA nilam dari

berbagai tempat di Indonesia berkisar antara 22,80-34,60 % (Wahid *et al.* (1986) dalam Anggraeni *et al.* 1998). Komponen penyusun minyak nilam seperti *alfa pinene*, *beta pinene*, *limonen*, *copaene*, *karyophylen*, *guanen*, *allo-aromadrene* dan *gurjunen* tidak berbeda antara perlakuan dan kontrol (Gambar 1). Pengendalian *P. stultalis* dengan memakai pestisida nabati tidak mempengaruhi komponen penyusun minyak nilam.

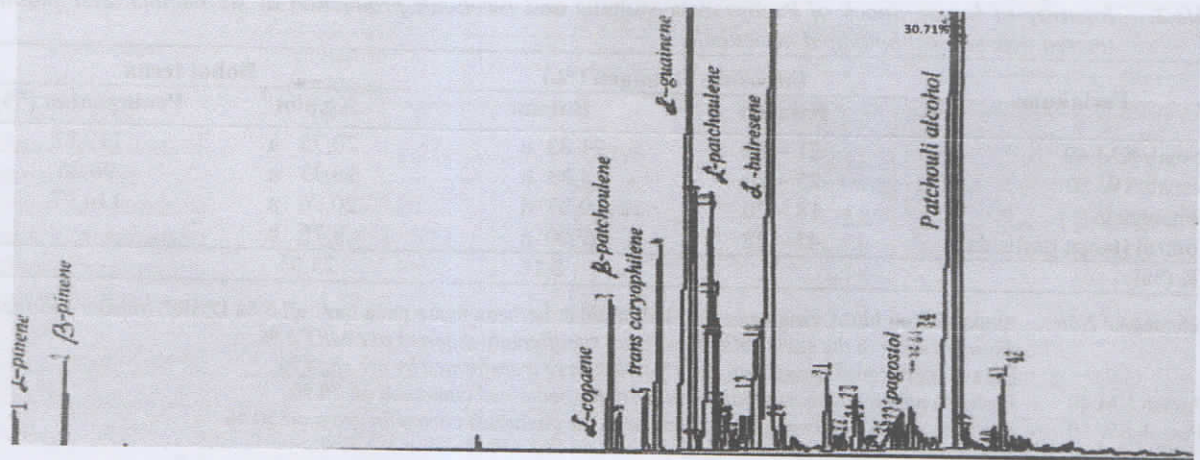
KESIMPULAN

Pestisida nabati berbahan baku minyak kayumanis (Pesnab KM 40) memiliki keefektifan yang lebih tinggi dibandingkan kontrol dan pestisida nabati berbahan baku minyak seraiwangi namun sama dengan pestisida sintetis dalam

Tabel 3. Rendemen dan kadar minyak atsiri, kadar air serta kandungan patchouli alkohol nilam pada berbagai perlakuan pestisida nabati.
Table 3. Essential oils yield and contents, water content and patchouli alcohol of treated-patchouli plants with various botanical pesticides application.

Perlakuan	Rendemen minyak (%)	Kadar air (%)	Kadar minyak (%)	Patchouli alkohol (PA) (%)
Pesnab KM 40	2,26	14	2,66	34,36
Pesnab SW 50	2,07	14	2,36	33,03
Deltametrin	2,10	14	2,34	34,39
Kontrol	2,02	15	2,29	30,71

Keterangan/ Note :
Pesnab KM 40 = Pestisida nabati kayumanis/botanical pesticide contained cinnamon oil 40%
PesnabSW 50= Pestisida nabati Seraiwangi/ botanical pesticide contained citronella grass oil 50%



Gambar 1. Komponen minyak nilam pada tanaman kontrol dengan intensitas serangan penggulung daun yang tertinggi.
Figure 1. Patchouli oils components from control plants with the highest leaf roller attack intensity.

THE EFFECT OF ESSENTIAL OIL FORMULAS ON MORTALITY AND OVIPOSITION DETERRENT OF *Helopeltis antonii*

Pengaruh Formula Minyak Atsiri terhadap Mortalitas dan Penghambatan Peneluran *Helopeltis antonii*

Tri Lestari Mardiningsih and Ma'mun

Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111

INFO ARTIKEL

Article history:

Diterima: 5 Desember 2017

Direvisi: 22 Desember 2017

Disetujui: 12 Januari 2018

Key words:

Helopeltis antonii; essential oils; mortality; oviposition deterrent

Kata kunci:

Helopeltis antonii; minyak atsiri; mortalitas; penghambatan peneluran

ABSTRACT/ABSTRAK

Citronella, clove and lemongrass oils are known to be toxic and repel certain pests. Mixing different essential oils (EOs) in the form of formula is expected to increase the insecticidal properties. The experiments aimed to examine the effect of EOs mixture formulas on mortality and oviposition deterrent of *Helopeltis antonii*. The study was conducted at the green house of Indonesian Spices and Medicinal Crops Research Institute. A mixture of two EOs citronella + clove (1:1), lemongrass + clove (1:1), individual EO formulas, and their inert solution (mixture of tween 80, turpentine, and teepol) were tested on *H. antonii* at 5 and 10 ml.l⁻¹ concentrations. Parameters observed were the number of eggs laid, mortality of adults and nymphs of *H. antonii*. The citronella + clove and lemongrass + clove formula at 10 ml.l⁻¹ deterred the oviposition of *H. antonii* by 60.18 % and 46.56 % respectively. These formulas also caused adults mortality at 79.17 % and 62.50 %, as well as the nymphs mortality at 87.50 % and 82.50 % respectively. The citronella + clove and lemongrass + clove formulas tested had the same effectiveness compared to the commercial citronella oil formula. Therefore, these two formulas were potential to be tested in field to control *H. antonii*.

Minyak seraiwangi, cengkeh, dan serai dapur bersifat toksik dan repelen terhadap hama tertentu. Pencampuran dua macam minyak atsiri (MA) dapat meningkatkan daya kerja sifat insektisidanya. Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh campuran MA terhadap penghambatan peneluran, mortalitas imago dan nimfa *Helopeltis antonii* telah dilakukan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Formula campuran dua macam minyak atsiri, yaitu minyak seraiwangi + cengkeh (1:1), minyak serai dapur + cengkeh (1:1), minyak atsiri tunggal, dan bahan penyusun (campuran tween 80, terpenin, dan teepol) diuji terhadap *H. antonii* pada konsentrasi 5 dan 10 ml.l⁻¹. Parameter yang diamati adalah jumlah telur yang diletakkan, mortalitas imago dan nimfa *H. antonii*. Formula seraiwangi + cengkeh dan serai dapur + cengkeh pada konsentrasi 10 ml.l⁻¹ menghambat peneluran *H. antonii* berturut-turut 60,18 % dan 46,56 %. Kedua formula tersebut juga menyebabkan mortalitas imago berturut-turut 79,17 % dan 62,50 %, dan mortalitas nimfa berturut-turut 87,50 % dan 82,50 %. Formula seraiwangi + cengkeh dan serai dapur + cengkeh yang diuji mempunyai efektivitas yang sama dengan formula seraiwangi komersial. Oleh karena itu, kedua formula tersebut berpotensi untuk diuji di lapang dalam mengendalikan *H. antonii*.

INTRODUCTION

Helopeltis antonii (Hemiptera: Miridae) is the most important pest of cashew. Damage caused

by *H. antonii* attack could reach 60 %. The loss will be higher if its attack followed by plant pathogen infection. Injures as a result of *H. antonii* punctures will simplify the infection of

* Alamat Korespondensi : tri_mardiningsih@yahoo.com

Pestalotiopsis sp. fungi (Karmawati and Mardiningsih 2005). However, the lack of food sources for the insects in the cashew plantation area during the dry season, would decrease and eliminate *H. antonii* population (Siswanto *et al.* 2008).

Aromatic plants produce many compounds which could repel insect or alter insect feeding behavior, growth and development, ecdysis (molting), behavior during mating and oviposition (Khater 2012). Essential oils (EOs) such as lemongrass, eucalyptus, rosemary, vetiver, clove, citronella, and thyme are known to have pest control properties (Koul *et al.* 2008). Citronella oil applied on chili reduced egg laying and hatchability of *Helicoverpa armigera* in the laboratory. Moreover, it also decreased fruit damaged and raised fruit quality in the field (Setiawati *et al.* 2011). Furthermore, the application of 5 ml.l⁻¹ citronella oil on black pepper plantation in Bangka could decrease the level of *Dasyneus piperis* attack and the yield loss of pepper was equivalent to synthetic organophosphate insecticide treatment (Rohimatus and Laba 2013). Citronella, lemongrass, ageratum, java turmeric, and neem oils caused mortality and oviposition deterrent to *Crociodolomia pavonana* (Balfas and Mardiningsih 2016).

Lemongrass oil at 0.1, 1.0, and 10 ml.l⁻¹ exhibited repellent activity to *Tribolium castaneum* 84, 100, 100 %, respectively at 4 hours after application. It was lethal for the insect at 1.0, and 10 ml.l⁻¹ concentration and the contact toxicity increased following dosage and time (Olivero-Verbel *et al.* 2010). Moreover, lemongrass oil also had larvicidal activity. Spraying 1 ml of the oil to the diet of *Musca domestica* larvae at 140.28 µg.cm² indicated mortality rate of 67. Pupicidal activity also was shown at 28.05 µg.cm² by spraying 0.2 ml lemongrass oil to pupae placed on filter paper, showed 95 % inhibition rate (Kumar *et al.* 2011).

Akhtar *et al.* (2008) reported the application of clove oil to *Trichoplusia ni* (cabbage semi-looper) and *Pseudaletia unipuncta*. Clove oil could inhibit the growth of *T. ni* at EC₅₀ 400 ppm (EC₅₀ = concentration inhibiting larval growth by

50 % relative to control). It also caused toxicity (by feeding) to *P. unipuncta* at LC₅₀ 4.900 ppm and *T. ni* mortality (by spraying) at LC₅₀ = 6.3 x 10⁴ ppm after 24 hours and 5.4 x 10⁴ ppm after 7 days (LC₅₀ = concentration causing 50 % mortality compared with the control). Clove oil had medium range feeding deterrent for *T. ni* at DC₅₀ 217.4 ppm and for *P. unipuncta* at DC₅₀ 206.2 ppm (DC₅₀ = concentration causing 50 % feeding deterrence compared with the control). Most plant essential oils are chemically complex, which enhances their efficacy. For crop protection, essential oils can be used in rotation or in combination with other insecticides, potentially lessening the overall quantities applied and possibly mitigating or delaying the development of resistance in pest populations (Isman *et al.* 2011).

The use of botanical pesticide to control *Helopeltis* spp. were easy to be applied by farmers and environmentally friendly (Karmawati 2010). Treatments of neem oil and citronella oil + clove oil + jatropha oil significantly reduced damage intensity of *Helopeltis* sp. (Willis *et al.* 2013). Extracts of citronella, garlic, and *Tithonia diversivolia* at concentration of 5 % caused mortality of *H. antonii* nymphs 65.8, 65, and 63.8 %, consecutively (Sulistyowati *et al.* 2014).

Previous study revealed that mixtures of citronella + clove oils, lemongrass + clove oils, ageratum + clove oils in various ratios were two to three times more toxic and had higher oviposition deterrent effect than individual EOs on *Crociodolomia pavonana* and *H. antonii*. Citronella + clove oils and lemongrass + clove oils at the ratio of 1:1 showed the lowest number of eggs laid by *C. pavonana* and *H. antonii* (Mardiningsih and Balfas 2017). Those mixtures are in Emulsifiable Concentrate (EC) formulation.

Currently, there were no information about the effect of citronella + clove oils and lemongrass + clove oils on the mortality and oviposition deterrent of *H. antonii*. Citronella + clove oils and lemongrass + clove oils were formulated to provide practical usage for some important pests. However, the evaluation of the formula is required. Commercial citronella oil has been used to control plant pest but its inert solution has not been tested.

Therefore, this study was aimed to evaluate the mixtures of EOs formulas (citronella, clove, and lemongrass) at the ratio of 1:1 to mortality and oviposition deterrent of *H. antonii* in the green house and their effectiveness compared to commercial citronella oil formula.

MATERIALS AND METHODS

Preparation of insects testing

Nymphs and adults of *H. antonii* were collected from tea plantation of PTP VIII, Gedeh, Cianjur, West Java (6°50' S and 107°13' E). The insects were mass-reared at the green house of Indonesian Spices and Medicinal Crops Research Institute (ISMCR). Fresh cucumber fruits used as alternative host, were bought from a local market in Bogor. The fruits were washed, drained, then put into plastic containers. The collected *H. antonii* nymphs and adults were transferred and fed cucumber fruit in the containers. The cucumbers were replaced with the fresh ones every two days. The third instar nymphs of *H. antonii* were used for mortality tests, whereas the three-day old adults for oviposition deterrent and mortality test.

Essential oil formulation

The EOs used in this experiment were citronella, clove, and lemongrass oils. The EOs obtained by steam distillation (Rusli 2002) were from various places. Citronella oil was distilled from citronella leaves at Manoko Research Installation, Lembang, Bandung; clove oil from clove leaves distilled by a private company in Leuwiliang and re-distilled in the laboratory of ISMCRI, Bogor; whereas lemongrass oil was distilled from lemongrass stem by a private supplier in Cianjur. The chemical contents of the EOs were analyzed using GC-MS at health laboratory in Jakarta.

Two emulsifiable concentrates (EC) of EOs formulas were mixture of citronella + clove oils (1:1) and lemongrass + clove oils (1:1), were prepared using solvent and surfactant/emulsifier, such as tween 80, turpentine, and teepol. Each

single of EOs was also formulated using the same carrier as mentioned above. The formula contained 30 % of EOs.

Oviposition deterrent

The experiment of oviposition deterrent was arranged in a randomized complete block design, 13 treatments and repeated four times. The treatments were six EOs formulations (two mixture and three single formulations) at two concentrations (5 ml.l⁻¹ and 10 ml.l⁻¹ water) and control.

Newly emerged *H. antonii* adults were paired in plastic box container (14 cm in diameter and 13 cm in height). Fresh cucumbers were sprayed with the tested formula using plastic hand sprayer (8 cm in height and 2.3 cm in diameter) then air-dried. One treated cucumber was placed in the box as feeding for three pairs of three-day-old *H. antonii* adults. The boxes were covered with a perforated cloth. Two days later, mortality of the adults was observed and the old treated cucumber was replaced with a new treated one. Number of eggs laid on the cucumber, indicated by the appearance of threads, were counted visually (Figure 1). The same procedures as previously described were repeated for 6 days and the total number of eggs laid was counted.



Figure 1. Observation on *H. antonii*'s egg on cucumber was shown by the existence of the stalk of *H. antonii*'s egg.

Gambar 1. Observasi terhadap keberadaan telur *H. antonii* pada timun, ditandai dengan adanya tangkai telur.

The data were analyzed using SAS Program. The comparison of means was calculated using Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at 0.05 level. The effective repellency for each EOs was determined using the following formula (Setiawati *et al.* 2011):

$$ER (\%) = \frac{NC - NT}{NC} \times 100\%$$

Note	:
	= effective repellency percentage.
	= number of eggs in the control treatment (inert formula).
	= number of eggs in the treatment.
Keterangan	:
ER	= <i>persentase efektivitas repelensi.</i>
NC	= <i>jumlah telur pada kontrol.</i>
NT	= <i>jumlah telur pada perlakuan.</i>

Mortality of *H. antonii* nymphs

The mortality experiment was arranged in randomized complete block designs with 13 treatments and repeated four times. Ten nymphs of *H. antonii* third instar were sprayed with EOs formula at 5 ml.l⁻¹ and 10 ml.l⁻¹. The control treatment was sprayed with inert solution at the same concentrations as EOs formula. The treated nymphs were then placed in the box containing one cucumber, covered with a perforated cloth. The mortality of the nymphs were recorded daily until four days after treatment (Figure 2).



Figure 2. Observation on the mortality of *H. antonii*'s adult.

Gambar 2. Pengamatan kematian serangga dewasa (imago) *H. antonii*.

Oviposition deterrent and mortality of *H. antonii* adults of the EOs mixture in comparison with commercial citronella oil

The experiment was arranged in randomized complete block designs, 9 treatments and repeated four times. The treatments were two concentration (5 ml.l⁻¹ and 10 ml.l⁻¹ water) and four formulations (1) formulation of citronella + clove oil (1:1); (2) commercial citronella oil formula containing 30 % citronellal; (3) inert solution of the formula containing tween 80, turpentine, and teepol; (4) inert solution of the commercial citronella oil formula (provided by the supplier) and control (water).

The method to evaluate EOs effect on oviposition deterrent used the same procedure as mentioned in oviposition deterrent experiment. Data were analyzed with analysis of variance (ANOVA) using SAS Program and analyze further with DMRT at 0.05 level. The effective repellency (ER) for each EOs was calculated with formula as mentioned above.

RESULTS AND DISCUSSION

Chemical compositions of the tested essential oils

The major components of the EOs oil used were presented on Table 1. The content of total geraniol in citronella oil (citronellal, citronellol and geraniol) was 87.26 %, fulfilled Indonesian National Standards (minimum total geraniol 85 %) (BSN 1995). Citronellal and citronellol content from this study was higher than previously reported by Setiawati *et al.* (2011), which was 35.97 % for citronellal and 10.03% for citronellol.

The main component of clove oil in this study was eugenol (82.68 %), also fulfilled Indonesian National Standards (minimum 78 %) (BSN 2006). This result was higher than previous study 74.3 % (Bhuiyan *et al.* 2010) and 77.54 % (Mardiningsih and Balfas 2017).

Table 1. Main chemical compositions of three essential oils used in the experiment.

Tabel 1. Kandungan kimia utama dari tiga jenis minyak atsiri yang digunakan dalam penelitian.)

Essential oils	The chemical components
Citronella	Citronellal (57.51 %), citronellol (15.18 %), geraniol (nerol) (14.57 %), linalool (1.29 %), isopulegol (1.94 %), limonene (4.05 %), citronelil acetat (3.23 %), geraniol acetat (1.29 %).
Clove	Eugenol (82.68 %), beta-caryophyllene (17.31 %).
Lemongrass	Myrcene (11.06 %), methyl heptenon (3.62 %), citronellal (3.72 %), trans citral (25.78 %), cis-citral (40.14 %), linalool (1.36 %), geraniol acetat (1.68 %), citronelol (3.45 %), trans geraniol (7.15 %)

The main components of lemongrass oil was citral content (Tajidin *et al.* 2012). The citral content (cis and trans citral) of the lemongrass oil from this study was 65.92 %. However, it did not fulfil EOA Specification and Standards Oil of Lemongrass (minimum 75 %) (USA EO Association 1970). The composition of EOs varies depending on isolation method. Distillation may influence the composition of the oil isolated, because isomerization, saponification, and other reaction may occur under distillation conditions (Tripathi *et al.* 2009). In addition, the chemical profile of plant species can vary naturally depending on geographic, genetic, climatic, and annual or seasonal factors (Koul *et al.* 2008). The variation of chemical composition of EOs may influence their biological activities. Therefore, EOs application may give different response to insects.

Oviposition deterrent and mortality of *H. antonii* adults

Up to 6 days after treatment, citronella + clove oil at 10 ml.l⁻¹ suppressed number of laid egg higher than lemongrass + clove oil at 10 ml.l⁻¹ and significantly different than other treatments. It also

indicated the highest effective repellency (60.18 %) (Table 2). The mixture of citronella oil + clove oil EC increased the activity of oviposition deterrent of *H. antonii*. Meanwhile, the inert solution signified no effect on oviposition deterrent as indicated by the numbers of eggs laid which were not significant from control. Mardingsih and Balfas (2017) also reported the highest effective repellency (63.30 %) of citronella and clove oils mixture in alkyl glycerol ftalat to *H. antonii*.

Citronella + clove oil at 10 ml.l⁻¹ caused higher mortality of *H. antonii* adults at 6 days after treatment. However, the mortality percentage was not significantly different from lemongrass + clove oil at 10 ml.l⁻¹ and citronella + clove oil at 5 ml.l⁻¹ (Table 3).

Mortality of *H. antonii* nymphs

Citronella + clove oil increased mortality of *H. antonii* nymphs significantly up to 4 days after treatment compared to inert solution and control. However, the effect was insignificant compared to other mixture formulas (Table 4).

Oviposition deterrent and mortality of *H. antonii* adults of the EOs mixture treatment in comparison with commercial citronella

Citronella + clove oil and commercial citronella oil at 10 ml.l⁻¹ repressed the number of laid egg up to 6 days after treatment significantly than other treatments (Table 5). However, the effect citronella + clove oil and commercial citronella oil at 10 ml.l⁻¹ to mortality of *H. antonii* adults was insignificant compared to other treatments (Table 6).

Mortality of *H. antonii* nymphs of the EOs mixture treatment in comparison with commercial citronella oil

Up to 3 days after treatment, citronella + clove oil and commercial citronella oil formula at both concentrations enhanced *H. antonii* nymphs mortality significantly in the green house compared to inert solution and control (Table 7).

Table 2. The average number of egg laid by *H. antonii* adults after formula application.Tabel 2. Rata-rata jumlah telur yang diletakkan imago *H. antonii* setelah aplikasi formula.

Treatments	Concentrations (ml.l ⁻¹)	The average number of laid egg, days after treatment#			ER *
		2	4	6	
Citronella + clove oil EC	10	8.75 f	41.50 e	68.00 d	60.18
	5	17.75 def	63.25 cde	101.75 bcd	42.76
Lemongrass + clove oil EC	10	12.25 ef	57.25 de	91.25 cd	46.56
	5	28.25 cdef	67.25 cde	104.50 bcd	41.21
Citronella oil EC	10	37.00 abcd	96.75 abcd	151.75 abc	11.13
	5	41.75 abcd	103.25 abcd	156.25 abc	12.09
Lemongrass oil EC	10	38.50 abcd	105.50 abc	161.50 abc	5.42
	5	45.25 abcd	126.00 ab	187.00 ab	-5.20
Clove oil EC	10	29.25 cde	90.75 bcd	148.00 abc	13.32
	5	39.00 abcd	98.75 abcd	158.00 abc	11.11
Inert solution	10	47.25 abc	106.50 abc	170.75 ab	
	5	57.00 ab	113.75 abc	177.75 ab	
Control (water)		73.75 a	162.25 a	215.00 a	
CV (%)		11.23	7.66	8.81	

Note/Keterangan : Numbers followed by the same letters in the same column were not significantly different at DMRT 5 %/Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf DMRT 5 %.

EC = Emulsifiable concentrate/kepekatan teremulsi.

ER = Effective repellency percentage/persentase repelensi efektif.

= 3 pairs of adults/3 pasang serangga dewasa.

Table 3. The average mortality of *H. antonii* adult after formula application.Tabel 3. Rata-rata mortalitas imago *H. antonii* setelah aplikasi formula.

Treatments	Concentrations (ml.l ⁻¹)	Mortality of adults (%), days after treatment		
		2*	4*	6*
Citronella + clove oil EC	10	41.67 a	54.17 a	79.17 a
	5	20.83 a	33.33 abc	58.33 ab
Lemongrass + clove oil EC	10	41.67 a	50.00 ab	62.50 ab
	5	20.83 a	33.33 abc	41.67 b
Citronella oil EC	10	16.67 a	25.00 abcd	50.00 ab
	5	12.50 a	20.83 abcd	41.67 b
Lemongrass oil EC	10	16.67 a	25.00 abcd	45.83 ab
	5	8.33 a	20.83 bcd	45.83 ab
Clove oil EC	10	20.83 a	29.17 abc	54.17 ab
	5	8.33 a	16.67 cd	33.33 bc
Inert solution	10	8.33 a	16.67 cd	33.33 bc
	5	0.00 a	12.50 cd	29.17 bc
Control (water)		0.00 a	0.00 d	8.33 c
CV (%)		5.06	3.87	3.89

Note/Keterangan : Numbers followed by the same letters in the same column were not significantly different at DMRT 5 %/Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf DMRT 5 %.

EC = emulsifiable concentrate/kepekatan teremulsi.

* = data were transformed by $\sqrt{x+1}$ /data ditransformasi dengan $\sqrt{x+1}$.

Table 4. The average mortality of *H. antonii* nymphs after formula application.Tabel 4. Rata-rata mortalitas imago *H. antonii* setelah aplikasi formula.

Treatments	Concentrations (ml.l ⁻¹)	Mortality of nymphs (%), days after treatment			
		1	2	3	4
Citronella + clove oil EC	10	72.50 f	72.50 f	72.50 f	72.50 f
	5	47.50 def	47.50 def	47.50 def	47.50 def
Lemongrass + clove oil EC	10	57.50 ef	60.00 ef	60.00 ef	60.00 ef
	5	42.50 cdef	42.50 cdef	42.50 cdef	42.50 cdef
Citronella oil EC	10	25.00 bcdef	27.50 bcdef	27.50 bcdef	27.50 bcde f
	5	12.50 abc	15.00 abcd	15.00 abcd	15.00 abcd
Lemongrass oil EC	10	12.50 abc	22.50 abcd	22.50 abcd	22.50 abcd
	5	2.50 ab	10.00 abc	10.00 abc	10.00 abc
Clove oil EC	10	17.50 abcde	17.50 abcde	17.50 abcde	20.00 abcd e
	5	2.50 ab	5.00 ab	5.00 ab	5.00 ab
Inert solution	10	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
	5	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
Control (water)		0.0 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
CV (%)		2.29	3.41	3.37	3.37

Note/Keterangan : Numbers followed by the same letters in the same column were not significantly different at DMRT 5 %/ Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf DMRT 5 %.

EC = emulsifiable concentrate/kepekatan teremulsi.

Table 5. The average number of egg laid by *H. antonii* adults after formula application.Tabel 5. Rata-rata jumlah telur yang diletakkan imago *H. antonii* setelah aplikasi formula.

Treatments	Concentrations (ml.l ⁻¹)	The average number of egg laid, days after treatment#			ER*
		2	4	6	
Citronella + clove oil EC	10	8.50 c	43.25 d	89.75 e	41.44
	5	10.75 c	57.00 cd	104.00 de	40.49
Commercial citronella oil EC	10	7.00 c	43.25 d	91 e	33.94
	5	15.75 bc	55.75 cd	113.75 cde	23.79
Inert solution of citronella + clove oil	10	41.00 ab	99.00 ab	153.25 bc	
	5	46.50 ab	113.00 ab	174.75 ab	
Inert solution of commercial citronella oil	10	21.00 bc	80.25 bc	137.75 bcd	
	5	34.00 ab	90.25 bc	149.25 bc	
Control (water)		81.50 a	158.25 a	215.50 a	
CV (%)		15.72	6.89	4.18	

Note/Keterangan : Numbers followed by the same letters in the same column were not significantly different at DMRT 5 %/Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf DMRT 5 %.

EC = emulsifiable concentrate/kepekatan teremulsi

ER = effective repellency percentage/persentase repelensi efektif

= 3 pairs of adults/3 pasang serangga dewasa

Table 6. The average mortality of *H. antonii* adults after formula application.Tabel 6. Rata-rata mortalitas imago *H. antonii* setelah aplikasi formula.

Treatments	Concentrations (ml.l ⁻¹)	Mortality of adults (%), days after treatment		
		2*	4*	6*
Citronella + clove oil EC	10	20.83 a	25.00 a	37.50 a
	5	12.50 a	12.50 a	20.83 a
Commercial citronella oil EC	10	16.67 a	20.83 a	37.50 a
	5	12.50 a	12.50 a	20.83 a
Inert solution of citronella + clove oil	10	4.17 a	8.33 a	16.67 a
	5	4.17 a	4.17 a	12.50 a
Inert solution of commercial citronella oil	10	16.67 a	16.67 a	25.00 a
	5	8.33 a	12.50 a	16.67 a
Control (water)		0.00 a	0.00 a	4.17 a
CV (%)		3.05	3.57	4.46

Note/Keterangan : Numbers followed by the same letters in the same column were not significantly different at DMRT 5 %/Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf DMRT 5 %.

EC = emulsifiable concentrate/kepekatan teremulsi

* = data were transformed by $\sqrt{x+1}$ /data ditransformasi dengan $\sqrt{x+1}$

Table 7. The average mortality of *H. antonii* nymphs after formula application.Tabel 7. Rata-rata mortalitas imago *H. antonii* setelah aplikasi formula.

Treatments	Concentrations (ml.l ⁻¹)	Mortality of nymphs (%), days after treatment		
		1	2	3
Citronella + clove oil EC	10	87.50 c	87.50 d	87.50 d
	5	42.50 bc	55.00 bcd	55.00 bcd
Commercial citronella oil EC	10	75.00 c	82.50 cd	82.50 cd
	5	35.00 bc	35.00 bcd	35.00 bcd
Inert solution of citronella + clove oil	10	10.00 ab	10.00 ab	10.00 ab
	5	0.00 a	0.00 a	0.00 a
Inert solution of commercial citronella oil	10	17.50 ab	20.00 abc	20.00 abc
	5	10.00 ab	10.00 ab	10.00 ab
Control (water)		0.00 a	0.00 a	0.00 a
CV (%)		3.43	3.93	3.93

Note/Keterangan : Numbers followed by the same letters in the same column were not significantly different at DMRT 5 %/Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf DMRT 5 %.

EC = emulsifiable concentrate/kepekatan teremulsi

CONCLUSION

The emulsifiable formula of citronella + clove and lemongrass + clove were effective to enhance oviposition deterrent and mortality of *H. antonii* nymphs and adult. The formula of citronella + clove oil was as effective as the commercial citronella oil formula. The field trial of these formulas is required to validate their effectiveness to control *H. antonii* in the field.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors acknowledged Ir. Rodiah Balfas, M.Sc. for her ideas and suggestions, Sondang Suriati, Ahyar and Endang Sugandi for technical assistance during this study.

REFERENCES

Akhtar, Y., Yeoung, Y. & Isman, M. (2008)

- Tripathi, A., Upadhyay, S., Bhuiyan, M. & Bhattacharya, P. (2009) A Review on Prospects of Essential Oils as Biopesticides in Insect-Pest Management. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*. 1 (5), 52-63.
- USA EO Association (1970) *EOA Specification and Standards Oil of Lemongrass No 7*. New York. 67 p.
- Willis, M., Rohimatun, Laba, I. & Nurjanani (2013) *Control of Cocoa Pod Borer (Conopomorpha cramerella) and Cocoa Pod Sucker (Helopeltis sp.) Using Essential Oil-base Insecticides*. In: Rostiana, O. et al. (eds.) *Proceedings of the International Seminar on Spices Medicinal and Aromatic Plants*. Jakarta, Indonesia Agency for Agricultural Research and Development (IAARD), pp. 115-120.

EFEK FUMIGAN DAN REPELEN FRAKSI MINYAK ATSIRI *Mentha piperita* TERHADAP *Tribolium castaneum* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

Fumigant and Repellent Effects of Essential Oil Fractions of Mentha piperita against Tribolium castaneum (Coleoptera: Tenebrionidae)

Sunaryo Syam, Idham Sakti Harahap, dan Dadang

Departemen Proteksi Tanaman - Institut Pertanian Bogor
Jalan Kamper, 16680 Bogor

INFO ARTIKEL

Article history:

Diterima : 22 Desember 2017

Direvisi : 8 Januari 2018

Disetujui : 15 Januari 2018

Kata kunci:

Mentha piperita; *Tribolium castaneum*; insektisida nabati; fumigan; repelen

Key words:

Mentha piperita; *Tribolium castaneum*; botanical insecticide; fumigant; repellent

ABSTRAK/ABSTRACT

Tribolium castaneum merupakan salah satu hama gudang penting di negara tropis. Fumigasi menggunakan fosfin adalah upaya pengendalian yang paling umum dilakukan. Namun, penggunaan fosfin secara terus-menerus dalam waktu lama telah mengakibatkan terjadinya resistensi. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari efek fumigan dan repelen fraksi-fraksi minyak peppermint *Mentha piperita* terhadap *T. castaneum*, serta mengidentifikasi senyawa-senyawa yang terkandung di dalam fraksi aktifnya. Penelitian dilakukan di Laboratorium Entomologi Seameo Biotrop Bogor dan di Pusat Laboratorium Forensik Mabes Polri Jakarta sejak Januari hingga Oktober 2016. Minyak peppermint didestilasi dari daun *M. piperita*. Minyak peppermint difraksinasi dengan teknik partisi pelarut menggunakan pelarut *n*-heksana, etil asetat, dan metanol. Ketiga fraksi diuji sebagai fumigan dan repelen terhadap *T. castaneum*. Fraksi aktif dianalisis senyawa kimianya menggunakan GC-MS. Fraksi *n*-heksana peppermint (FHP) merupakan fraksi yang aktif terhadap mortalitas imago dan larva *T. castaneum*. Nilai LC_{95} FHP untuk imago dan larva berturut-turut sebesar 1,92 % dan 9,43 %. Konsentrasi *sublethal* FHP juga menunjukkan aktivitas menghambat perkembangan larva. Persentase larva berhasil menjadi pupa berkisar 48,67-74,91 %, sedangkan yang berhasil menjadi imago berkisar 9,12-16,59 %. FHP memiliki aktifitas repelen terhadap imago *T. castaneum* mencapai 86,7 % pada 72 jam setelah perlakuan (JSP). Senyawa dominan pada FHP antara lain β -pinen, limonen, isopulegol, menton, isomenton, mentol, pulegon, dan trans-carane. FHP atau senyawa-senyawa yang dikandungnya berpotensi untuk dikembangkan sebagai insektisida nabati.

Tribolium castaneum is one of the important stored-product pests in tropical countries. Fumigation with phosphine is the most commonly method to control *T. castaneum*. However, long-term application of phosphine will cause resistance. The aims of this research were to study the effects of fumigant and repellent of peppermint oil *Mentha piperita* fraction against *T. castaneum*, and to identify the compounds contained in the active fraction. This research was conducted in Entomology Laboratory Seameo Biotrop and Forensic Laboratory of Indonesian Police Headquarters Jakarta, from January to October 2016. Peppermint oil was extracted by distillation from the leaves of *M. piperita*. Peppermint oil was fractionated by counter-current distribution method using three solvents: *n*-hexane, ethyl acetate, and methanol. Then, the three fractions were tested as fumigant and repellent against *T. castaneum*. The active fraction of essential oils were identified by GC-MS. The *n*-hexane fraction of peppermint (HFP) was the active fraction caused mortality on larvae and adults of *T. castaneum* at 72 hours after fumigation. The LC_{95} values for the adults and larvae was 1.9 % and 9.43 %, respectively. Sublethal concentration of HFP showed inhibitory activity on larvae

* Alamat Korespondensi : sunaryosyam@yahoo.co.id

development. Percentage of pupae transformed from treated larvae was 48.67-74.91 % and percentage of adults emerged was 9.12-16.59 %. The repellent activity of HFP on adults of *T. castaneum* was 86.7 % at 72 hours after treatment. The dominant compounds of HFP was β -pinene, limonene, isopulegol, menthone, isomenthon, menthol, pulegone, and trans-carane. The HFP or its compounds was potential to be developed as botanical insecticides.

PENDAHULUAN

Keberadaan hama gudang dari golongan serangga merupakan salah satu faktor utama penyebab terjadinya kerusakan dan kehilangan hasil pertanian pada tahap pascapanen. Menurut Sjam (2014), besarnya kerugian pascapanen yang diakibatkan hama gudang dari golongan serangga mencapai 5-50 %.

Tribolium castaneum (Coleoptera: Tenebrionidae) merupakan salah satu hama gudang penting di negara tropis termasuk di Indonesia yang menyebabkan kehilangan hasil baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Larva dan imago hama ini merusak biji beras, jagung, kopi, kakao, dan produk olahan seperti tepung terigu. Bahan pangan yang terserang berat biasanya tercemar oleh benzokuinon yang merupakan ekskresi dari *T. castaneum* sehingga tidak layak untuk dikonsumsi (Sunjaya dan Widayanti 2012). Pengendalian *T. castaneum* yang umum dilakukan adalah dengan teknik fumigasi. Dua jenis fumigan yang umum digunakan dalam fumigasi yaitu metil bromida (CH_3Br) dan fosfin (PH_3). Berdasarkan kesepakatan Protokol Montreal pada tahun 1989, penggunaan metil bromida sebagai fumigan dibatasi hanya untuk keperluan karantina dan pra-pengapalan (*Quarantine and Pre-shipment*) karena tergolong sebagai bahan perusak ozon (BPO) (Kementan 2011). Saat ini, fosfin menjadi salah satu alternatif pengganti metil bromida yang digunakan secara luas di dunia termasuk di Indonesia.

Fosfin mempunyai kelebihan tidak menyebabkan kerusakan lapisan ozon dan tidak meninggalkan residu pada komoditas yang difumigasi sehingga komoditas pangan aman untuk dikonsumsi (Anonymous 1989). Namun, penggunaan fosfin yang kurang bijaksana telah menimbulkan dampak negatif yaitu terjadinya resistensi hama terhadap fosfin. Oleh karena itu,

perlu dikembangkan alternatif pengendalian yang efektif menekan populasi hama sasaran sehingga penggunaan fosfin dapat dikurangi.

Salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan fosfin dalam pengendalian *T. castaneum* ialah penggunaan minyak atsiri sebagai insektisida nabati. Minyak atsiri pada umumnya mengandung campuran berbagai senyawa yang tidak toksik terhadap mamalia serta lebih aman bagi lingkungan dibandingkan pestisida sintetik karena bersifat tidak persisten (Koul *et al.* 2008). Minyak atsiri dapat diperoleh melalui proses distilasi bagian dari tanaman aromatik tertentu yang secara tradisional telah lama digunakan untuk melindungi komoditas pangan yang disimpan dan mengusir serangga pemukiman (Isman 2000).

Beberapa contoh minyak atsiri yang telah diteliti sebagai insektisida nabati antara lain minyak atsiri dari lengkuas (*Alpinia galanga*), seraiwangi (*Cymbopogon nardus*), dan cengkeh (*Syzygium aromaticum*) yang efektif untuk mengendalikan hama penghisap bunga lada *Diconocoris hewetti* (Wiratno *et al.* 2011). Minyak atsiri dari ajwain (*Trachyspermum ammi*), adas manis (*Anethum graveolens*) dan jinten hitam (*Nigella sativa*) dapat mengurangi potensi oviposisi imago, meningkatkan periode perkembangan, menghambat perkembangan larva, serta mengakibatkan kelainan morfologi pada tahap perkembangan *T. castaneum* (Chaubey 2007).

Salah satu tumbuhan penghasil minyak atsiri yang potensial untuk dikembangkan sebagai sumber insektisida nabati adalah pepermin (*Mentha piperita*). Lashgari *et al.* (2014) melaporkan *M. piperita* memiliki efek fumigan yang menyebabkan kematian, serta memiliki aktifitas repelen terhadap imago *T. castaneum*. Senyawa mentol yang merupakan senyawa utama tanaman pepermin *M. piperita* memiliki efek repelen terhadap *Anopheles tessellatus* dan *Culex quinquefasciatus* (Samarasekera *et al.* 2008).

Beberapa perusahaan di Amerika Serikat telah memproduksi secara komersial pestisida nabati berbahan minyak pepermin seperti mentol untuk mengendalikan rayap (Hartati 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efek fumigan dan repelen fraksi-fraksi minyak atsiri pepermin *M. piperita* terhadap *T. castaneum*, serta mengidentifikasi senyawa-senyawa yang terkandung di dalam fraksi aktifnya.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Entomologi Seameo Biotrop, Bogor. Analisis GC-MS dilakukan di Pusat Laboratorium Forensik Mabel Polri Jakarta. Penelitian berlangsung sejak Januari sampai Oktober 2016.

Minyak Atsiri Pepermin

Minyak atsiri pepermin merupakan hasil destilasi dari daun *M. piperita* yang diperoleh dari salah satu toko produk herbal di Yogyakarta.

Pemeliharaan dan perbanyakan serangga uji

Serangga uji *T. castaneum* yang diperoleh dari Laboratorium Entomologi Seameo Biotrop diperbanyak dengan cara memasukkan sejumlah imago ke dalam stoples kaca (tinggi 19 cm, diameter 12,5 cm) yang telah berisi tepung terigu sebagai pakan dan media pembiakan serangga, kemudian stoples ditutup dengan kain kasa. Setiap 14 hari, semua imago dikeluarkan dari stoples dan dipindahkan ke stoples baru yang berisi pakan baru untuk perbanyakan lebih lanjut. Imago dan larva yang muncul dari proses pembiakan, sebagian dikumpulkan untuk digunakan dalam pengujian dan sebagian dipindahkan ke stoples lain untuk perbanyakan lebih lanjut. Imago yang berumur 10-14 hari dan larva berumur 15 hari digunakan untuk pengujian.

Uji toksisitas

Toksisitas minyak pepermin terhadap imago dan larva *T. castaneum* diuji dengan metode

fumigasi menggunakan kertas saring. Minyak pepermin diuji pada lima taraf konsentrasi yang ditentukan melalui uji pendahuluan, yaitu 1,5; 2; 2,5; 3; dan 3,5 % ditambah kontrol untuk imago, sedangkan untuk larva yaitu 5; 6; 7; 8; dan 9 % ditambah kontrol. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak lima kali.

Setiap konsentrasi minyak atsiri hasil pengenceran dengan pelarut aseton, dipipet sebanyak 0,5 ml dan diteteskan secara merata pada kertas saring berdiameter 8 cm yang sebelumnya telah direkatkan pada permukaan dalam tutup cawan petri. Kertas saring kontrol ditetesi dengan 0,5 ml aseton. Penetasan larutan minyak atsiri dilakukan dengan merata secara spiral dari arah luar ke dalam. Setelah diberi perlakuan, kertas saring dibiarkan selama 2 menit untuk menguapkan pelarut aseton. Setelah kering, sebanyak 20 imago atau larva *T. castaneum* dimasukkan ke dalam cawan petri. Kemudian cawan petri ditutup rapat, celah di antara bagian tutup dan dasar cawan petri disekat dengan plastisin untuk mencegah terjadinya kebocoran uap minyak atsiri. Pengamatan kematian serangga dilakukan setelah 72 jam fumigasi (Arifin 2013). Data mortalitas dianalisis dengan analisis probit menggunakan program POLO-PC untuk mengetahui konsentrasi yang dapat mematikan 50 % serangga uji (LC_{50}) dan 95 % serangga uji (LC_{95}).

Fraksinasi minyak atsiri

Prosedur fraksinasi merujuk pada metode yang dilakukan oleh Parwata *et al.* (2009). Sebanyak 50 ml minyak atsiri dimasukkan ke dalam corong pemisah, kemudian ditambahkan 75 ml *n*-heksana dan secara bertahap dipisahkan menggunakan 75 ml air-metanol (3:2), kemudian dikocok. Campuran larutan tersebut didiamkan beberapa saat hingga terbentuk dua lapisan terpisah. Lapisan tersebut selanjutnya dipisahkan dan dikumpulkan. Fraksi yang diperoleh dari proses ini adalah fraksi *n*-heksana dan fraksi metanol. Fraksi metanol kemudian dipisahkan kembali secara bertahap dengan menambahkan 75 ml etil asetat, kemudian dikocok. Campuran larutan tersebut akan membentuk dua lapisan

terpisah kembali, yaitu fraksi etil asetat dan fraksi metanol. Ketiga fraksi yang diperoleh selanjutnya diuapkan pelarutnya menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40-45 °C.

Uji toksisitas fraksi

Fraksi yang didapatkan dari proses fraksinasi (*n*-heksana, etil asetat dan metanol) diuji toksisitasnya menggunakan konsentrasi ekuivalen masing-masing fraksi untuk mengetahui fraksi paling aktif. Metode pengujian dan pengamatan sama seperti yang diuraikan pada uji toksisitas sebelumnya. Masing-masing perlakuan dan kontrol diulang sebanyak 5 kali. Konsentrasi ekuivalen ditentukan menggunakan rumus Dadang (1999):

$$\text{Konsentrasi ekuivalen} = \frac{\text{Volume fraksi (ml)}}{\text{Volume total (ml)}} \times \text{LC}_{95} \text{ atsiri kasar}$$

Fraksi yang menyebabkan mortalitas paling tinggi dipilih sebagai fraksi aktif, kemudian fraksi aktif tersebut diuji lanjut untuk mengetahui nilai *Lethal Concentration* (LC₅₀ dan LC₉₅) terhadap imago dan larva *T. castaneum*.

Pengamatan perkembangan larva

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *sublethal* fraksi aktif minyak pepermin terhadap perkembangan larva *T. castaneum*. Larva yang bertahan hidup pada perlakuan uji lanjut toksisitas fraksi aktif dipindahkan ke wadah plastik yang berisi pakan baru dan dipelihara sampai menjadi pupa, dan pupa yang terbentuk tetap dipelihara sampai menjadi imago. Pengamatan dilakukan pada tiga taraf konsentrasi terendah dan kontrol. Jumlah larva yang berhasil menjadi pupa dan imago dicatat setiap hari. Ketidaknormalan morfologi pada fase larva, pupa, dan imago diamati dibawah mikroskop stereo Leica EZ4 HD. Data perkembangan larva dianalisis dengan sidik ragam, dan diuji lanjutan dengan uji *Duncan's Multiple Rrange Test* pada taraf nyata 5 % menggunakan program SAS 9.

Uji repelensi

Metode yang digunakan merujuk pada metode pengujian yang digunakan oleh Ofori dan

Reichmuth (1997) dengan memodifikasi waktu pengamatan menjadi 24, 48, dan 72 jam setelah perlakuan. Kertas saring *Whatman* diameter 8 cm dipotong menjadi dua bagian dan direkatkan pada cawan petri diameter 9 cm. Satu bagian kertas saring digunakan sebagai perlakuan, yaitu dengan meneteskan 0,25 ml minyak atsiri dengan konsentrasi 2; 1; 0,5; 0,25; dan 0,125 %. Bagian kertas saring lainnya digunakan sebagai kontrol, yaitu dengan meneteskan pelarut aseton sebanyak 0,25 ml. Kertas saring yang telah diperlakukan kemudian dikeringanginkan selama 5 menit untuk menguapkan pelarut aseton.

Sebanyak 20 ekor imago *T. castaneum* berumur 10-14 hari diletakkan pada bagian tengah cawan petri. Pengamatan dilakukan pada 24, 48, dan 72 jam setelah perlakuan dengan cara menghitung jumlah imago yang terdapat pada bagian kontrol dan pada bagian perlakuan. Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Persentase repelensi dihitung dengan rumus Sjam *et al.* (2010):

$$R = \frac{K - P}{K} \times 100 \%$$

R = repelensi/repellency (%); K = jumlah serangga yang terdapat pada bagian kontrol/number of insects present on control; P = jumlah serangga yang terdapat pada bagian perlakuan/number of insects present on treated.

Analisis senyawa fraksi aktif

Fraksi aktif minyak pepermin dari *M. piperita* dianalisis kandungan senyawanya menggunakan GC-MS Agilent 5975C/7890A dengan jenis kolom HP-5MS (panjang 30 m, diameter 250 µm, ketebalan 0,25 µm). Kromatogram yang diperoleh diberi nama sesuai dengan anjuran *Library Wiley 9*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Toksisitas minyak pepermin

Hasil pengujian menunjukkan persentase mortalitas serangga uji meningkat seiring dengan

meningkatkan konsentrasi minyak pepermin. Fase larva *T. castaneum* lebih toleran terhadap perlakuan dibandingkan fase imagonya. Berdasarkan nilai LC_{50} dan LC_{95} , fase larva hampir 3 kali lebih tahan dibandingkan fase imago (Tabel 1).

Kemampuan minyak atsiri sebagai fumigan dikarenakan tingginya kandungan senyawa monoterpen dalam minyak yang mengakibatkan tingginya volatilitas dari minyak atsiri (Kim *et al.* 2003). Toksisitas dari minyak pepermin diduga karena adanya aktivitas senyawa utama dalam minyak pepermin seperti mentol dan menton. Menurut Lee *et al.* (2001) kedua senyawa tersebut memiliki cara kerja yang sama, yaitu menghambat kerja enzim *asetilkolinesterase* (*AchE*). Serangga uji yang tidak mengalami kematian terlihat dalam kondisi *knockdown* yang dicirikan dengan imago seperti mengalami kematian namun memberi respon yang lemah ketika disentuh, sedangkan pada larva yang belum mati adalah gerakan yang lebih lambat.

Toksisitas fraksi minyak pepermin terhadap *T. castaneum*

Dari proses fraksinasi yang dilakukan, fraksi terbanyak yang diperoleh adalah fraksi etil asetat (Tabel 2), dan terdapat *loss process* sebesar 9,93 ml (19,86 %). Houghton dan Raman (1998)

Tabel 1. Parameter regresi probit hubungan konsentrasi minyak pepermin *M. piperita* dengan mortalitas *T. castaneum*.

Table 1. Parameters of probit regression correlation of *M. piperita* peppermint oil and *T. castaneum* mortality.

Fase	Nilai b $\pm$ SE	LC_{50}	LC_{95}
		(SK 95%)	(SK 95%)
		(%)	
Imago	7,32 $\pm$ 0,58	2,35 (2,22 – 2,48)	3,92 (3,56 – 4,51)
Larva	9,44 $\pm$ 0,78	6,84 (6,56 – 7,12)	10,21 (9,45 – 11,45)

Keterangan/Note :

b = kemiringan regresi probit/slope of probit regression.

SE = standard error.

LC = konsentrasi letal/lethal concentration.

SK = selang kepercayaan/confidence interval.

Tabel 2 Volume fraksi *n*-heksana, etil asetat, dan metanol hasil fraksinasi minyak pepermin *M. piperita*.

Table 2. Volume of *n*-hexane, ethyl acetat, and methanol fraction as results of fractination of *M. piperita* peppermint oil.

Volume fraksi (ml)		
<i>n</i> -heksana	etil asetat	metanol
19,73 (39,46 %)	20,34 (40,68 %)	0 (0 %)

Keterangan/Note:

Angka dalam kurung menunjukkan volume masing-masing fraksi dalam persen/Numbers in the parentheses were the volume fractions in percent.

menyatakan, dalam metode fraksinasi partisi pelarut, senyawa-senyawa tanaman akan terpisah membentuk lapisan sesuai dengan kelarutannya. Senyawa *non*-polar akan larut dalam pelarut *non*-polar sebaliknya senyawa polar akan larut dalam pelarut polar.

Perlakuan minyak pepermin fraksi *n*-heksana dengan konsentrasi ekuivalen menyebabkan mortalitas paling tinggi terhadap larva maupun imago *T. castaneum* (Tabel 3). Berdasarkan data tersebut, fraksi *n*-heksana dipilih sebagai fraksi aktif untuk diuji lebih lanjut. Keefektifan fraksi *n*-heksana diduga karena tingginya kadar senyawa yang bersifat toksik dan volatil pada fraksi tersebut sehingga uap senyawa langsung terhisap melalui saluran pernafasan serangga. Menurut Phillips (2009), tekanan uap dari senyawa minyak atsiri dapat mempengaruhi kemampuan senyawa untuk menguap dan menjadi tersedia untuk trakea selama proses respirasi serangga berlangsung. Senyawa minyak atsiri dengan tekanan uap yang tinggi dapat menguap dengan mudah dan umumnya lebih beracun daripada senyawa dengan tekanan uap yang rendah.

Hasil uji lanjut fraksi *n*-heksana minyak pepermin *M. piperita* (Tabel 4) menunjukkan pola yang berbeda dengan hasil uji lanjut minyak atsiri kasarnya (Tabel 1). Selain memiliki rentang konsentrasi uji yang sempit, nilai LC_{50} dan LC_{95} pepermin fraksi *n*-heksana terhadap larva dan imago *T. castaneum* juga lebih rendah. Hal ini mungkin disebabkan karena pada minyak atsiri

Tabel 3. Mortalitas *T. castaneum* pada konsentrasi ekuivalen fraksi *n*-heksana dan etil asetat dari minyak pepermin *M. piperita* setelah 72 jam fumigasi.

Table 3. The mortality of *T. castaneum* at equivalent concentration of *n*-hexane and ethyl acetat fraction of *M. piperita* peppermint oil after 72 hours fumigation.

Fraksi	Konsentrasi ekuivalen (%)		Mortalitas (%) ± SD	
	imago	larva	imago	larva
<i>n</i> -heksana	1,93	5,02	100 ± 0,0	56 ± 3,1
etil asetat	1,99	5,18	1 ± 0,2	15 ± 1,2
Kontrol	0	0	0 ± 0,0	0 ± 0,0

Keterangan/Note : SD = standar deviasi/standard deviation.

kasar, senyawa kimia *non*-toksik masih bercampur dan mempengaruhi kerja dari senyawa toksik sehingga memperbesar konsentrasi dari minyak atsiri kasar. Setelah dilakukan fraksinasi, konsentrasi minyak atsiri menjadi lebih rendah.

Untuk memisahkan senyawa menjadi lebih halus dapat dilakukan fraksinasi lanjutan seperti yang dilakukan oleh Torres *et al.* (2012) yang memfraksinasi minyak atsiri *Cymbopogon winterianus* menggunakan kromatografi kolom sehingga didapatkan beberapa fraksi. Fraksinasi berlanjut yang dipandu dengan uji hayati dapat menghasilkan fraksi yang murni sehingga dapat dilakukan isolasi dan identifikasi senyawa aktif untuk mengetahui jenis senyawa, cara kerja senyawa, dan memodifikasi senyawa aktif menjadi lebih baik dalam aktivitas biologinya (Dadang 2015).

Pengaruh fraksi aktif minyak pepermin terhadap perkembangan *T. castaneum*

Beberapa larva yang bertahan hidup setelah 72 jam fumigasi mengalami kematian pada hari-hari berikutnya sehingga gagal menjadi pupa, dan beberapa larva yang berhasil menjadi pupa sebagian besar gagal menjadi imago (Tabel 5). Hasil ini mengindikasikan bahwa efek fumigan dari senyawa yang terkandung di dalam fraksi *n*-heksana pepermin *M. piperita* selain mengakibat-

Tabel 4. Parameter regresi probit hubungan antara konsentrasi fraksi *n*-heksana minyak pepermin *M. piperita* dengan mortalitas *T. castaneum*.

Table 4. Parameters of probit regression correlation between concentration of *n*-hexane fraction of *M. piperita* peppermint oil and *T. castaneum* mortality.

Fase	Nilai b ± SE	LC ₅₀	LC ₉₅
		(SK 95 %)	(SK 95 %)
(%)			
Imago	11,47 ± 0,87	1,38 (1,34 – 1,42)	1,92 (1,83 – 2,04)
Larva	3,76 ± 0,38	3,45 (2,94 – 3,96)	9,43 (7,12 – 16,56)

Keterangan/Note :

b = kemiringan regresi probit/slope of probit regression.

SE = standard error.

LC = konsentrasi letal/lethal concentration.

SK = selang kepercayaan/confidence interval.

kan kematian, juga dapat menghambat perkembangan *T. castaneum* pada konsentrasi *sublethal*. Hal tersebut diperkuat dengan adanya gejala abnormal yang tampak pada perlakuan tetapi tidak terjadi pada kontrol (Gambar 1).

Gejala pada larva yang gagal menjadi pupa yaitu perubahan warna larva menjadi coklat kehitaman, mengerut, dan mengering pada akhir pengamatan (Gambar 1a). Pupa yang gagal menjadi imago mengalami bentuk yang tidak sempurna, yaitu kondisi pupa berwarna cokelat kehitaman dan mengerut (Gambar 1b). Meskipun beberapa larva berhasil berkembang sampai fase imago, namun terjadi abnormalitas morfologi dimana sebagian besar imago tersebut memiliki tungkai dan kedua sayap yang tidak berkembang dengan sempurna (Gambar 1c).

Mekanisme penghambatan pertumbuhan dan perkembangan serangga dapat terjadi dengan beberapa cara. Pada serangga yang tidak tahan terhadap senyawa aktif, dapat tetap bertahan dengan memaksimalkan pemanfaatan sumber energi di dalam tubuhnya sebelum akhirnya mati. Sebagai konsekuensi dari keadaan ini, larva akan mengalami hambatan pertumbuhan dan perkem-

Tabel 5. Aktivitas penghambatan fraksi *n*-heksana minyak peppermint *M. piperita* terhadap *T. castaneum*.

Table 5. Inhibitory activities of *n*-hexane fraction of *M. piperita* peppermint oil against *T. castaneum*.

Konsentrasi (%)	Kemunculan pupa (%)	Kemunculan imago (%)
Kontrol	100 a	94,00 a
2	74,91 b	16,59 b
3	65,14 bc	9,23 b
4	48,67 c	9,12 b

Keterangan/Note:

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menyatakan tidak berbeda nyata menurut DMRT 5 %/Numbers followed by same letter in the same column were not significantly different by 5% DMRT.



Gambar 1. Gejala abnormal pada *T. castaneum* setelah perlakuan dengan fraksi aktif minyak peppermint *M. piperita*; (a) larva gagal menjadi pupa, (b) pupa gagal menjadi imago, (c) imago abnormal.

Figure 1. Abnormal symptoms of *T. castaneum* after exposure to active fraction of *M. piperita* peppermint oil; (a) larva failed to emerge as pupa, (b) pupa failed to emerge as adult, (c) adult abnormality.

bangkan (Matsumura 1985). Hasil penelitian ini mendukung penelitian Bosly (2013) yang mengatakan, minyak atsiri peppermint *M. piperita* mampu menekan pembentukan pupa dan kemunculan imago *Musca domestica* serta menyebabkan kelainan morfologi pada fase larva dan pupa.

Repelensi minyak atsiri

Nilai repelensi minyak atsiri mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu pengamatan. Selain itu, peningkatan konsentrasi minyak atsiri meningkatkan dan memperpanjang efek repelen (Gambar 2). Hal ini disebabkan pada konsentrasi minyak atsiri yang tinggi, maka kandungan senyawa aktifnya juga lebih tinggi.

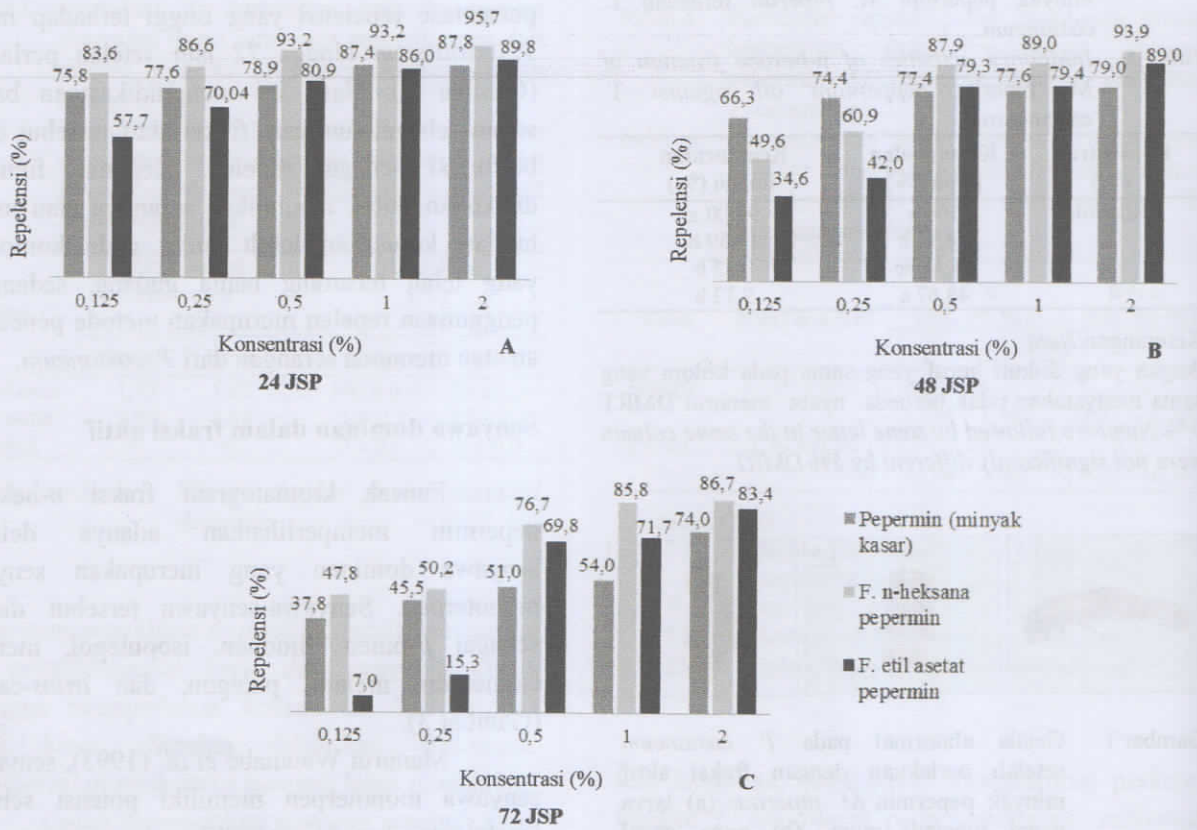
Fraksi *n*-heksana peppermint menunjukkan persentase repelensi yang tinggi terhadap imago *T. castaneum* hingga 72 jam setelah perlakuan (Gambar 2). Hasil ini mengindikasikan bahwa selain sebagai fumigan, fraksi aktif tersebut dapat berfungsi sebagai repelen. Kegiatan fumigasi dilakukan untuk mematikan serangga atau menghindari kerusakan lebih lanjut pada komoditas yang telah terserang hama gudang, sedangkan penggunaan repelen merupakan metode pencegahan atau menunda serangan dari *T. castaneum*.

Senyawa dominan dalam fraksi aktif

Puncak kromatogram fraksi *n*-heksana peppermint memperlihatkan adanya delapan senyawa dominan yang merupakan senyawa monoterpen. Senyawa-senyawa tersebut diduga sebagai β -pinen, limonen, isopulegol, menton, isomenton, mentol, pulegon, dan *trans*-carane (Gambar 3).

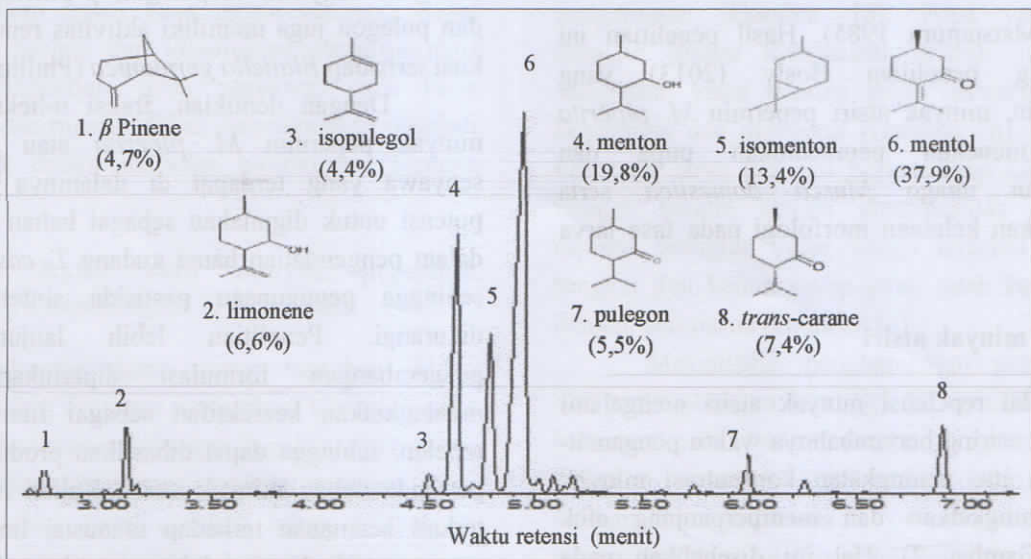
Menurut Watanabe *et al.* (1993), senyawa-senyawa monoterpen memiliki potensi sebagai insektisida karena memiliki daya racun dan aktivitas repelen yang tinggi terhadap serangga. Lee *et al.* (2003) melaporkan bahwa senyawa limonen, menton, isopulegol, mentol dan pulegon memiliki aktivitas fumigan terhadap *M. domestica* dan *T. castaneum*. Selain bertindak sebagai fumigan, senyawa isopulegol, β -pinen, menton, dan pulegon juga memiliki aktivitas repelen yang kuat terhadap *Blattella germanica* (Phillips 2009).

Dengan demikian, fraksi *n*-heksana dari minyak peppermint *M. piperita* atau senyawa-senyawa yang terdapat di dalamnya memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan alternatif dalam pengendalian hama gudang *T. castaneum*, sehingga penggunaan pestisida sintetik dapat dikurangi. Penelitian lebih lanjut untuk pengembangan formulasi diperlukan untuk meningkatkan keefektifan sebagai fumigan dan repelen, sehingga dapat dihasilkan produk berupa pestisida nabati minyak atsiri. Kajian lebih luas terkait keamanan terhadap manusia, lingkungan, maupun terhadap produk yang akan dilindungi juga penting untuk dilakukan.



Gambar 2. Repelensi minyak kasar, fraksi *n*-heksana, dan fraksi etil asetat minyak pepermin *M. piperita* terhadap imago *T. castaneum* pada; (a) 24, (b) 48, (c) 72 jam setelah perlakuan (JSP).

Figure 2. Repellency of the crude oils, *n*-hexane fraction, and ethyl acetat fraction of *M. piperita* peppermint oil against adults of *T. castaneum* at; (a) 24, (b) 48, (c) 72 hour after treatment (HAT).



Gambar 3. Kromatogram gas dan senyawa bangun fraksi *n*-heksana dari minyak pepermin *M. piperita*.

Figure 3. Gas chromatogram and chemical structure of *n*-hexane fraction of *M. piperita* peppermint oil.

KESIMPULAN

Fraksi *n*-heksana pepermin (FHP) dari minyak atsiri tanaman *M. piperita* merupakan fraksi yang aktif terhadap mortalitas larva dan imago *T. castaneum*. FHP juga menghambat perkembangan dan bersifat repelen terhadap *T. castaneum*. Senyawa kimia yang terdapat pada FHP terdiri atas β -pinen, limonen, isopulegol, menton, isomenton, mentol, pulegon, dan *trans*-caradiol.

UCAPANAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Ir. Sri Widayanti, M.Si dan Trijanti Widinni Asnan, S.P, M.Si (Seameo Biotrop) yang telah banyak membantu penulis selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous (1989) Principles and General Practice. In: *Suggested Recommendations for the Fumigation of Grain in the ASEAN Region*. Kuala Lumpur and Canberra, Malaysia and Australia, ASEAN Food Handling Bureau (AFHB) and Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), pp. 1-99.
- Asnan, M.C. (2013) Toksisitas Kontak dan Efek Fumigan Minyak Atsiri Cinnamomum spp. (Lauraceae) terhadap Tribolium castaneum (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Institut Pertanian Bogor. 20 hlm.
- Besly, A.H. (2013) Evaluation of Insecticidal Activities of *Mentha piperita* and *Lavandula angustifolia* Essential Oils. *J. Entomol. Nematol.* 5 (4), 50-54.
- Chambey, M.K. (2007) Insecticidal Activity of *Trachyspermum ammi* (Umbelliferae), *Anethum graveolens* (Umbelliferae) and *Nigella sativa* (Ranunculaceae) Essential Oils Against Stored-Product Beetle *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Afr. J. Agric. Res.* 2 (11), 596-600.
- Dadang (1999) *Insect Regulatory Activity and Active Substances of Indonesian Plants Particularly to the Diamondback Moth*. Tokyo University of Agriculture. 179 p.
- Dadang (2015) *Pengembangan Pestisida Nabati Untuk Mendukung Pertanian Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan*. Bogor, IPB Press.
- Hartati, S.Y. (2012) Prospek Pengembangan Minyak Atsiri sebagai Pestisida Nabati. *Jurnal Perspektif*. 11 (1), 45-58.
- Houghton, P.J. & Raman, A. (1998) *Laboratory Handbook for the Fractionation of Natural Extracts*. London, Chapman & Hall.
- Isman, M.B. (2000) Plant Essential Oils for Pest and Disease Management. *Crop Prot.* 19 (8), 603-608.
- Kementan (2011) *Tatacara Pelaksanaan Fumigasi dengan Fosfin*. Jakarta, Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati, Badan Karantina Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Kim, S. Il, Roh, J.Y., Kim, D.H., Lee, H.S. & Ahn, Y.J. (2003) Insecticidal Activities of Aromatic Plant Extracts and Essential Oils Against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *J Stored Prod Res.* 39, 293-303.
- Koul, O., Walia, S. & Dhaliwal, G.S. (2008) Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraint. *Biopestic. Int.* 4 (1), 63-84.
- Lashgari, A., Mashayekhi, S., Javadzadeh, M. & Marzban, R. (2014) Effect of *Mentha piperita* and *Cuminum cyminum* Essential Oil on *Tribolium castaneum* and *Sitophilus oryzae*. *Arch Phytopathology Plant Protect.* 47 (3), 324-329. doi:10.1080/03235408.2013.809230.
- Lee, S., Peterson, C.J. & Coats, J.R. (2003) Fumigation Toxicity of Monoterpenoids to Several Stored Product Insects. *J Stored Prod Res.* 39 (1), 77-85.
- Lee, S.E., Lee, B.H., Choi, W.S., Park, B.S., Kim, J.G. & Campbell, B.C. (2001) Fumigant Toxicity of Volatile Natural Products from Korean Spices and Medicinal Plants towards the Rice Weevil, *Sitophilus oryzae* (L). *Pest Manag Sci.* 57 (6), 548-553. doi:10.1002/ps.322.
- Matsumura, F. (1985) *Toxicology of Insecticides*. New York, Plenum Press. 598 p.

- Ofori, D.O. & Reichmuth, C. (1997) Bioactivity of Eugenol, A Major Component of Essential Oil of *Ocimum suave* (Wild.) Against Four Species of Stored-product Coleoptera. *Int J Pest Manag.* 43 (1), 89-94.
- Parwata, I.M.O.A., Rita, W.S. & Yoga, R. (2009) Isolasi dan Uji Antiradikal Bebas Minyak Atsiri pada Daun Sirih (*Piper betle* Linn) secara Spektroskopi Ultra Violet-Tampak. *Jurnal Kimia.* 3 (1), 7-13.
- Phillips, A.K. (2009) *Toxicity and Repellency of Essential Oil to the German Cockroach (Dictyoptera: Blattellidae)*. Auburn University. 131 p.
- Samarasekera, R., Weerasinghe, I.S. & Hemalal, K.D.P. (2008) Insecticidal Activity of Menthol Derivatives Against Mosquitoes. *Pest Manag Sci.* 64, 290-295. doi:10.1002/ps.
- Sjam, S. (2014) *Hama Pascapanen dan Strategi Pengendaliannya*. Bogor, IPB Press. 120 hlm.
- Sjam, S., Melina & Thamrin, S. (2010) Pengujian Ekstrak Tumbuhan *Vitex trifolia* L., *Acorus colomus* L., dan *Andropogon nardus* L. terhadap Hama Pasca Panen *Araecerus fasciculatus* De Geer (Coleoptera : Anthribidae) pada Biji Kakao. *J. Entomol. Indon.* 7 (1), 1-8.
- Sunjaya & Widayanti, S. (2012) Pengenalan Serangga Hama Gudang. In: Prijono, D. et al. (eds.) *Pengelolaan Hama Gudang Terpadu*. 3rd edition. Bogor, Seameo Biotrop, KLH, UNIDO, pp. 39-51.
- Torres, F.C., Lucas, A.M., Lucia, V., Ribeiro, S., Martins, R., Poser, G. Von, Guala, M.S., Elder, H.V. & Cassel, E. (2012) Influence of Essential Oil Fractionation by Vacuum Distillation on Acaricidal Activity Against the Cattle Tick. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 55 (4), 613-621.
- Watanabe, K., Shono, Y., Kakimizu, A., Okada, A., Matsuo, N., Satoh, A. & Nishimura, H. (1993) New Mosquito Repellent from *Eucalyptus camaldulensis*. *J Agric Food Chem.* 41 (11), 2164-2166. doi:10.1021/jf00035a065.
- Wiratno, Siswanto, Luluk & Suriati, S. (2011) Efektivitas Beberapa Jenis Tanaman Obat dan Aromatik sebagai Insektisida Nabati untuk Mengendalikan *Diconocoris hewetti* Dist (Hemiptera ; Tingidae). *Bul. Littro.* 22 (2), 198-204.

PERSISTENSI RESIDU INSEKTISIDA NABATI PIRETRUM DAN MIMBA PADA TANAMAN PADI

Persistence of Botanical Insecticide Residue of Pyrethrum and Neem in Rice Plant

Agus Kardinan, Tri Eko Wahyono dan Nurbetti Tarigan

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3, Bogor 16111

INFO ARTIKEL

Article History:

Diterima: 29 Maret 2017

Direvisi: 04 April 2017

Disetujui: 31 Januari 2018

Kata kunci:

Azadirachta indica; *Chrysanthemum cinerariaefolium*; *Nilaparvata lugens*; Persistensi

Key words:

Azadirachta indica; *Chrysanthemum cinerariaefolium*; *Nilaparvata lugens*; persistence

ABSTRAK/ABSTRACT

Wereng coklat hingga saat ini masih merupakan masalah utama pada padi. Pengendalian dengan insektisida nabati dianggap kurang efektif, karena tidak dapat bertahan lama di lapangan. Penelitian mengenai persistensi residu insektisida nabati piretrum dan mimba pada padi telah dilakukan di rumah kaca Entomologi, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor dari bulan Januari hingga Desember 2016. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lamanya residu insektisida nabati pada tanaman padi dengan cara mengujinya terhadap mortalitas wereng coklat. Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan terdiri dari dua formula piretrum (EC); dua formula mimba (EC); kontrol positif berupa insektisida sintetis berbahan aktif karbosulfan dan kontrol negatif berupa air. Metoda yang digunakan adalah metode residu daun (*Leaf Residue Method*), yaitu dengan cara menyemprot tanaman padi berumur sekitar satu bulan dengan konsentrasi sesuai perlakuan yang telah ditentukan, kemudian diintroduksi 10 ekor nimfa wereng coklat instar empat ke setiap tanaman pada hari pertama, kedua, ketiga dan keempat. Mortalitas serangga diamati pada jam pertama; ketiga; keenam; ke-24 dan ke-48 setelah introduksi. Residu insektisida nabati yang diuji masih berpengaruh terhadap mortalitas wereng coklat sampai dengan hari keempat setelah penyemprotan, walaupun efektivitasnya menurun sejalan dengan waktu. Rata-rata mortalitas pada introduksi hari pertama setelah penyemprotan berkisar antara 53-73 % dan pada introduksi hari keempat setelah penyemprotan berkisar antara 18-25 %.

Brown planthopper is still a major problem in rice. Control using botanical insecticides is considered less effective, since its persistence in rice plantation is short. Research on the persistence of botanical insecticide residues of pyrethrum and neem in rice has been conducted in green house of Entomology, Indonesian Spices and Medicinal Crops Research Institute, Bogor from January to December 2016. The research was aimed to determine the persistence of botanical insecticide residue on rice by testing it to brown planthopper mortality. The study was arranged in complete randomized design with six treatments and four replications. The treatment consisted of two pyrethrum formulas (EC); two neem formulas (EC); positive controls of synthetic insecticides (a.i. carbosulfan) and negative control (water). The method used was Leaf Residue Method, by spraying the formula into one month-old rice plants, then 10 brown planthopper nymphs of forth instar were introduced into each plant in the first, second, third and fourth day after spraying. The planthopper mortality was observed in the first, third, sixth, 24th and 48th hours after introduction. The residuals of all insecticides tested were still affecting the mortality of brown planthopper until the fourth day after spraying, although the effectiveness

* Alamat Korespondensi : kardinanagus@yahoo.com

decreased by the time. The average mortality on the first day introduction after spraying ranged between 53-73 % and in the fourth day after spraying was 18-25 %.

PENDAHULUAN

Hama wereng coklat telah tersebar luas di Indonesia yang mengakibatkan kerugian yang besar, karena selain merusak langsung tanaman padi dengan mengisap cairan tanaman, hama ini juga sebagai vektor virus (Baehaki dan Mejaya 2014). Siklus hidup wereng cokelat (telur-nimfa-imago) berbeda pada setiap jenis padi, tergantung ketahanannya (Yaherwandi 2013). Pengendalian yang dianjurkan adalah dengan pengendalian hama terpadu, diantaranya menggunakan varietas tahan, musuh alami seperti laba laba, kultur teknis dan lainnya (Gunawan *et al.* 2015). Ketergantungan petani terhadap insektisida sintetis dalam mengendalikan wereng coklat sangat tinggi dan ditunjang oleh semakin banyaknya pestisida sintetis yang beredar di lapangan, sehingga mengancam kesehatan lingkungan dan manusia (Kardinan 2014), diantaranya meningkatnya resistensi dan resurgensi hama terhadap insektisida, terkontaminasinya air tanah, menurunnya biodiversitas, dan bahaya-bahaya lain yang berkaitan dengan lingkungan (Soetopo dan Indrayani 2007). Hasil penelitian Rasipin *et al.* (2012) menunjukkan bahwa penggunaan pestisida yang intensif berpengaruh terhadap peningkatan kasus pembengkakan kelenjar tiroid (gondok) pada anak-anak di sentra produksi pertanian. Oleh karena itu, diperlukan suatu terobosan untuk mendapatkan insektisida yang ramah lingkungan, salah satunya adalah dengan pestisida nabati.

Penggunaan pestisida nabati harus merupakan bagian terintegrasi dari usaha pengendalian hama wereng coklat untuk meminimalisir dampak negatif terhadap kesehatan manusia, serangga yang menguntungkan seperti musuh alami, penyerbuk, organisme bukan sasaran dan lingkungan (Katti 2013). Beberapa jenis pestisida nabati dilaporkan efektif mengendalikan wereng coklat, diantaranya ekstrak daun kipait (*Tithonia diversifolia*) yang menghambat daya makan (*anti-feedant*) wereng coklat (Mokodompit *et al.* 2013), ekstrak daun suren yang dapat menekan populasi

wereng coklat tetapi tidak berdampak negatif terhadap populasi musuh alami *Paederus fuscipes* dan *Lycosa pseudoannulata* (Subandi *et al.* 2017), ekstrak tembakau efektif mengendalikan populasi wereng coklat (Tuti *et al.* 2014), ekstrak daun kumis kucing berpengaruh terhadap mortalitas wereng coklat dengan nilai LC50 sebesar 3,5 % pada jam ke-72 setelah aplikasi (Ningsih *et al.* 2014). Penelitian proses produksi ekstrak tumbuhan sebagai bahan aktif pestisida sudah banyak dilakukan (Hasyim *et al.* 2010). Teknik formulasi yang baik merupakan cara untuk menjaga kestabilan sediaan yang berdampak langsung pada viabilitas ekstrak sebagai pestisida (Devi dan Maji 2011), sehingga efektifitas dan persistensinya di lapangan terjaga dan pada akhirnya mampu bersaing dengan insektisida kimia sintetis. Beberapa jenis tanaman yang potensial untuk digunakan sebagai bahan pestisida nabati antara lain mimba (*Azadirachta indica*) dan piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium*).

Bunga piretrum dengan kandungan bahan aktif utama piretrin, jasmolin dan cinerin merupakan bahan insektisida nabati yang bersifat menyerang sistem syaraf serangga, sehingga efeknya cepat terlihat (*rapid in action*) dengan gejala kejang-kejang lalu lumpuh dan akhirnya mati. Namun demikian piretrum aman bagi manusia dan hewan peliharaan (Kardinan dan Karmawati 2013). Piretrum belum diuji terhadap wereng, tetapi ekstrak bunganya dilaporkan efektif mengendalikan hama gudang, diantaranya *Tribolium castaneum* (Shawkat *et al.* 2011). Bahan aktif piretrum, yaitu piretrin menunjukkan efek yang cepat dalam membunuh (*knock down effect*) terhadap nyamuk malaria (*Anopheles gambiae*), tetapi memiliki persistensi yang rendah di alam dan tingkat toksisitas yang rendah terhadap mamalia (Duchon *et al.* 2009).

Mimba belum diuji efeknya terhadap wereng coklat, tetapi dilaporkan dapat digunakan untuk mengendalikan beberapa jenis hama, diantaranya hama kakao di Nigeria (Asogwa *et al.*

2010) dan sebagai bahan pengusir serangga (*insect repellent*) untuk nyamuk (Aremu *et al.* 2009). Ekstrak biji mimba dengan aseton menyebabkan efek depresi pada perkembangan larva instar ketiga serangga *Corcyra cephalonica* (Staint.), sedangkan pada dosis 0,16% (a.i) (v/w) menyebabkan 100% kematian larva *Corcyra cephalonica* (Staint.), sehingga dapat dikategorikan sebagai bahan yang sangat beracun untuk hama (Pathak dan Tiwari 2012). Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui persistensi insektisida nabati piretrum dan mimba pada tanaman padi, sehingga dapat digunakan untuk menentukan frekuensi aplikasi yang efektif dan efisien.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di laboratorium dan Rumah Kaca Entomologi Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor sejak Januari sampai Desember 2016 dengan tahapan sebagai berikut:

Penyiapan serangga uji

Serangga uji wereng coklat diambil dari sentra produksi padi dan dipelihara di laboratorium/rumah kaca. Wereng coklat yang digunakan pada percobaan adalah stadia nimfa instar ke-4 dari generasi ke-2 hasil perbanyakan di rumah kaca.

Persiapan tanaman padi

Tanaman padi varietas IR 26 yang peka terhadap wereng coklat berumur satu bulan setelah tanam, bebas dari residu pestisida, dipelihara dengan diberi pupuk sesuai rekomendasi. Tanaman padi ditumbuhkan pada pot plastik (ember) berdiameter 20 cm dan tinggi 25 cm, ditutup dengan plastik milar berdiameter 20 cm dan tinggi 50 cm, bagian atasnya ditutup dengan kain kasa untuk pertukaran udara/oksigen.

Rancangan penelitian

Pengujian mengikuti metode residu pada daun (*leaf residue method*). Penelitian dirancang

dalam acak lengkap dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang diuji sebagai berikut:

1. Formula piretrum I (konsentrasi 5 ml.l⁻¹ air), terdiri dari ekstrak piretrum 2 % + Tween 80 2 % + minyak sawit 48 % + chitin 48 %.
2. Formula piretrum II (konsentrasi 5 ml.l⁻¹ air) yaitu ekstrak piretrum 2 % + Tween 80 2 % + minyak sawit 96 %.
3. Formula mimba I (konsentrasi 20 ml.l⁻¹ air) yaitu minyak mimba 60 % + Tween 80 2 % + minyak sawit 38 %.
4. Formula mimba II (konsentrasi 20 ml.l⁻¹ air) terdiri dari minyak mimba 60 % + dimetil sulfoksida (DMSO) 2 % + minyak sawit 38 %.
5. Insektisida sintetis (konsentrasi 2 ml.l⁻¹ air) dengan bahan aktif karbosulfan
6. Kontrol (air)

Konsentrasi yang digunakan untuk formula piretrum dan mimba berdasarkan hasil uji pendahuluan, sedangkan konsentrasi insektisida sintetis berbahan aktif karbosulfan berdasarkan rekomendasi penggunaan pada kemasannya.

Cara aplikasi

Aplikasi dilakukan dengan cara menyemprot tanaman padi terlebih dahulu dengan mikro sprayer, kemudian nimfa wereng coklat instar empat sebanyak 10 ekor dimasukkan/diintroduksi ke tanaman padi yang telah disemprot dengan cara menempatkannya di daun padi sesaat setelah aplikasi (hari ke satu), hari ke dua, hari ke tiga dan hari ke empat setelah aplikasi untuk melihat ketahanan residu formula pada tanaman padi. Introduksi dilakukan sampai hari ke empat setelah penyemprotan didasarkan kebiasaan sebagian petani yang menyemprot dengan interval seminggu sekali. Dengan introduksi wereng empat hari setelah penyemprotan dan pengamatan dilakukan hingga jam ke 48 (dua hari), maka dapat dilihat pengaruh residu selama seminggu, yaitu tenggang waktu diantara penyemprotan.

Pengamatan

Mortalitas wereng cokelat diamati pada jam pertama, jam ketiga, jam keenam, jam ke-24 dan jam ke-48 setelah introduksi. Persentase

mortalitas dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{Jumlah wereng yang mati pada perlakuan}}{\text{Jumlah wereng yang hidup pada kontrol}} \times 100 \%$$

Analisis data

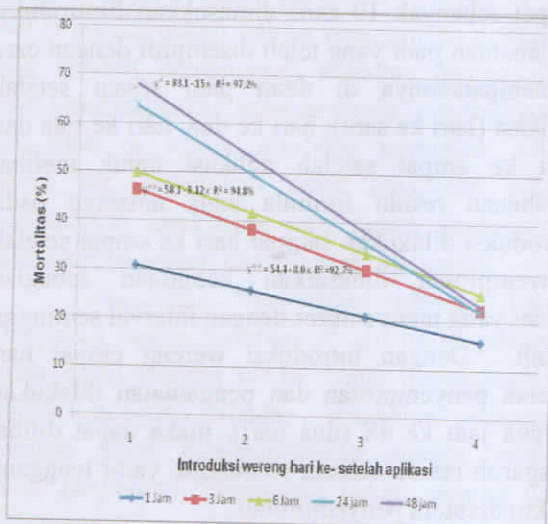
Data dinalisis dengan ANOVA, dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5 % apabila terdapat perbedaan yang nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

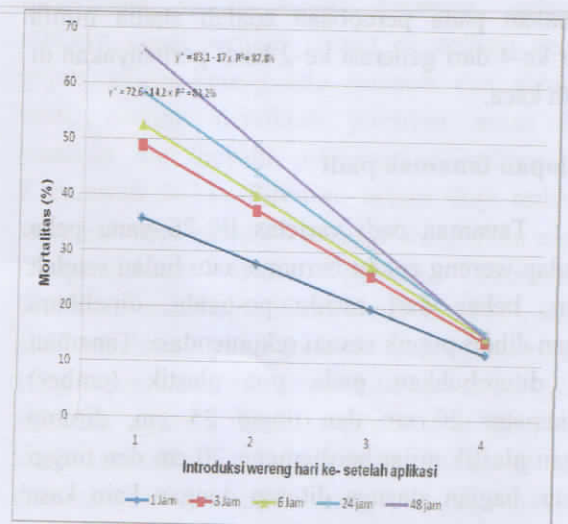
Residu insektisida nabati, baik piretrum formula 1 dan 2, maupun mimba formula 1 dan 2 pada padi masih berdampak hingga hari keempat, walaupun efektifitasnya menurun dari hari ke hari (Gambar 1 dan 2).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa wereng yang diintroduksi pada tanaman padi yang telah diberi perlakuan formula piretrum 1 dan 2 pada hari pertama, menunjukkan mortalitas sebesar 35-42,5 % pada jam pertama dan menunjukkan peningkatan mortalitas pada jam jam

berikutnya, yaitu 71,25 % dan 73,75 % pada jam ke-48. Hal ini menunjukkan bahwa residu piretrum pada hari pertama setelah penyemprotan pada tanaman masih belum banyak terdegradasi, sehingga pengaruhnya masih nyata terhadap mortalitas wereng coklat. Peningkatan mortalitas pada jam pertama hingga ke-48 merupakan akumulasi efek dari residu insektisida nabati piretrum. Pada introduksi wereng coklat hari ke dua setelah penyemprotan menunjukkan adanya penurunan tingkat mortalitas, yaitu dari 35-42,5 % pada introduksi hari pertama pada jam pertama menjadi 18,75-20 % pada introduksi di hari kedua pada jam pertama, turun secara signifikan (50 %) yang menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada kedua pengamatan tersebut (Gambar 1). Demikian juga halnya pada introduksi wereng coklat di hari ketiga dan keempat setelah penyemprotan terlihat adanya penurunan mortalitas yang signifikan yang dimulai dari jam pertama. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Duchon *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa bahan aktif piretrum, yaitu piretrin menunjukkan efek yang cepat dalam membunuh (*knock down effect*) terhadap serangga, namun memiliki persistensi yang rendah di alam, sehingga mudah terdegradasi.



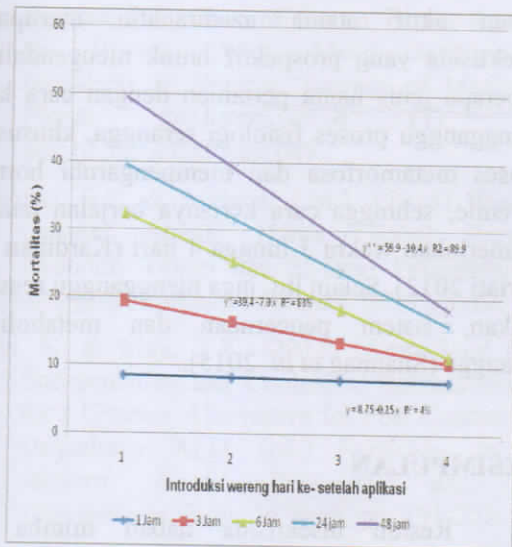
(a)



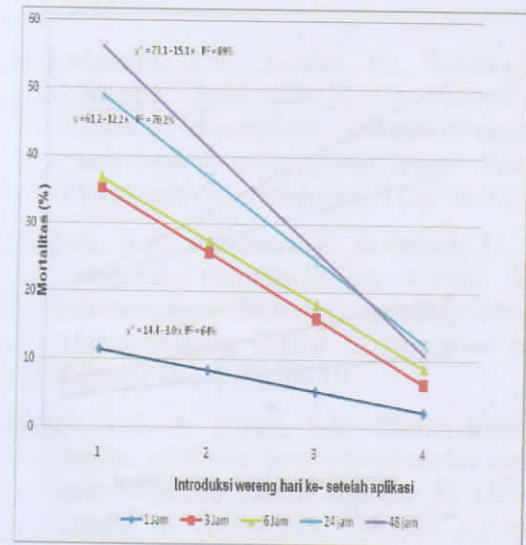
(b)

Keterangan/Note : * berbeda nyata pada uji DMRT taraf 10%/significantly different at DMRT 10 %.
** berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%/significantly different at DMRT 5 %.

Gambar 1. Pengaruh residu formula piretrum 1 (a) dan piretrum 2 (b) terhadap mortalitas wereng coklat.
Figure 1. The residual effect of formula of pyrethrum 1 (a) and pyrethrum 2 (b) on brown planthopper mortality.



(a)



(b)

Keterangan/Note : * berbeda nyata pada uji DMRT taraf 10 %/significantly different at DMRT 10%.
 ** berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5 %/significantly different at DMRT 5%.

Gambar 2. Pengaruh residu formula mimba 1 (a) dan mimba 2 (b) terhadap mortalitas wereng coklat.
 Figure 2. The residual effect of formula of neem 1 (a) and neem 2 (b) on brown planthopper mortality.

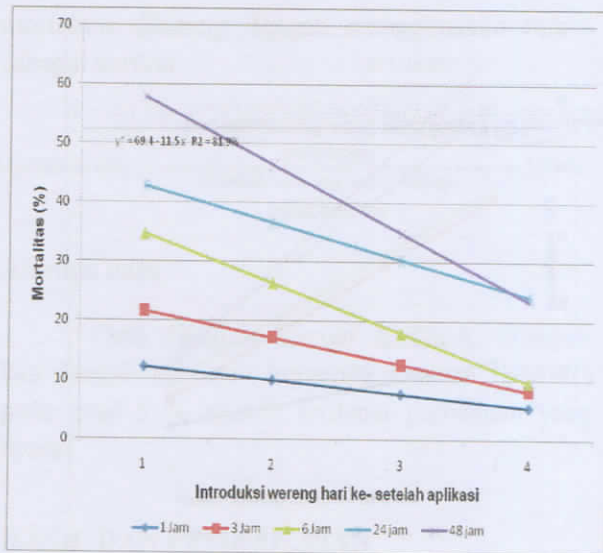
Hasil penelitian terhadap formula mimba 1 dan mimba 2 pada saat introduksi wereng di hari pertama pada jam pertama menunjukkan tingkat mortalitas yang lebih rendah (Gambar 2) dibanding mortalitas pada perlakuan formula piretrum 1 dan piretrum 2 (Gambar 1). Namun tingkat mortalitas meningkat seiring dengan waktu pengamatan pada jam berikutnya. Pada pengamatan jam pertama, tingkat mortalitas pada formula mimba 1 dan mimba 2 sebesar 7,5 % dan 13,75 % meningkat menjadi 53,75 % dan 63,75 % pada pengamatan jam ke-48. Terjadi penurunan dampak residu insektisida nabati formula mimba 1 dan mimba 2 secara signifikan dari waktu introduksi wereng coklat di hari pertama hingga waktu introduksi wereng coklat di hari ke dua dan berikutnya. Namun demikian dampak residunya masih terlihat hingga hari keempat (Gambar 2).

Ahmad *et al.* (2015) melaporkan penggunaan mimba, baik secara tunggal ataupun dikombinasikan dengan insektisida lainnya, mampu membunuh sekitar 71 % nimfa wereng coklat pada hari pertama. Hasil penelitian Venkat *et al.* (2015) juga menunjukkan bahwa mimba dengan bahan aktif azadirachtin mampu menekan populasi wereng coklat sebesar 49,4 %.

Formula insektisida nabati mimba memberikan respon sedikit lambat dibandingkan insektisida nabati piretrum. Senthil-Nathan *et al.* (2009) menyatakan bahwa mimba memerlukan waktu yang lambat, yaitu sekitar 48 jam untuk membunuh sekitar 80 % serangga uji. Daya kerjanya lebih kepada penghambatan pertumbuhan, sehingga daya bunuhnya lebih lambat dibandingkan dengan piretrum.

Respon insektisida sintetis terhadap mortalitas wereng coklat menunjukkan hal yang sama, yaitu menurun efeknya secara signifikan terhadap mortalitas wereng coklat dari waktu introduksi wereng coklat pada hari pertama hingga waktu introduksi wereng coklat pada hari berikutnya, hingga hari keempat. Namun demikian, residu insektisida sintetis masih memberikan dampak terhadap mortalitas wereng coklat hingga hari keempat (Gambar 3).

Formula piretrum 1 dan piretrum 2 menunjukkan hasil yang lebih baik bila dibandingkan dengan insektisida kimia sintetis dan perlakuan insektisida lainnya yang diuji, yaitu formula mimba 1 dan mimba 2. Namun belum dapat disimpulkan bahwa insektisida nabati piretrum lebih baik serta dapat mengimbangi



Keterangan/Note : * berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 10 %/significantly different at DMRT 10 %.

Gambar 3. Pengaruh residu insektisida sintesis (bahan aktif karbosulfan) terhadap mortalitas wereng coklat.

Figure 3. The residual effect of synthetic insecticide (a.i. carbosulfan) on brown planthopper mortality.

insektisida kimia sintesis, karena penelitian ini masih dilakukan dalam skala rumah kaca dimana faktor lingkungan seperti curah hujan, sinar matahari, dan lainnya belum mewakili keadaan di lapangan, karena salah satu kelemahan piretrum adalah mudah terdegradasi di alam khususnya oleh sinar ultra violet. Hasil penelitian di lapangan yang dilakukan oleh Reddy *et al.* (2015) menunjukkan insektisida sintesis lebih stabil daripada insektisida nabati. Semua insektisida nabati yang diuji, termasuk mimba efikasinya masih di bawah insektisida sintesis (Acephate 75SP).

Data di atas menunjukkan bahwa insektisida nabati piretrum dan mimba residunya mampu bertahan selama empat hari, walaupun terjadi penurunan yang signifikan dari hari ke hari. Piretrum bersifat cepat memberikan respon (*rapid in action*) karena bersifat menyerang syaraf (racun syaraf), sedangkan mimba agak lambat bereaksi karena bersifat lebih kepada mengganggu proses pertumbuhan. Namun demikian mimba dengan

bahan aktif utama azadirachtin merupakan insektisida yang prospektif untuk mengendalikan beberapa jenis hama pertanian dengan cara kerja mengganggu proses fisiologi serangga, khususnya proses metamorfosa dan mempengaruhi hormon juvenile, sehingga cara kerjanya berjalan lambat, memerlukan waktu 3 hingga 4 hari (Kardinan dan Suriati 2012). Selain itu, juga mengganggu regulasi makan, sistem pencernaan dan metabolisme serangga (Shannag *et al.* 2015).

KESIMPULAN

Residu insektisida nabati mimba (*A. indica*) dengan kandungan bahan aktif utama azadirachtin dan piretrum (*C. cinerariaefolium*) dengan kandungan bahan aktif utama piretrin mampu bertahan selama empat hari pada tanaman padi, walaupun terjadi penurunan mortalitas yang signifikan dari hari ke hari pada serangga uji wereng coklat (*N. lugens*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ekwasita Rini Pribadi, M.Sc yang telah membantu menganalisis data penelitian, juga kepada Cucu Sukmana dan Sondang Suriati yang telah banyak membantu kegiatan penelitian ini, sehingga penelitian dapat diselesaikan sesuai rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Z., Ahmad, M. & Rehman, A. (2015) Efficacy of Botanical and Insecticidal Used in Single and Combination for Controlling Brown Planthoppers in Transplanted Rice. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* 2 (4), 79-82.
- Aremu, O.I., Femi-Oyewo, M.N. & Popoola, K.O.K. (2009) Repellent Action of Neem (*Azadirachta indica*) Seed Oil Cream Against *Anopheles gambiae* Mosquitoes. *African Research Review.* 3 (3), 12-22.
- Asogwa, E.U., Ndubuaku, T.C.N., Ugwu, J.A. & Awe, O.O. (2010) Prospects of Botanical Pesticides from Neem, *Azadirachta indica* for

- Routine Protection of Cocoa Farms Against the Brown Cocoa Mirid *Sahlbergella singularis* in Nigeria. *Journal of Medicinal Plants Research*. 4 (1), 1-6. doi:10.5897/JMPR09.049.
- Baehaki, S.E. & Mejaya, I.M.J. (2014) Wereng Cokelat sebagai Hama Global Bernilai Ekonomi Tinggi dan Strategi Pengendaliannya. *Iptek Tanaman Pangan*. IX (1), 1-12.
- Devi, N. & Maji, T.K. (2011) Neem Seed Oil : Encapsulation and Controlled Release-Search for a Greener Alternative for Pest Control. In: Stoytcheva, M.D. (ed.) *Pesticides in the Modern World Pesticides use and Management*. India, In Tech, pp. 191-232.
- Duchon, S., Bonnet, J., Marcombe, S., Zaim, M. & Corbel, V. (2009) Pyrethrum: A Mixture of Natural Pyrethrins Has Potential for Malaria Vector Control. *Journal of Medical Entomology*. 46 (3), 516-522. doi:10.1603/033.046.0316.
- Gunawan, C.S.E., Mudjiono, G. & Astuti, L.P. (2015) Kelimpahan Populasi Wereng Batang Coklat *Nilaparvata lugens* Stal. (Homoptera: Delphacidae) dan Laba-Laba pada Budidaya Tanaman Padi dengan Penerapan Pengendalian Hama Terpadu dan Konvensional. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*. 3 (1), 117-122.
- Hasyim, A., Setiawati, W., Murtiningsih, R. & Sofiari, E. (2010) Efikasi dan Persistensi Minyak Serai sebagai Biopestisida terhadap *Helicoverpa armigera* Hubn. (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Hort*. 20 (4), 377-386.
- Kardinan, A. (2014) Control of Fruit Flies Pest on Guava Fruit by Using Organic Insecticide. In: Rahmann, G. & Aksoy, U. (eds.) *Building Organic Bridges*. 3, Istanbul, Johann Heinrich von Thünen-Institut, pp. 675-678.
- Kardinan, A. & Karmawati, E. (2013) Pestisida Nabati. *Bogor, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan*. 96 hlm.
- Kardinan, A. & Suriati, S. (2012) Efektifitas Pestisida Nabati terhadap Serangga Hama pada Teh (*Camellia sinensis*). *Bul. Littro*. 23 (2), 148-152.
- Katti, G. (2013) Biopesticides for Insect Pest Management in Rice—Present Status and Future Scope. *Journal of Rice Research*. 6 (1), 1-15.
- Mokodompit, T.A., Koneri, R., Siahaan, P. & Tangapo, A.M. (2013) Uji Ekstrak Daun *Tithonia diversifolia* sebagai Penghambat Daya Makan *Nilaparvata lugens* Stal. pada *Oryza sativa* L. *Bioslogos*. 3 (2), 50-56.
- Ningsih, N.F., Ratnasari, E. & Faizah, U. (2014) Pengaruh Ekstrak Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus*) terhadap Mortalitas Hama Wereng Coklat (*Nilaparvata lugens*). *Lentera Bio*. 5 (1), 14-19.
- Pathak, C.S. & Tiwari, S.K. (2012) Insecticidal Action of Neem Seed (*Azadirachta indica* A. Juss) Acetone Extract Against the Life-Cycle Stages of Rice-Moth, *Corcyra cephalonica* Staint. (Lepidoptera: Pyralidae). *World Journal of Agricultural Sciences*. 8 (5), 529-536. doi:10.5829/idosi.wjas.2012.8.5.1235.
- Rasipin, Suhartono, Kartini, A. & Aeny, N. (2012) Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Goiter (Gondok) pada Siswa SD di Wilayah Pertanian. In: *Prosiding: Seminar Ilmiah Nasional GAKI*. pp.146–155.
- Reddy, A.V., Devi, S. & Reddy, V.V. (2015) Evaluation of Botanical and Other Extracts Against Brown Planthoppers in Rice. *JBiopest*. 5 (1), 57-61.
- Senthil-Nathan, S., Choi, M.-Y., Paik, C.-H., Seo, H.-Y. & Kalaivani, K. (2009) Toxicity and Physiological Effects of Neem Pesticides Applied to Rice on the *Nilaparvata lugens* Stål, the Brown Planthopper. *Ecotoxicology and Environmental safety*. 72 (6), 1707-1713. doi:10.1016/j.ecoenv.2009.04.024.
- Shannag, H.K., Capinera, J.L. & Freihart, N.M. (2015) Effect of Neem Based Insecticides on Consumption and Utilization of Food in Larvae of *Spodoptera eridania* (Spodoptera: Noctuidae). *J. Insect Sci*. 15 (1), 152. doi:10.1093/jisesa/iev134.
- Shawkat, M.S., Khazaal, A.Q. & Majeed, M.R. (2011) Extraction of Pyrethrins from *Chrysanthemum cinerariaefolium* Petals and Study Its Activity Against Beetle Flour *Tribolium castanum*. *Iraqi Journal of Science*. 52 (4), 456-463.
- Soetopo, D. & Indrayani, I. (2007) Status Teknologi dan Prospek *Beauveria bassiana* untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Perkebunan yang Ramah Lingkungan.

Perspektif. 6 (1), 29-46.

- Subandi, M., Chaidir, L. & Nurjanah, U. (2017) Keefektifan Insektisida BPMC dan Ekstrak Daun Suren terhadap Hama Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stål.) dan Populasi Musuh Alami pada Padi Varietas Ciherang. *Agrikultura*. 27 (3), 160-166.
- Tuti, H.K., Wijayanti, R. & Supriyadi, S. (2014) Efektifitas Limbah Tembakau terhadap
- Laba-Laba Predator: *Carabus*. *Journal of Sustainable Agriculture*. 29 (1), 17-24.
- Yaherwandi, Y. (2013) Biologi *Nilaparvata lugens* Stål (Homoptera: Delphacidae) pada Varietas Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Biologi Edukasi*. 1 (2), 9-17.

ANALISIS FINANSIAL PENGGUNAAN PESTISIDA NABATI PADA USAHATANI JAHE PUTIH BESAR (STUDI KASUS KECAMATAN TANJUNGKERTA, SUMEDANG)

*Financial Analysis of Botanical Pesticides Application in Big White Ginger Farming System
(Case Study in Tanjungkerta, Sumedang)*

Ermianti

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3, Bogor 16111

INFO ARTIKEL

Article history:

Diterima : 11 Januari 2018

Direvisi : 26 Januari 2018

Disetujui : 5 Februari 2018

Kata kunci:

Zingiber officinale; kelayakan usahatani; pestisida nabati

Key words:

Zingiber officinale; botanical pesticides; financial analysis

ABSTRAK/ABSTRACT

Pestisida nabati sangat potensial dalam pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada sistem pertanian organik dan penggunaannya sudah umum dilakukan petani jahe di Sumedang. Penelitian bertujuan untuk mengkaji kelayakan finansial dan sensitivitas usahatani jahe putih besar (JPB) menggunakan pestisida nabati di Tanjungkerta-Sumedang, Jawa Barat. Penelitian dilakukan pada November 2013 dengan metode survey. Analisis harga, input-output dikonversi ke harga Juni 2017. Dua puluh responden dipilih secara acak sederhana dari 33 petani yang tergabung dalam Kelompok Tani Gemahrita. Kelayakan finansial usahatani dikaji dengan analisis *Net Present Value*, *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*. Sensitivitas dengan *BEP (Break Event Point)* Produksi dan *BEP Harga*. Berdasarkan hasil observasi, OPT yang ditemukan di lapangan yaitu bercak daun (*Phyllosticta* sp.) dan kepik (*Epilachna* sp), dikendalikan petani menggunakan pestisida nabati racikan sendiri dari rimpang lengkuas, seraiwangi, daun mimba dan daun sirih. Produktivitas jahe 22.525 kg ha⁻¹ dengan harga yang berlaku Rp 3.000,-/kg. Biaya pestisida nabati Rp 678.000,- per panen. Usahatani JPB menggunakan pestisida nabati secara finansial layak karena nilai NPV>0 (Rp 32.081.22,-), B/C Ratio>1 (2,35), IRR 13 % di atas suku bunga bank yang berlaku (1,5% per bulan). *BEP harga* Rp 1.279,-/kg, *BEP produksi* 9.601 kg.ha⁻¹, 57 % lebih rendah dari produktivitas dan harga aktual. Jika produktivitas dan harga JPB turun sebesar ≤57 %, usahatani tersebut masih layak dilakukan. Usahatani JPB menggunakan pestisida nabati terbukti menguntungkan petani, aman untuk tanaman, tanah dan tidak mengganggu kesehatan petani, sehingga layak untuk dikembangkan.

*Botanical pesticides is generally applied to control plant pest in organic farming systems and ginger farmers in Sumedang commonly used it in ginger cultivation. The study aimed to assess the financial feasibility and sensitivity of botanical pesticide use in big white ginger (JPB) cultivation in Tanjungkerta-Sumedang, West Java. Research was conducted in November 2013 with survey method. Price was analyzed by converting the input and output to the price applicable in June 2017. Farmer respondents were determined randomly by selecting 20 respondents from 33 farmers of Gemahrita Farmer Group. The financial feasibility was assessed using Net Present Value (NPV), Benefit Cost Ratio (B/C) and Internal Rate of Return (IRR) analysis. Farming sensitivity was measured with BEP (Break Event Point) of production and price. Pest and diseases found in ginger plantation were leaf spot (*Phyllosticta* sp.) and ladybug (*Epilachna* sp), which were controlled by botanical pesticide made by the farmers from greater galangal, citronella, neem leaf and bettle vein leaf. The use of natural pesticides was financially feasible with the eligibility criteria of NPV>0 (Rp 32,081,221,-), B/C Ratio >1 (2.15) and IRR 13 % above the*

* Alamat Korespondensi : erfaz99@yahoo.com

prevailing bank rate (1.5% per month). BEP production 9,601 kg.ha⁻¹, BEP price Rp. 1,279,-/kg, 57% below actual productivity and price. This indicated if there was decrease in productivity and price of ginger $\leq 57\%$, JPB farming system using botanical pesticide was still feasible. JPB farming system using self-made botanical pesticide proved profitable, environmentally friendly and safe for farmer health, hence appropriate and advantageous to be developed.

PENDAHULUAN

Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) merupakan salah satu tanaman multi fungsi, disamping sebagai komoditas ekspor juga digunakan sebagai bahan baku obat dan rempah. Volume permintaan jahe di dalam negeri dan mancanegara terus meningkat, proyeksi permintaan jahe dunia tahun 2012-2019 diperkirakan meningkat 5,10 % per tahun, dari 2,01 juta ton tahun 2012 menjadi 2,85 juta ton pada tahun 2019 (Sukarman dan Ermianti 2016; Siagian 2014).

Usahatani jahe berperan dalam penyerapan tenaga kerja, peningkatan pendapatan dan kesejahteraan petani, serta penerimaan devisa negara. Jumlah petani yang terlibat pada usahatani jahe mencapai 751.861,90 KK (Pusdatin 2016), naik sekitar 500 % dari tahun 2003 dengan jumlah petani 128.383 KK (Ditjenbun 2004). Sedangkan pertumbuhan volume ekspor rata-rata sebesar 131,55 % tahun-1 dari tahun 1996-2013 (Pusdatin 2014). Untuk meningkatkan daya saing, menunjang permintaan ekspor dan industri obat tradisional (IOT) telah dilakukan peningkatan produktivitas dan perluasan areal jahe. Pada tahun 2010-2015 laju pengembangan luas panen, produksi dan produktivitas jahe Indonesia meningkat masing-masing 20,50; 25,70 dan 4,74 % per tahun. Namun, pada tahun 2015 meskipun terjadi peningkatan pada luas areal dan produksi masing-masing 46,29 dan 38,45 %, tetapi produktivitas turun 5,45 %. Pada tahun 2015, produktivitas jahe nasional 2,04 kg.m⁻² (Pusdatin 2016), atau setara dengan sekitar 15 ton.ha⁻¹. Beberapa hal diduga menjadi penyebab penurunan produktivitas dan mutu jahe, diantaranya karena serangan hama dan penyakit.

Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada jahe antara lain penyakit layu bakteri dan layu fusarium, nematoda, bercak daun, lalat rimpang, kutu perisai dan penggerek batang (Balfas *et al.*

2011). Untuk mengendalikan serangan OPT, petani umumnya menggunakan pestisida kimia, tetapi ada juga yang sudah menggunakan pestisida nabati yang diracik sendiri menggunakan bahan tanaman lokal. Salah satu penyakit utama jahe yang belum dapat dikendalikan adalah layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum*. Di Desa Ganjarresik Kecamatan Wado, Kabupaten Sumedang, apabila tanaman jahe terserang penyakit layu bakteri, maka petani langsung membongkar dan memanen semua tanaman jahe yang tersisa (Ermianti 2016b). Menurut Rostiana *et al.* (2009) penanganan penyakit layu bakteri ini baru sebatas menerapkan tindakan-tindakan pencegahan, seperti penanaman pada lahan sehat, benih sehat, perlakuan benih sehat (menggunakan antibiotik), menghindari pelukaan (penggunaan abu sekam), pergiliran tanaman, pembersihan sisa tanaman dan gulma, pembuatan saluran drainase agar tidak ada air tergenang dan air tidak melalui petak sehat (sanitasi), serta inspeksi kebun secara rutin.

Sampai saat ini pengendalian OPT pada jahe masih menggunakan pestisida kimia. Cara ini disukai petani karena pestisida kimia mudah didapat dan hasilnya cukup memuaskan. Namun, penggunaan pestisida kimia berdampak negatif terhadap kesehatan manusia maupun ekosistem pertanian, antara lain merusak biota tanah, menimbulkan resistensi hama dan penyakit, serta dapat mengubah kandungan vitamin dan mineral komoditi sayuran, buah ataupun pangan (Sumartini 2016). Salah satu alternatif untuk mengurangi pencemaran lingkungan adalah dengan penggunaan pestisida nabati. Menurut Kardinan (2011), pestisida nabati merupakan kearifan lokal di Indonesia yang sangat potensial untuk dimanfaatkan dalam pengendalian OPT guna mendukung sistem pertanian organik.

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa jenis pestisida nabati cukup efektif

terhadap beberapa jenis OPT, baik secara *in vitro*, di lapangan, rumah tangga (nyamuk dan lalat), maupun di gudang (Kardinan dan Iskandar 1999a; Kardinan and Iskandar 1999b). Bahan pestisida nabati juga mudah didapat karena sudah tersedia di sekitar petani tanpa perlu membeli, dan cara pembuatannya sangat mudah sehingga dapat dilakukan sendiri oleh petani.

Hartati (2013) melaporkan pengujian secara *in vitro* dengan formula pestisida nabati yang mengandung minyak seraiwangi dan cengkeh 0,025 % dapat menekan pertumbuhan jamur *Rhizoctonia* sp dan dengan formula EC (0,2 %) dapat menekan serangan penyakit bercak daun (*Phyllosticta* sp.) pada pertanaman jahe di lapangan. Soesanto *et al.* (2005) melaporkan bahwa penyakit busuk rimpang jahe di lapangan dapat dikendalikan dengan penerapan agensia hayati *Trichoderma* sp. (dosis 20 g/tanaman) baik secara tunggal maupun dicampur dengan serbuk daun cengkeh (dosis 10 g/tanaman diaplikasikan 4 kali dengan interval 7 hari sekali), yang diaplikasikan sejak bibit mulai ditanam dengan cara ditaburkan di sekitar tanaman jahe. Djiwanti *et al.* (2011) melaporkan formula pestisida nabati yang mengandung minyak seraiwangi, cengkeh dan kayumanis efektif menekan populasi nematoda *Meloidogyne* sp (nematoda parasit buncak akar) pada tanaman jahe.

Petani di salah satu lokasi pengembangan tanaman jahe putih besar (JPB) di Kabupaten Sumedang, Jawa Barat yaitu Desa Banyuasih Kecamatan Tanjungkerta telah memanfaatkan pestisida nabati untuk mengendalikan OPT yang menyerang tanaman jahe. Hal ini menarik untuk dikaji kelayakan ekonominya sebagai bahan masukan untuk menyusun rekomendasi pengembangan pestisida nabati pada kawasan pertanaman jahe yang lebih luas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kelayakan finansial serta *Break Event Point* (BEP) produksi dan BEP harga usahatani JPB menggunakan pestisida nabati di Desa Banyuasih Kecamatan Tanjungkerta, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan bulan November 2013 di Desa Banyuasih Kecamatan Tanjungkerta Kabupaten Sumedang. Untuk menghitung kelayakan usahatani, harga input output dikonversi ke harga yang berlaku pada bulan Juni tahun 2017.

Metode pengambilan sampel

Penentuan responden dilakukan secara sederhana dengan memilih 20 dari 33 petani JPB yang tergabung dalam Kelompok Tani Gemahrita. Teknik penarikan contoh sederhana dilakukan karena petani jahe di daerah tersebut menggunakan teknologi budidaya (pola tanam, panen, pasca panen) yang sama atau homogen.

Metode pengumpulan data

Data primer diperoleh dari petani responden dan tokoh-tokoh tani terkait dengan metode wawancara melalui pengisian daftar pertanyaan (kuesioner) yang telah disiapkan. Materi atau data yang dikumpulkan adalah semua data asupan (input) usahatani dan data keluaran (output) termasuk harga dan upah. Data sekunder berupa literatur pendukung dan data statistik tanaman jahe diperoleh dari BPS, Ditjenbun, kantor kepala desa setempat, ketua kelompok tani dan instansi-instansi terkait lainnya.

Metode analisis

Produktivitas usahatani JPB dikaji berdasarkan produksi per satuan luas, besar pendapatan dilakukan melalui analisis pendapatan dengan cara tabulasi yang diuraikan secara deskriptif (Suratiyah 2015) dengan persamaan sebagai berikut:

$$I = \sum_{t=1}^n P_t - \sum_{t=1}^n C_t \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan/Note :

I = Pendapatan/Income.

P = Penerimaan atau nilai produksi/ Revenue or production value.

C = Biaya produksi/Production cost.

Untuk mengetahui kelayakan usahatani JPB dengan memakai pestisida nabati, maka dilakukan analisis finansial dengan persamaan sebagai berikut (Pasaribu 2012):

$$BC = \frac{\sum_{t=1}^n [Bt/(1+i)^t]}{\sum_{t=1}^n [Ct/(1+i)^t]} \dots\dots\dots (2)$$

$$NPV = \sum_{t=1}^N (Bt - Ct)/(1+i)^t \dots\dots\dots (3)$$

$$IRR = i' + NPV/(NPV' + NPV'') * (i' - i'') \dots\dots\dots (4)$$

Apabila: B/C Rasio >1, NPV >0 dan IRR > Sosial Discount Rate, berarti usahatani JPB dengan memakai pestisida nabati di lokasi penelitian secara finansial menguntungkan dan layak diusahakan.

Keterangan/Note:

Bt : penerimaan tahun ke t/income year-t.

Ct : pengeluaran tahun ke t/output year-t.

i' : tingkat bunga yang menghasilkan NPV positif/bank interest rate generating positive NPV.

i'' : tingkat bunga yang menghasilkan NPV negatif/bank interest rate generating negative NPV.

NPV' : NPV positif/positive NPV.

NPV'' : NPV negatif/negative NPV.

NPV' + NPV'' : merupakan penjumlahan mutlak/absolute sum.

Sensifitas usahatani dikaji dengan Titik Impas yang merupakan titik disaat pendapatan sama dengan biaya usahatani, yakni dengan cara mengukur BEP produksi dan BEP harga yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Suratiah 2015):

$$BEP \text{ produksi} = \frac{Tc}{Hp} \dots\dots\dots (5)$$

$$BEP \text{ harga} = \frac{Tc}{Tp} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan/Note :

Tc = Total biaya (Rp per ha)/Total cost (Rp per ha).

Hp = Harga yang berlaku (Rp per kg)/Current price (Rp per kg).

Tp = Total produksi (kg.ha⁻¹)/Total yield kg.ha⁻¹.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Skala usahatani dan cara budidaya

Luas kepemilikan lahan petani responden untuk pertanaman jahe beragam, mulai dari 10 bata (±140 m²) sampai 715 bata (±1 ha) dengan total luas areal 25.204 m² dan rata-rata kepemilikan 1.260 m²/petani. Teknik budidaya JPB di lokasi penelitian belum mengacu kepada teknik budidaya anjuran, terutama untuk penggunaan input produksi seperti pemupukan anorganik karena petani kekurangan modal dan jarak penjual sarana produksi pertanian (saprota) jauh dari lokasi pertanaman sehingga membutuhkan biaya transportasi yang tinggi.

Usahatani JPB di lokasi penelitian dilakukan di lahan datar/lahan persawahan, karena itu kedalaman parit antar bedeng dibuat lebih dalam, berkisar antara 30-50 cm dan lebar 30 cm agar drainase lebih lancar karena JPB memerlukan air yang cukup untuk pertumbuhannya tetapi tidak boleh ada air yang tergenang. Pembuatan lubang tanam dilakukan dengan cara tugal sedalam lebih kurang 10 cm dengan jarak antar lubang tanam 40 cm x 40 cm. Jarak tanam yang dianjurkan untuk tanaman jahe adalah 60 cm x 40 cm, tetapi petani di wilayah penelitian menerapkan jarak tanam 30 cm x 30 cm atau 40 cm x 40 cm.

Petani setempat menggunakan benih jahe dari hasil usahatannya. Tujuh puluh persen dari total produksi jahe yang dihasilkan digunakan untuk benih. Menurut pendapat petani, benih yang dihasilkan berkualitas baik sehingga sering dipesan dan dibeli oleh petani dari desa lainnya. Untuk meningkatkan produktivitas dan mutu jahe diperlukan bahan tanaman unggul (Bermawie *et al.* 2013). Namun di lokasi penelitian, benih yang digunakan bukan benih unggul bermutu yang sudah bersertifikasi karena benih unggul bermutu kurang terjangkau oleh petani. Menurut Sukarman (2013) penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) produksi dalam pengelolaan dan produksi benih jahe bermutu memerlukan biaya lebih tinggi yang berdampak pada harga benih dan daya beli petani. Petani menggunakan benih yang diusahakan sendiri atau dengan membeli ke petani

lain/tetangga dengan alasan lebih murah, risikonya lebih kecil karena harga jual jahe sangat berfluktuasi dan juga untuk menghindari gagal panen. Untuk 1 ha lahan, petani membutuhkan 1.500 kg benih.

Pemupukan anjuran untuk 1 ha pertanaman JPB adalah SP-36 dan KCl masing-masing sebanyak 300-400 kg.ha⁻¹, Urea 400-600 kg.ha⁻¹ (Rostiana *et al.* 2009). Petani di lokasi penelitian hanya menggunakan pupuk SP-36 (yang berbentuk butiran) sebanyak 100 kg.ha⁻¹ yang diberikan dalam 2 kali agihan. Pemupukan pertama saat penanaman sebanyak 2-3 butir/lubang tanam, kemudian 4 bulan setelah tanam (BST) sebanyak 3-4 butir/tanaman diaplikasikan setelah dilakukan penyiangan dan pembumbunan. Petani di lokasi penelitian tidak menggunakan pupuk KCl dan Urea. Pupuk organik (pupuk kandang) digunakan sesuai dengan dosis anjuran yaitu 20 ton.ha⁻¹ yang diberikan sekitar 10-15 hari sebelum tanam. Penyiangan dan pembumbunan dilakukan sampai tiga kali yaitu, 2, 4 dan 6 BST.

Gintings (2007) menyatakan bahwa secara umum dalam berusaha tani, petani belum mengacu kepada teknologi anjuran karena beberapa hal: (1) petani belum mengenal atau mendengar teknologi baru tersebut, (2) petani sudah mendengar tetapi belum pernah melihat teknologi tersebut, (3) petani sudah pernah melihat teknologi baru tersebut, namun belum pernah mencobanya, karena terlalu mahal, terlalu sulit dan perlu waktu untuk memahaminya, takut gagal, atau belum yakin akan memberikan keuntungan. Hal ini merupakan kendala dalam usaha meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani.

Organisme pengganggu tanaman jahe dan pengendaliannya

Hama yang menyerang tanaman JPB di lokasi penelitian diduga adalah kepik (*Epilachna* sp) yang menyebabkan daun jahe berlubang-lubang. Serangan penyakit yang ditemui di pertanaman jahe petani di lokasi penelitian adalah bercak abu-abu dan bintik hitam daun yang diduga penyakit bercak daun yang disebabkan oleh cendawan (*Phyllosticta* sp). Menurut petani, jika

penyakit ini dibiarkan tanaman akan mati dan produksi turun drastis. Petani mengendalikan OPT tersebut dengan penyemprotan pestisida nabati. Dalam keadaan normal penyemprotan dilakukan 1-2 kali per bulan, tetapi jika ada tanda-tanda serangan, penyemprotan dilakukan 2-4 kali per bulan.

Pestisida kimia yang digunakan oleh petani adalah Furadan yang diberikan dalam 1 agihan, yaitu sebelum benih ditanam dan diaplikasikan di lubang tanam dengan dosis 1-2 g/lubang tanam. Furadan diberikan untuk mencegah hama/ulat tanah atau penggerek umbi yang dikenal petani dengan nama *lundi* atau *ku'uk*.

Petani secara turun menurun menggunakan pestisida nabati berbahan baku lengkuas, mimba, seraiwangi dan daun sirih untuk mengendalikan OPT jahe. Kearifan lokal tersebut didukung oleh hasil penelitian yang menunjukkan efektivitas tanaman yang digunakan petani dalam mengendalikan OPT. Menurut Malik (2013) rimpang lengkuas mengandung lebih kurang 1 % minyak atsiri yang terdiri atas metil-sinamat 48 %, sineol 20 %, eugenol, kamfer 1 %, sesquiterpen, δ -pinen, galangin, galanganol dan beberapa senyawa flavonoid. Hasil penelitian menunjukkan lengkuas dapat menghambat pertumbuhan *F. oxysporum*, *R. solanacearum*, dan mengendalikan belalang, kutu daun dan trips. Sulingan minyak lengkuas dapat mengendalikan hama lalat buah dan penyakit antraknosa pada cabai. Rimpang lengkuas putih bersifat larvasida karena mengandung senyawa aktif yaitu alkaloid, saponin, steroid, flavonoid dan minyak atsiri (Gholib dan Darmo 2008).

Biji dan daun mimba (*Azadirachta indica* A. Juss; Mileaceae) mengandung azadirachtin (C35H44O16), meliantriol, nimbin, nimbidin, salanin dan komponen-komponen lainnya yang berfungsi sebagai insektisida, fungisida, nematisida yang efektif mengendalikan sejumlah OPT seperti kutu, nematoda, jamur, bakteri, hama ulat dan juga hama pengisap (Kartono 2016 dan Puslitbangbun 2012).

Daun dan akar seraiwangi (*Cymbopogon nardus* L.) dapat digunakan sebagai bahan pestisida nabati karena mengandung minyak atsiri yang terdiri dari sitronela, geraniol, mirsena, nerol,

farnesol mehtyl, heptenol dan dipentena. Kandungan yang paling besar adalah geraniol 81,67 % dan citronela 13,95 %. Hasil penelitian Williamson (2007) menunjukkan bahan aktif geraniol dan citronela berfungsi sebagai antimikroba, antivirus, antibakteri dan antijamur. Minyak seraiwangi dapat berperan sebagai fungisida dan bakterisida dan jika dicampur dengan minyak mimba (azadirachtin) mampu menekan serangga hama utama pada tanaman teh (*Phusia* sp., *Empoasca* sp., dan *Helopelthis* sp.) dan juga pada kakao (Puslitbangbun 2012).

Daun sirih (*Piper betle* Linn) mengandung minyak atsiri (eugenol, methyl eugenol, karvakrol, kavikol, alil katekol, kavibetol, sineol, estragol) karoten, tiamin, riboflavin, asam nikotinat, vitamin C, tanin, gula, pati, asam amino. Kandungan bahan aktifnya berfungsi sebagai antioksidasi, fungisida karena memiliki daya antiseptik kuat dan daya bunuh terhadap patogen lima kali lebih baik dari fenol biasa, karena itu ekstrak daun sirih merupakan pestisida alami atau pestisida nabati yang dapat menghambat jamur, serangga dan hama lainnya pada tanaman (Anonim 2017 dan Anonim 2015). Selain itu ekstrak sirih juga merupakan pengendali tikus juga burung dan walang sangit karena aroma yang sangat menyengat (BPW III ISMPI 2014). Hasil penelitian Yumna (2017) penggunaan ekstrak sirih hijau mampu menghambat pertumbuhan cendawan *Phyllosticta zingibera* pada tanaman Jahe.

Untuk setiap penyemprotan pada lahan seluas 1 ha, petani setempat menggunakan rimpang

lengkuas sebanyak 4 kg, daun mimba 2 kg, seraiwangi 2 kg dan daun sirih 1 kg. Semua bahan dicampurkan lalu ditambahkan air sekitar 8-10 l, diaduk sampai rata kemudian direndam selama 24 jam. Setelah perendaman, daun diremas-remas, diperas dan dipisahkan ampasnya, kemudian larutannya diendapkan selama 24 jam.

Aplikasi pestisida nabati lokal tersebut dilakukan dengan melarutkan satu liter larutan pestisida nabati dalam 10-12 l air, diaduk rata kemudian disemprotkan ke seluruh bagian tanaman. Untuk pencegahan, petani melakukan penyemprotan 1 sampai 2 kali dalam 1 bulan. Namun apabila terdapat gejala serangan, pengendalian dilakukan 2-4 kali per bulan tergantung tingkat serangan OPT. Dalam pengkajian ini, penyemprotan dilakukan 2 kali per bulan.

Biaya pestisida nabati

Bahan tanaman yang digunakan untuk membuat pestisida nabati oleh petani di Desa Banyuasih berasal dari kebun sendiri atau tanaman liar. Namun, dalam pengkajian semua bahan tanaman tetap di perhitungkan biayanya sesuai dengan harga yang berlaku di lokasi dan diperhitungkan sebagai tambahan pendapatan petani (Tabel 1).

Biaya pengendalian OPT dengan menggunakan pestisida nabati untuk 2 kali penyemprotan adalah Rp 135.600,- per bulan. Petani melakukan penyemprotan sebanyak 5 kali

Tabel 1. Biaya pembuatan pestisida nabati untuk sekali aplikasi oleh petani di Desa Banyuasih (1 ha).

Table 1. Production cost for formulating botanical pesticides at farmer level in Banyuasih Village for one-time application (1 ha).

Jenis tanaman	Volume	Satuan	Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
1. Bahan tanaman				
Lengkuas	4	Kg	2.600	10.400
Daun mimba	2	Kg	600	1.200
Seraiwangi	2	Kg	600	1.200
Daun Sirih	1	Kg	5.000	5.000
Total biaya bahan (Rp)				17.800
2. Tenaga kerja	1	HOK	50.000	50.000
Total biaya 1+2				67.800

selama musim tanam dengan nilai setara Rp 678.000,-. Biaya tersebut hampir sama dengan pengendalian OPT jahe dengan menggunakan pestisida kimia yang dilakukan oleh petani di Desa Ganjarresik Kecamatan Wado Kabupaten Sumedang sebesar Rp 125.000,- per bulan atau Rp 625.000,- per ha setiap panen (Ermianti 2016a). Pengendalian dengan menggunakan pestisida kimia lebih murah, tetapi petani harus membeli dan mengeluarkan uang tunai sebanyak Rp 625.000,-. Dengan menggunakan pestisida nabati, petani tidak perlu membeli dan dapat membuat formula sendiri. Oleh karena itu, penggunaan pestisida nabati dapat menghemat biaya usahatani jahe sebesar Rp 625.000,- per ha untuk setiap musim tanam.

Panen jahe putih besar (JPB)

Dalam keadaan normal, panen dilakukan pada umur 8-10 BST. Pada saat penelitian, panen dilakukan pada umur 8 bulan dengan produktivitas rata-rata 22.525 kg rimpang/ha (2,25 kg/m²), lebih tinggi dari produktivitas jahe nasional pada tahun yang sama (2013), yaitu 2,12 kg/m² dan pada tahun 2015 turun menjadi 2,04 kg/m² (Pusdatin 2016).

Penjualan hasil

Petani setempat menjual hasil jahe langsung di kebun atau di rumah. Ketua Kelompok

Tani sering menjadi penghubung antara petani dengan pedagang dalam pemasaran hasil, harga disesuaikan dengan harga yang berlaku di pasar. Petani jarang menjual jahe ke pasar karena lokasi pasar yang cukup jauh dari desa sehingga membutuhkan biaya transportasi cukup tinggi.

Analisis finansial

Analisis finansial disajikan pada Tabel 2. Biaya terbesar yang harus dikeluarkan petani dalam usahatani JPB dengan memakai pestisida nabati/alami adalah biaya tenaga kerja, yaitu mencapai Rp 16.350.000,- per ha (56,76 % dari total biaya usahatani), disusul oleh biaya bahan sebanyak Rp 12.181.000,- (42,29 %) dan sisanya biaya penyusutan alat sebesar Rp 272.067,- per bulan (sekitar 1 % dari total biaya secara keseluruhan yaitu Rp 28.803.067,- per ha). Rata-rata produksi JPB sebanyak 22.525 kg.ha⁻¹ per panen dengan harga yang berlaku sebesar Rp 3.000,-/kg, maka penerimaan petani sebesar Rp 67.575.000,- sehingga petani memperoleh pendapatan sebesar Rp 38.771.933,- per ha per panen. Analisis NPV, B/C ratio dan IRR menunjukkan bahwa usahatani JPB menggunakan pestisida nabati di Desa Banyuasih Kecamatan Tanjungkerta Kabupaten Sumedang secara finansial menguntungkan dan layak diusahakan dengan kriteria kelayakan NPV >0, yaitu Rp 32.081.530, B/C ratio >1 (2,35) dan IRR 13 %/

Tabel 2. Analisis finansial usahatani JPB menggunakan pestisida nabati (1 ha).

Table 2. Financial analysis of big white ginger farming using botanical pesticides (1 ha)

Bulan	Produksi	Harga	Penerimaan	Biaya	Manfaat	1,50%		
						Penerimaan	Biaya	Manfaat/
0	0	0	0	16.938.867	-16.938.867	0	16.938.867	-16.938.867
1	0	0	0	2.221.367	-2.221.367	0	2.188.539	-2.188.539
2	0	0	0	1.012.067	-1.012.067	0	982.374	-982.374
3	0	0	0	262.067	-262.067	0	250.619	-250.619
4	0	0	0	1.444.567	-1.444.567	0	1.361.048	-1.361.048
5	0	0	0	262.067	-262.067	0	243.266	-243.266
6	0	0	0	1.012.067	-1.012.067	0	925.578	-925.578
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22.525	3.000	67.575.000	5.650.000	61.925.000	59.987.079	5.015.568	54.971.511
Jumlah	22.525	3.000	67.575.000	28.803.067	38.771.933	59.987.079	27.905.858	32.081.350
B/C 2,35	IRR 13%							

bulan, diatas suku bunga bank yang berlaku (1,5 % per bulan). Rata-rata luas kepemilikan lahan petani responden untuk pertanaman jahe pada saat penelitian dilaksanakan seluas 1.260 m² per petani, sehingga pendapatan saat ini (NPV) yang diterima oleh petani responden sebesar Rp 4.042.273,- per panen atau setara dengan Rp 505.284,- per bulan.

Hasil analisis BEP harga dan BEP produksi menunjukkan bahwa usahatani JPB menggunakan pestisida nabati layak diusahakan. Pada tingkat BEP harga JPB sebesar Rp 1.279,-/kg atau hanya 43% dari harga jual (Rp 3.000,-/kg rimpang), berarti petani memperoleh keuntungan sebesar Rp 1.721,-/kg rimpang. Apabila produktivitas 22.525 kg.ha⁻¹, tetapi harga jual lebih rendah dari BEP harga (Rp 1.279,-/kg rimpang), maka usahatani JPB di lokasi penelitian tidak menguntungkan secara finansial.

Pada tingkat BEP produksi JPB sebanyak 9.601 kg.ha⁻¹ atau hanya 43% dari produksi aktual (22.525 kg.ha⁻¹), berarti produktivitas usahatani JPB menggunakan pestisida nabati adalah 12.924 kg atau 57% lebih tinggi dari BEP produksi. Jika tingkat harga yang berlaku tetap Rp 3.000,-/kg rimpang segar, tetapi BEP produksi <12.924 kg.ha⁻¹, maka usahatani JPB di lokasi penelitian tidak menguntungkan secara finansial. Dengan demikian, penurunan produktivitas dan harga jahe sebesar sama atau kurang dari 57 % belum menimbulkan kerugian pada usahatani JPB dengan menggunakan pestisida nabati.

KESIMPULAN

Usahatani JPB dengan menggunakan pestisida nabati di Desa Banyuasih Kecamatan Tanjungkerta Kabupaten Sumedang dengan produktivitas 22.525 kg.ha⁻¹ dan harga yang berlaku Rp 3.000,-/kg rimpang segar, menguntungkan dan layak diusahakan dengan kriteria kelayakan NPV >0, yaitu Rp 32.081.221,-, B/C >1 (2,35) dan IRR 13 %, diatas suku bunga bank yang berlaku (1,5 %/bulan). Penggunaan pestisida nabati pada usahatani JPB relatif tidak sensitif terhadap penurunan produktivitas dan harga. Jika terjadi penurunan produktivitas dan

harga jahe kurang dari atau sama dengan 57 % dari harga dan produksi aktual, usahatani JPB masih layak diusahakan. Usahatani JPB menggunakan pestisida nabati juga terbukti menguntungkan petani, aman untuk tanaman, tanah dan tidak mengganggu kesehatan petani, sehingga layak untuk dikembangkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Ir Agus Wahyudi MS, Dr. Ir. I. Ketut Ardana MS dan Drs. Sukarman MSc., atas bimbingan, saran dan arahan dalam melaksanakan tugas dan juga kepada Bapak Warma Ketua Kelompok Tani Gemahrita beserta anggota atas informasi-informasinya yang sangat berguna, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan tulisan ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2015) *Daun Sirih sebagai Pestisida Alam*.
<http://hefamandiri.blogspot.co.id/2015/11/ads-bygoogle-window.html> [Accessed: 30 November 2017]. hlm 1.
- Anonim (2017) *Mengenal 39 Jenis Tanaman yang Berpotensi sebagai Bahan Pestisida Alami (Bio Pestisida)*. <http://mitalom.com/mengenal-39-jenis-tanaman-yang-berpotensi-sebagai-bahan-pestisida-alami-bio-pestisida/> [Accessed: 11 October 2017]. 1-9 hlm.
- Balfas, R., Mardiningsih, T.L. & Siswanto (2011) Hama Jahe dan Strategi Pengendaliannya. In: *Status Teknologi Hasil Penelitian Jahe*. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, Bogor, pp. 69-85.
- Bermawie, N., Syahid, S.F., Ajijah, N.U.R., Purwiyanti, S. & Martono, B. (2013) Stabilitas Hasil dan Mutu Enam Genotipe Harapan Jahe Putih Kecil (*Zingiber officinale* Rosc. var *amarum*) pada Beberapa Agroekologi. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 19 (2), 58-65.
- BPW III ISMPI, 2014 (2014) *Ekstrak Sirih sebagai Pestisida Botani Botanical Pesticides*. Fakultas Pertanian Institut Pertanian

- STIPER, JI. Nangka II, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta. 2 hlm. <http://bpw3ismpi.blogspot.co.id/> [Accessed: 11 October 2017].
- Ditjenbun (2004) Statistik Perkebunan Indonesia. In: *Jahe 2001-1003*. Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan. Deptan. 26 hlm.
- Djiwanti, R., Supriadi & Kurniati (2011) *Pemanfaatan Pestisida Nabati Cengkeh dan Seraiwangi untuk Menekan Serangan Nematoda Meloidogyne sp. (>50 %) pada Jahe*. Bogor.
- Ermia (2016a) Pengaruh Pemupukan terhadap Produktivitas dan Titik Impas Usahatani Jahe Putih Besar (JPB) Panen Muda di Sumedang. *Jurnal Litri*. 22 (4), 197-207.
- Ermia (2016b) Pengaruh Pemupukan terhadap Produktivitas dan Titik Impas Usahatani Jahe Putih Besar (JPB) Panen Muda di Sumedang. *Industrial Crops Research Journal*. 22 (4), 197-207.
- Gholib, D. & Darmo (2008) Pengaruh Ekstrak Lengkuas Putih (*Alpinia galanga* L. Willd) terhadap Infeksi Trichophyton Mentagrophytes pada Kelinci (Diptera: Culicidae). *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 6, 57-62.
- Gintings (2007) *Beberapa Kendala Adopsi Teknologi Pertanian*. <http://pfi3p.litbang.deptan.go.id/mod.php?mod=userpage&menu=60603&page id=53> [Accessed: 3 April 2007].
- Hartati, S.Y. (2013) Efikasi Formula Fungisida Nabati terhadap Penyakit Bercak Daun Jahe *Phyllosticta* sp. *Bul. Litro*. 24 (1), 42-48.
- Kardian, A. (2011) Pengaruh Pestisida Nabati sebagai Kearifan Lokal dalam Pengendalian Hama Tanaman Menuju Sistem Pertanian Organik. In: *Inovasi Teknologi Perkebunan Menjawab Tantangan Krisis Energi, Lingkungan Hidup dan Daya Saing. Pengembangan Inovasi Pertanian*. Badan Litbang. Kementan, (4) 4, 262-278.
- Kardian, A. & Iskandar, M. (1999a) Pengaruh Ekstrak Daun dan Biji Mimba terhadap Pertumbuhan Serangga. In: *Seminar Nasional Kimia Bahan Alam*. Universitas Indonesia-Unesco, pp. 255-260.
- Kardian, A. & Iskandar, M. (1999b) Potensi Tephrosia vogelii sebagai Insektisida Nabati. In: *Seminar Nasional Entomologi, Perhimpunan Entomologi Indonesia*. pp. 207-217.
- Malik, H. (2013) Bahan Pembuat Pestisida Nabati Lengkuas. *Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati dan Cara Pembuatannya untuk Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT)*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. 3 hlm. [http:// sigit01.blogspot.co.id/2013/07/bahan-pembuat-pestisida-nabati-lengkuas.html](http://sigit01.blogspot.co.id/2013/07/bahan-pembuat-pestisida-nabati-lengkuas.html) [Accessed: 18 September 2017].
- Pasaribu, A.M. (2012) Perencanaan dan Evaluasi Proyek Agribisnis (Konsep dan Aplikasi). Andi. Yogyakarta. 182 hlm.
- Pusdatin (2014) Outlook Komoditi Jahe. Sekretariat Kementerian Pertanian. Jakarta. 70 hlm.
- Pusdatin (2016) Statistik Pertanian 2016. Nuryati, L. & Waryanto, B. (eds.) Jakarta, Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Sekretariat Jenderal-Kementerian Pertanian. 201 hlm.
- Puslitbangbun (2012) Pestisida Nabati. Sirkuler. Pusat Penelitian. 30 hlm.
- Rostiana, O., Bermawie, N. & Rahardjo, M. (2009) Standar Prosedur Operasional. *Budidaya Jahe, Kencur, Kunyit dan Temulawak*. Bogor, Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. 43 hlm.
- Siagian, V.J. (2014) Outlook Komoditi Jahe. Nuryati, L. & Noviaty (eds.) Jakarta, Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Sekretariat Jenderal, Kementerian Pertanian.
- Soesanto, L., Sudarmono, N.P., Manan, A., Iriani, E. & Pramono, J. (2005) Potensi Agensi Hayati dan Nabati dalam Mengendalikan Penyakit Busuk Rimpang Jahe. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 5 (1), 50-57.
- Sukarman (2013) Produksi dan Pengelolaan Jahe Putih Besar (JPB) (*Zingiber officinale* var. *officinale*) melalui Proses Industri. *Jurnal Litbang Pertanian*. 32 (2), 76-84.
- Sukarman & Ermia (2014) Daya Simpan Benih Rimpang Jahe Putih Besar di Dataran Tinggi dengan Perlakuan Pestisida Nabati dan Analisis Ekonominya. *Jurnal Penelitian*

Tanaman Industri. 20 (1), 1-7.

Sumartini (2016) Efikasi Campuran Minyak Cengkeh dan Ekstrak Biji Mimba untuk Pengendalian Penyakit Karat (*Phakopsora Pachyrhizi*) pada Kedelai (*Glycine Max*). *J. HPT Tropika*. 16 (1), 82-89.

Suratiyah, K. (2015) Ilmu Usahatani. *Edisi Revisi*. Jakarta, Penebar Swadaya. 156 hlm.

Williamson, E.M. (2007) The Medicinal Use of Essential Oils and Their Components for Treating Lice and Mite Infestations. *Natural Product Communications*. 2 (12), 1303-1310.

Yumna, A. (2017) Ekstrak Sirih Hijau untuk Pengendalian *Phyllosticta zingibera* Penyebab Bercak Daun pada Jahe. *Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian*. Universitas Sebelas Maret Surakarta, 11 hlm.

Tabel Lampiran 1. Arus tunai usaha tani JPB dengan pestisida nabati di Desa Banyuasih Kecamatan Tanjung Kerta Kabupaten Sumedang (ha), 2017.

Attachment 1. Cash flow of JPB farming system using botanical pesticides at Banyuasih Tanjungkerta Sub District, Sumedang (1 ha), 2017.

Uratan	Satuan	Volume	Harga satuan	Jahe Putih Besar (JPB)								
				Bulan ke								
				0	1	2	3	4	5	6	7	8
I. Tenaga Kerja												
- Pembersihan lahan-pengemburan tanah	hok	60	50.000	3.000.000								
- Pemb. Drainase & lubang tanam	hok	24	50.000	1.200.000								
- Pemupukan pukan, furadan dan SP36	hok	20	50.000	1.000.000								
- Penanaman	hok	40	50.000		2.000.000							
- Pemupukan susulan	hok	5	50.000					250.000				
- Pembuatan pesnab	hok	10	50.000			100.000	100.000	100.000	100.000		100.000	
- Pengendalian hama	hok	10	50.000			100.000	100.000	100.000	100.000		100.000	
- Penyiangan dan pembungkulan	hok	45	50.000			750.000		750.000			750.000	
- Panen & prosesing	hok	113	50.000									5.650.000
Jumlah biaya tenaga kerja	0	0	0	5.200.000	2.000.000	950.000	200.000	1.200.000	200.000	950.000	0	5.650.000
II. Sarana Produksi												
- Benih jahe/Ginger seed	kg	1.500	3.000	4.500.000								
- Pupuk kandang/ Mouure	kg	20.000	350	7.000.000								
- SP36	kg	100	3.650		182.500			182.500				
- Furadan	kg	100	2.000	200.000								
- Pestisida alami /Natural Pesticides												
- Laos/galangal	kg	40	1.800			14.400	14.400	14.400	14.400		14.400	
- Seraiwangi/lemon grass	kg	20	450			1.800	1.800	1.800	1.800		1.800	
- daun rambu/ Neem tree leaves	kg	20	500			2.000	2.000	2.000	2.000		2.000	
- daun sirih/betle leaf	kg	10	2.500			5.000	5.000	5.000	5.000		5.000	
Jumlah biaya sarana produksi				11.700.000	182.500	23.200	23.200	205.700	23.200	23.200		0
III. Biaya penyusutan alat				38.867	38.867	38.867	3.8867	3.8867	38.867	38.867		0
III. Jumlah biaya penyusutan alat				38.867	38.867	38.867	3.8867	3.8867	38.867	38.867		0
Tot. Biaya I+II+III				169.388.66,7	2.221.367	1.012.067	262.067	1.444.567	262.067	1.012.067		5.650.000
Penerimaan kotor												
Produksi	kg	22.525	3.000	0	0	0	0	0	0	0	0	67.575.000
Penerimaan bersih	0	0	0	-16.938.867	-2.221.367	-1.012.067	-262.067	-1.444.567	-262.067	-1.012.067	0	61.925.000
Nilai sekarang				-16.938.867	-2.188.539	-982.374	-250.619	-1.361.048	-243.266	-925.578	0	54.971.511

INDEKS SUBJEK

Akresi, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112
Anacardium occidentale, 1, 3, 13, 14
Anastatus dasyni, 65, 69, 72, 73,
 Antifitoviral, 47, 49, 50, 51, 53
 Antimalaria, 29, 35, 36,
Azadirachta indica, 191, 192, 196, 197
Blumea balsamifera, 29, 30, 31
Chrysanthemum cinerariaefolium, 191, 196
Cinnamomum burmanii, 163, 164, 165, 167, 168,
 169
Cinnamomum zeylanicum, 105, 106, 111, 112
Citrus hystrix, 145, 151, 152
Crocidolomia pavonana, 75, 76, 86,
Cymbopogon nardus, 47, 50, 55, 163
Dasynus piperis, 65, 72, 74
 Dataran menengah, 105, 107
Echinacea purpurea, 127, 128, 134, 135, 136
 Fumigan, 181, 182, 183, 185, 186, 187, 189
 GA₃, 57, 58, 59, 61
 Gen *OsWRKY76*, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44
Gynura procumbens, 89, 90, 95, 96
Gyrinops verstegii, 137
 Hama gudang, 181, 182, 187, 190
 Hama, 65, 66, 70, 71, 72, 73, 74
Helopeltis antonii, 75, 76, 87
 Hidrolisis, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151
 IAA, 57, 58, 59, 61, 62, 63
In vitro, 29, 30, 31, 33,
 Insektisida nabati, 181, 182, 190
 Jahe putih besar, 199, 201, 205, 207, 208
 Kelayakan usahatani, 199, 202
 Ketahanan terhadap penyakit, 37, 38
 Kualitas, 105, 106
 larva, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96
Mentha piperita, 181, 182, 189
 Minyak atsiri, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159,
 160
 Minyak jeruk purut, 145, 146, 147, 148, 149, 150,
 151

Mixtures ratio, 75
Nigella sativa L., 15
 Nilam, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162
Nilaparvata lugens, 97, 98, 103, 104, 191, 197,
 198
Nyctemera coleta, 89, 90, 91, 95, 96
 Oleoresin, 113, 115, 124, 125
Pachyzancla stultalis, 163, 164, 169
Paliga auratalis, 89, 91, 92
 Pemangkasan cabang, 137, 138, 139, 141, 142, 143
 Pemupukan daun, 137, 139, 140, 141, 142, 143
 Pengendalian, 97, 98, 103
 Penyakit budok, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 162
 Penyebaran benih, 1, 2
 Persistensi, 191, 192, 193, 194, 197
 Pertumbuhan bibit, 137, 138, 139, 140, 141, 142,
 144
 Pestisida nabati, 153, 154, 157, 158, 159, 160, 161,
 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170
 Pestisida nabati, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205,
 206, 207, 208
Phytophthora capsici, 57, 58, 64
Piper nigrum, 57, 58, 64, 65, 66, 113, 114, 126
 Piperin, 113, 114, 115, 124, 125, 126
 POC, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103,
Pogostemon cablin, 37, 45, 163, 164, 169, 170
 Polimerisasi heme, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35
 Produksi, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120,
 121, 122, 123, 124, 125, 125
 Produktivitas, 105
 Pupa, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95
 Pupuk organik, 127, 128, 130, 131, 132, 135, 136
 Reagen, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151
 Repelen, 181, 182, 183, 184, 187, 189
 Sitronelal, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151
 Skrining fitokimia, 29, 31, 32, 34
Tithonia diversifolia, 127, 128, 134, 135, 136
Tribolium castaneum, 181, 182, 189
 Tropis, 26, 27, 28

INDEKS PENGARANG

Amalia, 37
 Apriana, Aniversari, 37
 Balfas, Rodiah, 75
 Dadang, 181
 Darajat, Jajat, 1
 Ermianti, 199
 Florina, Dini, 57
 Gangga, Erlindha, 29
 Ghulamahdi, Munif, 15
 Hafidloh, Dewi, 145
 Harahap, Idham Sakti, 181
 Hartanto, Erri S., 127
 Hartati, Sri Yuni, 153
 Haryudin, Wawan, 1
 Idris, Herwita, 163
 Kardinan, Agus, 191
 Kartikawati, Andriana, 65
 Karyani, Nuri, 153
 Kurniawati, Ani, 15
 Ma'mun, 171
 Manohara, Dyah, 57, 113
 Mardiningsih, Tri Lestari, 75, 171
 Mariana, Maya, 47
 Noveriza, Rita, 47
 Nurmansyah, 105, 163
 Purwiyanti, Susi, 105
 Rismayani, 65, 89
 Rizal, Molide, 97

Rohimatun, 89
 Rostiana, Oti, 1, 105, 113
 Ruhnayat, Agus, 113
 Santoso, Tri Joko, 37
 Septiana, Eris, 29
 Setyowati, Ninik, 137
 Siharmini, Atmitri, 37
 Simanjuntak, Partomuan, 29
 Sirait, Nursalam, 37
 Sukanto, 37, 53
 Sukmana, Cucu, 97
 Suryadi, Rudi, 15
 Suryani, Erma, 105
 Susanti, Dian, 127
 Syam, Sunaryo, 181
 Tarigan, Nurbetti, 191
 Umaroh, Aulia, 29
 Utami, Ning Wikan, 137
 Utomo, Edi Priyo, 145
 Wahyono, Tri Eko, 97, 191
 Wahyuno, Dono, 57
 Warsito, 145
 Wawo, Albert Husein, 137
 Widodo, Harto, 127
 Wiratno, 113
 Yuliani, Sri, 47
 Zulhisnain, 153

ABSTRAK

ISSN : 0215-0824 E-ISSN 257-4414

Volume 28, 2017

UDC 634.573

Oti Rostiana, Wawan Haryudin dan Jajat Darajat

(PENYEBARAN BENIH VARIETAS UNGGUL JAMBU METE DI KAWASAN TIMUR DAN BARAT INDONESIA)

THE SPREADING OF CASHEW SUPERIOR VARIETY-SEEDS IN THE EASTERN AND WESTERN REGIONS OF INDONESIA

Bul. Littro. Vol. 28, No. 1, 2017, 1-14

Rehabilitasi dan ekstensifikasi pertanaman jambu mete di sentra produksi merupakan program strategis untuk meningkatkan produksi nasional. Menteri Pertanian sudah melepas sembilan varietas unggul jambu mete nasional. Dalam pelaksanaannya, program rehabilitasi dan ekstensifikasi masih terkendala oleh terbatasnya jumlah benih unggul karena sistem penyebarannya masih belum tertata secara baik. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi dan mengevaluasi penyebaran benih varietas unggul jambu mete di sentra produksi Kawasan Timur dan Barat Indonesia. Data primer diperoleh melalui survei lapangan secara sengaja (*purposive random sampling*) di beberapa lokasi calon kebun sumber benih, sedangkan data tentang penyebaran, asal-usul populasi dan penciri/karakteristik utama calon sumber benih jambu mete diperoleh berdasarkan *desk study*. Hasil penelitian menunjukkan kesembilan varietas unggul jambu mete nasional, sebagian besar berasal dari hasil seleksi populasi pertanaman jambu mete milik petani di beberapa lokasi pengembangan mete. Penyebaran varietas unggul jambu mete tersebut mengikuti minat petani dan kondisi lingkungan yang sesuai dengan daerah pengembangannya yang baru. Varietas unggul yang banyak dikembangkan di Wilayah Timur Indonesia (NTT, NTB, Sulawesi Tenggara dan Maluku Utara) adalah keturunan dari populasi Muna dan MPF 1, sedangkan di Wilayah Barat Indonesia adalah keturunan varietas Meteor YK. Kemurnian benih dari calon kebun benih jambu mete perlu dimonitor mutunya karena jambu mete sifatnya menyerbuk silang. Selain itu, untuk menjamin ketersediaan benih sumber jambu mete berkelanjutan, setiap sentra produksi harus membangun kebun induk terbarukan karena blok penghasil tinggi jambu mete yang ada saat ini sudah tua dan produksinya akan terus menurun.

Kata kunci: *Anacardium occidentale*, penyebaran benih

UDC 633 : 841

Rudi Suryadi, Munif Ghulamahdi dan Ani Kurniawati

(PEMUPUKAN NITROGEN DAN FOSFOR UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN, PRODUKSI BIJI DAN KANDUNGAN *THYMOQUINONE* JINTAN HITAM)

NITROGEN AND PHOSPHORUS FERTILIZATION TO IMPROVE GROWTH, SEED PRODUCTION AND *THYMOQUINONE* CONTENT OF BLACK CUMIN

Bul. Littro. Vol. 28, No. 1, 2017, 15-28

Nigella sativa L. yang dikenal dengan jintan hitam merupakan tanaman asli daerah Asia Barat dan kawasan Mediterania yang beriklim sub tropis. Bijinya yang berkhasiat sebagai obat dan rempah sudah dimanfaatkan sejak ribuan tahun lalu terutama oleh umat Muslim di Timur Tengah dan Asia Selatan. Penelitian tanaman jintan hitam di daerah tropis sampai saat ini masih terbatas. Tujuan penelitian adalah untuk meningkatkan pertumbuhan, produksi biji dan kandungan bioaktif *thymoquinone* tanaman jintan hitam. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Manoko, Lembang menggunakan benih berasal dari Arab Saudi. Rancangan yang digunakan adalah petak terbagi, dengan petak utama dua taraf dosis pupuk N (0 dan 120 kg N ha⁻¹) dan anak petak empat taraf dosis pupuk P (0, 60, 120, dan 180 kg P₂O₅ ha⁻¹) diulang tiga kali. Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan, produksi biji dan kandungan *thymoquinone*. Hasil penelitian menunjukkan pemupukan N dan P masing-masing nyata meningkatkan pertumbuhan dan produksi biji jintan hitam. Pemupukan dengan dosis 120 kg N ha⁻¹ dan 180 kg P₂O₅ ha⁻¹ mampu meningkatkan produksi biji sebesar 477,48 kg ha⁻¹ dengan kadar *thymoquinone* 0,0625% dan produksi *thymoquinone* 29,84 kg ha⁻¹.

Kata kunci: *Nigella sativa* L., tropis

UDC 633.88

Eris Septiana, Aulia Umaroh, Erlindha Ganga dan Partomuan Simanjuntak

(AKTIVITAS PENGHAMBATAN POLIMERISASI HEME EKSTRAK DAUN SEMBUNG (*Blumea balsamifera*) SEBAGAI ANTIMALARIA)

HAEM POLYMERIZATION INHIBITORY ACTIVITY OF *BLUMEA BALSAMIFERA* LEAVES EXTRACT AS ANTIMALARIAL

Bul. Littro. Vol. 28, No. 1, 2017, 29-36

Penyakit malaria disebabkan oleh parasit *Plasmodium* yang dalam siklusnya akan mendegradasi hemeoglobin menjadi asam amino dan heme bebas yang toksik untuk parasit. Untuk menetralkan toksisitas heme bebas, parasit akan mengubahnya menjadi hemozoin melalui proses polimerisasi heme. Proses ini sangat penting dalam siklus hidup parasit sehingga dapat dijadikan sebagai target obat antimalaria. Daun sembung dilaporkan mempunyai aktivitas antimalaria baik secara *in vitro* maupun *in vivo*, tetapi mekanismenya belum pernah dilaporkan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui aktivitas penghambatan polimerisasi heme ekstrak daun sembung dan golongan senyawa yang terdapat pada ekstrak dengan aktivitas penghambatan terbaik. Daun sembung diekstrak dengan pelarut n-heksan, etil asetat, dan etanol 70%. Uji antimalaria *in vitro* dilakukan dengan menggunakan metode penghambatan polimerisasi heme. Ekstrak dengan aktivitas penghambatan terbaik diukur nilai IC₅₀ dan dilanjutkan dengan skrining fitokimia. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak n-heksan, etil asetat, dan etanol 70% mempunyai aktivitas penghambatan polimerisasi heme pada konsentrasi 1 mg ml⁻¹ masing-masing sebesar 11,28; 26,26; dan 56,88%. Nilai IC₅₀ ekstrak etanol 70% sebesar 0,978 mg ml⁻¹. Ketiga ekstrak memiliki aktivitas penghambatan polimerisasi heme dan ekstrak etanol 70% memiliki aktivitas tertinggi. Skrining fitokimia menunjukkan daun sembung yang diekstrak dengan etanol 70% mengandung golongan senyawa flavonoid, triterpenoid, kuinon, tanin, dan saponin.

Kata kunci: *Blumea balsamifera*, antimalaria, *in vitro*, polimerisasi heme, skrining fitokimia

UDC 633.85 Sukanto, Tri Joko Santoso, Atmitri Siharmeni, Aniversari Apriana, Amalia dan Nursalam Sirait TRANSFORMASI GEN PADA NILAM UNTUK KETAHANAN TERHADAP PENYAKIT UTAMA MENGGUNAKAN) AGROBACTERIUM TUMEFACIENS GENE TRANSFORMATION ON PATCHOULI FOR RESISTANCE TO MAJOR DISEASES MEDIATED BY AGROBACTERIUM TUMEFACIENS Bul. Littro. Vol. 28, No. 1, 2017, 37-46 Nilam banyak dibudidayakan di Indonesia, dan lebih dari 80% produksi minyak nilam dunia dipasok dari Indonesia. Masalah utama dalam budidaya nilam di Indonesia adalah penyakit, seperti penyakit layu bakteri, budok dan nematoda. Sampai saat ini varietas tahan terhadap penyakit, khususnya budok, belum diperoleh. Tanaman tahan dapat diperoleh dengan teknik transformasi gen. Transkripsi faktor WRKY telah diketahui dapat meregulasi serangan beberapa patogen penyebab penyakit tanaman. Gen <i>OsWRKY76</i> terletak pada segmen kromosom 9 tanaman padi yang telah diidentifikasi terkait dengan ketahanan berspektrum luas. Penelitian bertujuan untuk mengintroduksi konstruksi gen <i>OsWRKY76</i> yang berasal dari padi ke dalam tanaman nilam melalui bantuan <i>Agrobacterium tumefaciens</i>. Pada percobaan pertama, tanaman nilam ditransformasi dengan <i>A. tumefaciens</i> strain EHA 105 yang mengandung gen <i>OsWRKY76</i>. Perlakuan terdiri atas waktu induksi eksplan yang akan ditransformasi (pre-kultur) di dalam medium MS, yaitu 5 dan 7 hari, dan waktu inokulasi <i>A. tumefaciens</i> yaitu 10 dan 20 menit. Pada percobaan kedua, analisis molekuler untuk mengkonfirmasi keberadaan gen <i>OsWRKY76</i> dalam tanaman nilam menggunakan teknik PCR dengan primer <i>hptII</i>. Hasil penelitian menunjukkan waktu induksi eksplan terbaik sebelum transformasi adalah 5 hari, dengan perendaman di dalam suspensi <i>A. tumefaciens</i> selama 10 menit. Dari transformasi tersebut telah dihasilkan 187 kalus independen. Hasil analisis PCR terhadap galur-galur putatif transgenik independen, lima galur (T1, T8, T10, T11, T13) positif mengandung gen <i>hptII</i>, yaitu gen penanda ketahanan terhadap antibiotik higromisin yang berada satu konstruk dengan gen <i>OsWRKY76</i>. Hasil tersebut menunjukkan bahwa gen <i>OsWRKY76</i> yang berasal dari padi dapat diintroduksi pada tanaman nilam dan berpeluang sebagai kandidat tahan terhadap penyakit utama. Kata kunci: <i>Pogostemon cablin</i> Benth, gen <i>OsWRKY76</i>, ketahanan terhadap penyakit	UDC 633.85 Rita Noveriza¹⁾, Maya Mariana¹⁾ dan Sri Yuliani²⁾ (KEEFEKTIFAN FORMULA NANOEMULSI MINYAK SERAI WANGI TERHADAP <i>POTYVIRUS</i> PENYEBAB PENYAKIT MOSAIK PADA TANAMAN NILAM) THE EFFICACY OF NANOEMULSION FORMULATION OF CITRONELLA OIL AGAINST <i>POTYVIRUS</i> CAUSING MOSAIC DISEASE ON PATCHOULI Bul. Littro. Vol. 28, No. 1, 2017, 47-56 <i>Potyvirus</i> dapat menurunkan produksi tema basah dan kering tanaman nilam mencapai masing-masing 35% dan 41%. Minyak atsiri serai wangi memiliki potensi sebagai antitoviral dan menekan perkembangan <i>Potyvirus</i> penyebab penyakit mosaik pada tanaman nilam. Kemampuan aktivitas antitoviral dari minyak atsiri dapat ditingkatkan dengan formulasi nanopartikel, seperti nanoemulsi. Penelitian ini bertujuan untuk menguji keefektifan formula nanoemulsi serai wangi terhadap <i>Potyvirus</i>. Nanoemulsi minyak serai wangi diproduksi secara difusi spontan atau inversi. Formula nanoemulsi minyak serai wangi dan bukan formula nano diuji untuk mengendalikan <i>Potyvirus</i> pada tanaman uji <i>Chenopodium amaranticolor</i> di rumah kaca dengan menggunakan rancangan acak lengkap. Parameter yang diamati adalah persentase penghambatan virus dan jumlah lesio. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran droplet partikel formula nanoemulsi serai wangi berkisar antara 70-140 nm, sedangkan ukuran droplet partikel bahan aktif emulsi formula minyak serai wangi berkisar antara 1.740-5.262 nm. Formula serai wangi dan formula nanoemulsi serai wangi mampu menekan perkembangan <i>Potyvirus</i> penyebab penyakit mosaik pada nilam. Persentase penghambatan formula nanoemulsi mencapai 82,5% pada dosis 1-1,5%, lebih tinggi dibandingkan formula minyak serai wangi yaitu lebih kurang 64,92-77,72% pada dosis yang sama. Ini menunjukkan bahwa formula nano emulsi serai wangi berpotensi dan dapat digunakan untuk mengendalikan <i>Potyvirus</i> penyebab mosaik nilam. Kata kunci: <i>Cymbopogon nardus</i>, antitoviral
UDC 633.841 Dono Wahyuno, Dini Florina dan Dyah Manohara (CENDAWAN ENDOFIT AKAR LADA UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN MENEKAN BUSUK PANGKAL BATANG BENIH LADA) FUNGAL ENDOPHYTES OF PEPPER FOR IMPROVING GROWTH AND SUPPRESSING <i>phytophthora capsici</i> OF PEPPER SEEDLINGS Bul. Littro. Vol. 28, No. 1, 2017, 57-64 Busuk pangkal batang (BPB) merupakan penyakit tular tanah yang disebabkan oleh <i>Phytophthora capsici</i>. Pemanfaatan agens hayati dianggap pendekatan yang efisien untuk penyakit BPB. Cendawan endofit mampu meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi cendawan endofit asal akar lada terhadap pertumbuhan dan kemampuannya menekan penyakit BPB pada benih lada. Cendawan endofit diperoleh dengan mengisolasi akar lada menggunakan medium akar kentang dekstroza (AKD) yang diberi kloramfenikol dan <i>rose bengal</i>. Isolat cendawan yang diperoleh dikarakterisasi dengan melakukan pengamatan morfologi, uji tantang terhadap <i>P. capsici</i> dan uji patogenisitas pada daun lada. Cendawan endofit diinokulasikan pada akar benih lada dengan cara merendam perakaran lada umur 10 minggu ke dalam suspensi cendawan endofit, kemudian ditanam dalam tanah steril untuk diamati. Kandungan hormon IAA dan GA₃ di dalam akar diukur menggunakan TLC scanner satu bulan setelah diinokulasi. Inokulasi <i>P. capsici</i> dilakukan dengan menyiram 50 ml suspensi zoospora (10⁶ zoospora/ml) di perakaran lada yang sebelumnya telah diinokulasi cendawan endofit. Benih lada yang hidup diamati satu bulan setelah inokulasi. Hasil pengamatan menunjukkan enam isolat tidak berpengaruh nyata pada parameter jumlah daun, buku, dan jumlah tanaman yang mati. Benih lada yang telah diinokulasi cendawan endofit E-5, E-7 dan E-15 mempunyai bobot kering akar berturut-turut 0,83; 0,84 dan 0,81 g dan berbeda nyata dari perlakuan lainnya. Kandungan hormon IAA relatif tinggi dibanding kandungan GA₃ di dalam akar yang diinokulasi dengan ketiga isolat tersebut. Benih lada yang diinokulasi ketiga isolat tersebut lebih dari 80% yang hidup, pada satu bulan setelah diinokulasi <i>P. capsici</i>. Kata kunci: <i>Piper nigrum</i>, <i>Phytophthora capsici</i>, IAA, GA₃	

UDC 633.841

Rismayani dan Andriana Kartikawati

(STRUKTUR DAN KOMPOSISI GULMA PADA TANAMAN LADA YANG BERPERAN UNTUK MENGONSERVASI SERANGGA PARASITOID)

STRUCTURES AND COMPOSITIONS OF WEED IN PEPPER PLANTATION TO CONSERVE PARASITOID INSECTS

Bul. Littro. Vol. 28, No. 1, 2017, 65-74

Serangga dan gulma memiliki keterkaitan yang erat pada ekosistem pertanian lada. Beberapa jenis gulma berperan sebagai inang alternatif. Penelitian bertujuan untuk mengetahui komposisi dan struktur gulma pada pertanian lada, serta peranannya terhadap serangga parasitoid. Penelitian dilakukan di areal pertanian lada di KP Sukamulya, Sukabumi, Jawa Barat. Penelitian berlangsung sejak Maret sampai Mei 2015. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuadrat dan peletakan plot dilakukan secara sengaja (*purposive sampling*), ukuran plot 3 m x 3 m, dan lima ulangan. Parameter yang diamati adalah jenis dan jumlah individu masing-masing gulma, dominansi, bobot segar dan kering. Untuk mengetahui banyaknya jumlah populasi gulma dalam satu petak menggunakan rumus Indeks Nilai Penting (INP). Faktor lingkungan yang diukur meliputi kelembapan udara dan tanah, suhu udara dan tanah, serta kemasaman tanah. Serangga yang berhasil dikoleksi pada setiap plot pengamatan diidentifikasi dan dikelompokkan berdasarkan peranannya di ekosistem pertanian lada. Ditemukan komposisi dan struktur gulma yang beragam dan berperan penting terhadap serangga parasitoid *Anastatus dasynei* di pertanian lada KP. Sukamulya, Sukabumi, Jawa Barat. Ketiga spesies gulma yang berperan yaitu *Ageratum conyzoides*, *Asystasia intrusa* dan *Paspalum conjugatum*. Tingkat dominansi ketiga gulma tersebut masing-masing adalah 9,75%; 9,98% dan 8,83%. Serangga *Gripon dasynei* dan *A. dasynei* merupakan serangga yang berperan sebagai parasit telur hama pengisap buah lada (*Dasyneus piperis*). Pengendalian gulma dilakukan secara selektif hanya pada areal di sekeliling lingkaran batang tanaman lada. Hal ini dimaksudkan karena banyak gulma yang berperan dalam mengonservasi serangga parasitoid.

Kata kunci: *Anastatus dasynei*, *Dasyneus piperis*, *Piper nigrum*, hama

UDC 668.5

Tri Lestari Mardiningsih dan Rodiah Balfas

(THE EFFECT OF ESSENTIAL OIL MIXTURES ON MORTALITIES AND OVIPOSITION DETERRENTS OF *Crociodolomia pavonana* AND *Helopeltis antonii*)

PENGARUH CAMPURAN MINYAK ATSIRI TERHADAP MORTALITAS DAN PENGHAMBATAN PENELURAN *crociodolomia pavonana* DAN *helopeltis antonii*

Bul. Littro. Vol. 28, No. 1, 2017, 75-88

Essential oil, such as citronella, lemongrass, ageratum, and clove are known to be toxic and repel certain pests. Mixing two or more essential oils are expected increasing their insecticidal properties. The experiments aimed to examine the effect of essential oils mixtures (EOs) on mortalities and oviposition deterrents of *Crociodolomia pavonana* and *Helopeltis antonii*. The experiments were conducted at the laboratory and green house of the Indonesian Spices and Medicinal Crops Research Institute. The tested mixtures were citronella and clove (CiC); lemongrass and clove (LC); ageratum and clove (AC); individual EO; control 1 (water + emulsifier); control 2 (water) at 0.5% concentration for all treatments. The ratio used were 1:1, 1:2, 1:4, 2:1 and 4:1. Parameters observed were the mortalities of *C. pavonana* larvae and *H. antonii* nymphs; and the ovipositions deterrents of both insects. The CiC and LC mixtures gave low mortality (<50%) to *C. pavonana* larvae, while AC at ratios 1:1, 1:2, 1:4 less than 20%, AC 2:1 and 4:1 >60% and the individual ageratum oil caused 77.5% mortalities. The CiC 1:1 and LC (1:1, 1:2, and 4:1) showed >40% mortalities of *H. antonii*, whereas the AC in all ratios enhanced the nymph mortalities. The number of eggs laid by *C. pavonana* at CiC and LC in all ratios were around 50-60% lower than individual EO. The mixture of AC 1:4 and 4:1 produced eggs nearly 50% lower than clove treatment. The CiC and LC at 1:1 produced the lowest numbers of egg laid by *H. antonii*, while AC 1:4 reduced 70% eggs laid compared to individual EO.

Key words: *Crociodolomia pavonana*, *Helopeltis antonii*, mixtures ratio

UDC 633.88

Rismayani dan Rohimatus

(SIKLUS HIDUP LARVA *Nyctemera coleta* DAN *Paliga auratalis* SEBAGAI HAMA PADA TANAMAN DAUN SAMBUNG NYAWA (*Gynura procumbens*))

THE LIFE CYCLE OF *nyctemera coleta* AND *paliga auratalis* IN GYNURA PROCUMBENS LEAF

Bul. Littro. Vol. 28, No. 1, 2017, 89-96

Sambung nyawa (*Gynura procumbens*) merupakan salah satu tanaman obat yang mempunyai beragam manfaat bagi kesehatan, bermanfaat sebagai analgesik hingga antimikroba. Pada tanaman ini terdapat dua spesies larva dari ordo Lepidoptera yang merupakan hama perusak daun, sehingga menghambat pertumbuhan sambung nyawa. Tujuan penelitian untuk mengetahui perilaku dan siklus hidup dari kedua jenis ulat yang ditemukan di pertanian sambung nyawa, sebagai dasar dalam penelitian pengendalian hama pada pertanian sambung nyawa. Penelitian dilakukan di Laboratorium Hama Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro) sejak Januari sampai April 2016. Larva yang dikumpulkan dari lapangan dipelihara dan dikembangbiakkan di laboratorium. Parameter yang diamati meliputi stadium dan karakteristik tiap stadium dari siklus hidup dua spesies hama yang ditemukan di pertanian sambung nyawa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dua jenis larva yang ditemukan di pertanian sambung nyawa adalah *Nyctemera coleta* dan *Paliga auratalis*, termasuk dalam ordo Lepidoptera. Stadium larva *N. coleta* merupakan stadium yang paling panjang dengan kisaran umur larva rata-rata 24 hari. Larva *N. coleta* merusak daun dengan memakan jaringan daun sehingga meninggalkan tulang-tulang daun. Stadium yang paling panjang pada *P. auratalis* adalah stadium pupa dengan rata-rata kisaran umur stadium 13,1 hari. Larva *P. auratalis* merusak daun sambung nyawa dengan memakan daun dan juga merekatkan sisi-sisi daun menggunakan saliva yang dikeluarkan dari mulutnya.

Kata kunci: *Gynura procumbens*, *Nyctemera coleta*, *Paliga auratalis*, larva, pupa

UDC 632 Molide Rizal, Tri Eko Wahyono dan Cucu Sukmana (KEEFEKTIFAN <i>Beauveria bassiana</i> DAN PUPUK ORGANIK CAIR TERHADAP <i>Nilaparvata lugens</i>) THE EFFECTIVENESS OF THE MIXTURE OF <i>Beauveria bassiana</i> AND LIQUID ORGANIC FERTILIZER ON <i>Nilaparvata lugens</i> Bul. Littro. Vol. 28, No. 1, 2017, 97-104 Wereng batang cokelat adalah hama utama pada tanaman padi yang dapat menyebabkan gagal panen. Pengendalian wereng batang cokelat (WBC) masih ditekankan pada penggunaan varietas tahan dan insektisida. Perlu upaya alternatif menggunakan cara pengendalian yang lebih ramah lingkungan, diantaranya agens hayati, seperti cendawan entomopatogen <i>Beauveria bassiana</i> dan pupuk organik cair (POC). Penelitian bertujuan untuk mengetahui keefektifan campuran cendawan entomopatogen <i>B. bassiana</i> dan POC terhadap hama WBC. Penelitian dilakukan di Laboratorium dan Rumah Kasa Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro) Bogor sejak Juli sampai September 2015. Penelitian terdiri atas dua kegiatan. Kegiatan pertama adalah percobaan kompatibilitas yang dirancang secara Acak Lengkap (RAL), empat perlakuan dan diulang lima kali. Perlakuan yang diuji adalah tiga konsentrasi larutan POC (5, 10 dan 20 ml.l⁻¹), dan air sebagai kontrol. Pengujian dilakukan terhadap pertumbuhan cendawan <i>B. bassiana</i> pada medium yang mengandung POC. Kegiatan kedua adalah pengujian keefektifan cendawan <i>B. bassiana</i> untuk mengontrol WBC di rumah kaca, dirancang menggunakan RAL, lima perlakuan dan diulang lima kali. Perlakuan yang diuji adalah <i>B. bassiana</i> (kerapatan spora 10⁸ ml⁻¹); <i>B. bassiana</i> + POC (10 ml.l⁻¹); minyak seraiwangi (5 ml.l⁻¹) dan minyak cengkeh (5 ml.l⁻¹) sebagai pembanding, serta air (kontrol). Aplikasi dilakukan dengan cara menyemprotkan larutan perlakuan dengan konsentrasi 5 ml.l⁻¹ pada nimfa instar 2 WBC yang diinfestasikan pada tanaman padi dalam polibag. Hasil penelitian menunjukkan bahwa POC menghambat 46,64% pertumbuhan <i>B. bassiana</i> secara <i>in vitro</i>. Namun, keefektifan campuran <i>B. bassiana</i> + POC sama baiknya dengan <i>B. bassiana</i> secara tunggal. Hal ini menunjukkan POC dapat diaplikasikan berselang-seling dengan <i>B. bassiana</i> untuk mengendalikan WBC pada padi. Kata kunci: <i>Nilaparvata lugens</i>, pengendalian, POC	UDC 633.832 Erma Suryani, Numansyah, Susi Purwiyanti dan Oti Rostiana (PERTUMBUHAN, PRODUKTIVITAS DAN KUALITAS LIMA BELAS AKSESI KAYUMANIS CEYLON PADA DATARAN SEDANG SOLOK SUMATERA BARAT) THE GROWTH, PRODUCTIVITY AND QUALITY OF FIFTEEN ACCESSIONS OF CEYLON CINNAMON AT MEDIUM ELEVATION OF SOLOK, WEST SUMATERA Bul. Littro. Vol. 28, No. 2, 2017, 105-112 Evaluasi pertumbuhan, produktivitas dan kualitas 15 aksesori kayumanis ceylon (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>) pada dataran menengah di KP. Laing Solok Sumatera Barat, dilakukan sejak Januari 2007 sampai April 2013. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan 15 perlakuan (aksesi) dan 3 ulangan. Parameter pengamatan meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang, tebal kulit, produksi kulit batang, produksi daun, rendemen minyak dan komponen minyak. Analisa komponen minyak dilakukan menggunakan GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman terbaik terdapat pada aksesori Cz116 (497,67 cm) dan Cz130 (478,33 cm). Diameter batang terbesar didapat pada aksesori Cz116 (12,33 cm), jumlah cabang terbanyak Cz130 (30,00), Produksi kulit batang kering tertinggi didapat pada aksesori Cz130 (4.350 g.pohon⁻¹) dan terendah pada aksesori Cz103 (1.800 g.pohon⁻¹). Produksi daun tertinggi didapatkan pada aksesori Cz115 dan Cz116 masing-masing 18.700 dan 18.366,67 g.pohon⁻¹, dan terendah dihasilkan dari aksesori Cz103 yaitu 7.633,33 g.pohon⁻¹. Rendemen minyak kulit batang tertinggi didapat pada aksesori Cz112 dan Cz130 masing-masing 0,75 % dan terendah pada Cz111 (0,27 %). Cinnamaldehyd tertinggi didapat pada aksesori Cz135 (61,24 %), diikuti Cz122 (59,38 %) dan terendah didapat pada Cz117 (37,78 %). Komponen kimia minyak kulit batang dari aksesori Cz135 didapatkan 51 komponen dengan komponen utama adalah cinnamaldehyde 61,29 %, eugenol 6,87 %, β-caryophyllane 6,59 % cinnamyl acetat 5,61 %, β-phellandrene 4,79 %, dillapiol 3,39 %, benzoic acid 1,82 %, linalool 1 %, dan 43 komponen lainnya masing-masing dibawah 1 %. Kata kunci: <i>Cinnamomum zeylanicum</i>; aksesori; produktivitas; kualitas; dataran menengah
UDC 633.841 Oti Rostiana, Dyah Manohara, Agus Ruhnyat dan Wiratno (KARAKTERISTIK PRODUKSI DAN MUTU LADA LOKAL KALIMANTAN TIMUR) CHARACTERISTICS OF PRODUCTION AND QUALITY OF EAST KALIMANTAN BLACK PEPPER Bul. Littro. Vol. 28, No. 2, 2017, 113-126 Kalimantan Timur dikenal sebagai salah satu sentra penghasil lada putih, dengan produk <i>Samarinda White Pepper</i>. Varietas yang dikembangkan di Kalimantan Timur adalah lada lokal yang belum diketahui karakteristiknya. Penelitian dilakukan untuk mengobservasi produksi dan mutu lada lokal Kalimantan Timur, di Kabupaten Kutai Kartanegara yang merupakan daerah pengembangan lada terluas di Kalimantan Timur. Observasi dilakukan selama dua tahun, di tiga lokasi blok penghasil tinggi (BPT) di Loa Janan dan satu lokasi non BPT di Muara Badak, sebagai daerah asal lada lokal Kalimantan Timur yang saat ini berkembang di Loa Janan. Rancangan lingkungan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok, dengan 4 lokasi pengujian, yang diulang 6 kali pada masing-masing lokasi, menggunakan varietas yang sama (lada lokal). Hasil observasi menunjukkan, rata-rata produksi selama dua tahun observasi mencapai 2,94 kg buah segar/pohon, atau setara dengan 2,17 ton.ha⁻¹ lada putih per tahun. Namun, rata-rata tandan berisi bulir lada hanya mencapai 61,3% per malai, sehingga diperlukan pemupukan tepat waktu dan jenis untuk meningkatkan ekspresi potensi genetik karena lada lokal Kalimantan Timur berbuah sepanjang tahun. Hasil analisis mutu menunjukkan, lada putih lokal Kalimantan Timur mengandung oleoresin 11,23 %, serta piperin 3,82 %, lebih tinggi dari Petaling 1 (10,66% dan 3,03 %). Keunggulan lada lokal Kalimantan Timur adalah aroma dan rasa pedas yang khas, karena kandungan piperin dan oleoresin tinggi. Kata kunci: <i>Piper nigrum</i> L., produksi, piperin, oleoresin Kata kunci: <i>Piper nigrum</i> L., produksi, piperin, oleoresin	

UDC 633.88

Dian Susanti, Harto Widodo, dan Erri S. Hartanto

(PENGARUH PUPUK HIJAU TANAMAN KEMBANG BULAN (*Tithonia diversifolia*) DAN PUPUK KANDANG TERHADAP PRODUKSI TANAMAN EKINASE (*Echinacea purpurea*))

THE EFFECT GREEN MANURE OF *Tithonia diversifolia* AND DUNG MANURE ON YIELD OF *Echinacea purpurea*

Bul. Litro. Vol. 28, No. 2, 2017, 127-136

Ekinase merupakan tanaman obat introduksi yang berkhasiat sebagai imunomodulator. Kebutuhan tanaman ekinase sebagai bahan baku obat herbal imunomodulator terus meningkat. Dalam upaya memenuhi permintaan bahan baku industri, kuantitas dan kualitas, maka produksi ekinase perlu ditingkatkan dengan penggunaan pupuk yang ramah lingkungan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk hijau tanaman kembang bulan (*Tithonia diversifolia*) dan pupuk kandang terhadap biomassa dan kadar *echinacoside* tanaman ekinase. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan dua perlakuan, yaitu tiga dosis pupuk kandang (0; 2,5; 5 ton ha⁻¹) dan tiga dosis pupuk hijau kembang bulan (0; 10 dan 20 ton ha⁻¹). Perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Parameter yang diamati adalah biomassa herba tanaman ekinase dan kadar ekinakosida. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada interaksi antara penggunaan pupuk kembang bulan dengan pupuk kandang terhadap tanaman ekinase. Pupuk kembang bulan sebagai pupuk tunggal meningkatkan hasil bobot segar herba tidak nyata pada dosis 20 ton.ha⁻¹. Penggunaan pupuk hijau kembang bulan dan pupuk kandang tidak menstimulasi senyawa *echinacoside* pada ekinase.

Kata kunci: *Echinacea purpurea*; *Tithonia diversifolia*

UDC 668.5 : 634

Albert Husein Wawo, Ning Wikan Utami dan Ninik Setyowati

(TANGGAP PERTUMBUHAN BIBIT *Gyrinops verstegii* TERHADAP PEMANGKASAN CABANG DAN PEMUPUKAN DAUN)

GROWTH OF *Gyrinops verstegii* SEEDLING IN RESPONSE TO THINNING AND FOLIAR FERTILIZATION

Bul. Litro. Vol. 28, No. 2, 2017, 137-144

Gyrinops verstegii Domke adalah salah satu jenis gaharu yang memiliki nilai ekonomi tinggi yang saat ini terancam kelangkaan, sehingga perlu dilestarikan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemangkasan cabang dan pemupukan daun pada pertumbuhan bibit *G. verstegii*, sebagai salahsatu upaya untuk mendukung pelestariannya. Penelitian ini dilakukan di rumah kaca Pusat Penelitian Biologi, LIPI di Cibinong Science Center (CSC) yang dirancang secara faktorial menggunakan Rancangan Acak Lengkap diulang 3 kali. Perlakuan yang diuji adalah pemangkasan dan penggunaan pupuk daun. Pemangkasan terdiri dari 2 perlakuan yaitu tanpa pemangkasan cabang (P0) dan pemangkasan cabang (P1). Pemupukan daun menggunakan pupuk daun majemuk terdiri dari 4 perlakuan yaitu tanpa pemupukan (D0), pemupukan dengan dosis 1 g.l⁻¹ (D1), 2 g.l⁻¹ (D2) dan 3 g.l⁻¹ (D3). Pemangkasan cabang mampu merangsang tinggi bibit dan jumlah cabang bibit namun menghambat ukuran diameter bibit. Pemupukan daun berdosisi 2 g.l⁻¹ mampu merangsang pertumbuhan tinggi batang dan jumlah cabang bibit *G. Verstegii*. Pemangkasan dan pemupukan daun dengan dosis 2 g.l⁻¹ memberikan pengaruh nyata pada pertumbuhan tinggi batang bibit, jumlah cabang bibit walaupun tidak berpengaruh nyata pada pertumbuhan diameter batang bibit *G. verstegii*.

Kata kunci: *Gyrinops verstegii*; pemang-kasan cabang; pemupukan daun; pertumbuhan bibit

UDC 633.88 : 668.5

Dewi Hafidloh, Warsito, dan Edi Priyo Utomo

(PENGARUH KATALIS BASA PADA PEMURNIAN SITRONELAL DALAM MINYAK JERUK PURUT DIENDAPKAN OLEH NaHSO₃ DAN Na₂SO₃)

THE EFFECT OF BASE CATALYST IN THE CITRONELLAL PURIFICATION OF KAFFIR LIME OIL PRECIPITATED BY NaHSO₃ AND Na₂SO₃

Bul. Litro. Vol. 28, No. 2, 2017, 145-152

Sitronelal merupakan komponen utama dalam minyak jeruk purut yang berpotensi besar untuk dimanfaatkan dalam bidang industri dan farmasi. Proses pemurnian sitronelal secara konvensional menggunakan destilator memerlukan banyak pelarut, alat khusus, dan waktu lama. Pemurnian secara kimia dengan katalis basa dengan reagen NaHSO₃ dan Na₂SO₃ merupakan salah satu alternatif untuk pemurnian sitronelal yang lebih sederhana. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh katalis basa penghidrolisis pada proses pemurnian sitronelal menggunakan reaksi penggaraman dengan reagen NaHSO₃ dan Na₂SO₃. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Universitas Brawijaya Malang, sejak Agustus 2015 sampai Februari 2016. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial. Perlakuan yang diuji adalah jenis reagen, yaitu NaHSO₃ dan Na₂SO₃ sebagai faktor pertama. Variasi katalis basa penghidrolisis, yang terdiri dari NaHCO₃, Na₂CO₃, dan NaOH sebagai faktor kedua. Kemurnian sitronelal hasil hidrolisis ditentukan berdasarkan kromatografi gas-spektroskopi massa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemurnian sitronelal tertinggi diperoleh menggunakan reagen Na₂SO₃ rasio mol (1:2), dan katalis penghidrolisis Na₂CO₃ (pH 10,98) sebesar 89,29 %. Oleh karena itu, cara hidrolisis dengan menggunakan reagen Na₂SO₃ dapat direkomendasikan untuk pemurnian kandungan sitronelal dari minyak jeruk purut.

Kata kunci: Citrus hystrix; minyak jeruk purut; sitronelal; hidrolisis; reagen

UDC 668.5

Sri Yuni Hartati, Sukanto, Nuri Karyani dan Zulhisnain

(EFIKASI FORMULA TUNGGAL MINYAK CENGKEH, EUKALIPTUS, MIMBA, DAN SERAIWANGI TERHADAP PENYAKIT BUDOK PADA TANAMAN NILAM)

EFFICACY OF SINGLE FORMULA OF CLOVE, EUCALYPTUS, NEEM, AND CITRONELLA OIL AGAINST BUDOK DISEASE OF PATCHOULI

Bul. Littro. Vol. 28, No. 2, 2017, 153-162

Salah satu penyakit penting pada nilam adalah budok yang disebabkan oleh cendawan *Synchytrium pogostemonis*. Cendawan tersebut bersifat obligat parasit yang ditularkan melalui benih, tanah, dan air. Penelitian dalam rangka mengembangkan pestisida nabati berbasis minyak atsiri telah dilaksanakan di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat pada tahun 2014. Tujuan penelitian adalah menguji efikasi formula tunggal minyak cengkeh, eukaliptus, mimba, dan seraiwangi terhadap penyakit budok. Penelitian dilaksanakan di lahan endemik penyakit budok di Kebun Percobaan Cimanggu, Bogor, Jawa Barat. Formula tunggal minyak cengkeh, eukaliptus, mimba, dan seraiwangi diuji efikasinya terhadap penyakit budok. Dua jenis fungisida sintetik, benomil dan bubuk bordo digunakan sebagai pembanding, serta air sebagai kontrol. Tanaman nilam sehat umur satu bulan disemprot dengan formula tunggal minyak atsiri (5 ml.l⁻¹), benomil (3 g.l⁻¹), bubuk bordo (1 %), dan air setiap dua minggu sebanyak 5 kali. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok (7 perlakuan, 3 ulangan, 20 tanaman/ulangan). Hasil penelitian menunjukkan minyak mimba paling efektif dalam menekan kejadian penyakit budok (58,30 %) dibandingkan dengan seraiwangi (33,30 %), cengkeh (26,65 %), dan eukaliptus (8,30 %), tetapi efikasinya masih lebih rendah jika dibandingkan dengan benomil (100 %) dan bubuk bordo (100 %). Aplikasi minyak mimba, benomil, dan bubuk bordo selain dapat menghambat infeksi *S. pogostemonis* juga menghambat perkembangan penyakit budok. Minyak cengkeh dan seraiwangi tidak dapat menghambat infeksi *S. pogostemonis*, meskipun menghambat perkembangan penyakitnya. Minyak atsiri tersebut berpotensi dikembangkan sebagai pestisida nabati, tetapi efikasinya masih perlu ditingkatkan dengan cara membuat formula campuran dari minyak atsiri tersebut.

Kata kunci: minyak atsiri; pestisida nabati; penyakit budok; nilam

UDC 632.9

Herwita Idris dan Nurmansyah

(PESTISIDA NABATI MINYAK KAYUMANIS DAN SERAIWANGI UNTUK PENGENDALIAN HAMA PENGULUNG DAUN NILAM *Pachyzancla stultalis*)

BOTANICAL PESTICIDE OF CINNAMON AND CITRONELLA OILS TO CONTROL LEAF ROLLER PACHYZANCLA STULTALIS ON PATCHOULI

Bul. Littro. Vol. 28, No. 2, 2017, 163-170

Pestisida nabati merupakan salahsatu alternatif untuk mengendalikan hama yang relatif aman untuk lingkungan. Formula pestisida nabati dari minyak kayumanis dan seraiwangi merupakan salahsatu alternatif untuk mengendalikan serangan hama penggulung daun nilam *Pachyzancla stultalis* agar produktivitas nilam Indonesia tidak terus menurun. Penelitian ini bertujuan untuk mencari formula insektisida nabati terbaik berbahan baku minyak kayu manis dan minyak seraiwangi untuk mengendalikan serangan hama penggulung daun *P. stultalis* pada tanaman nilam tanpa menurunkan mutu minyak nilam. Penelitian dilakukan di kebun petani nilam di Kabupaten Solok, Kenagarian Gantung Ciri sejak Januari sampai Oktober 2013. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan empat perlakuan yaitu Pesnab KM 40 yang berbahan baku kayu manis 40 %, Pesnab SW 50 yang berbahan baku seraiwangi 50 %, insektisida sintesis deltametrin 25 EC dan kontrol tanpa pestisida. diulang enam kali. Nilam yang diuji adalah varietas Sidikalang umur satu bulan dalam polibag. Pestisida nabati KM 40 efektif menanggulangi serangan larva hama penggulung daun nilam *P. stultalis* lebih baik dibandingkan kontrol dan pestisida nabati SW 50, namun tidak berbeda nyata dengan pestisida sintesis. Bobot terna, rendemen, kadar minyak dan kandungan patchouli alkohol (PA) nilam pada perlakuan Pesnab KM 40 tidak berbeda nyata dengan pestisida sintesis, tetapi lebih tinggi dibandingkan kontrol. Komponen penyusun minyak nilam seperti *alfa pinene*, *beta pinene*, *limonen*, *copaene*, *karyophyllen*, *guranen*, *allo-aromadrene* dan *gurjunen* tidak berbeda nyata antara perlakuan dan kontrol. Pestisida nabati berbahan baku minyak kayu manis dapat dijadikan alternatif untuk menggantikan penggunaan pestisida sintesis dalam menanggulangi serangan larva hama penggulung daun nilam *P. stultalis*.

Kata kunci: *Cinnamomum burmanii*, *Cymbopogon nardus*, *Pogostemon cablin*, *Pachyzancla stultalis*. pestisida nabati

UDC 632.951

Tri Lestari Mardiningsih and Ma'mun

(THE EFFECT OF ESSENTIAL OIL FORMULAS ON MORTALITY AND OVIPOSITION DETERRENT OF *Helopeltis antonii*)PENGARUH FORMULA MINYAK ATSIRI TERHADAP MORTALITAS DAN PENGHAMBATAN PENELURAN *Helopeltis antonii*

Bul. Littro. Vol. 28, No. 2, 2017, 171-180

Citronella, clove and lemongrass oils are known to be toxic and repel certain pests. Mixing different essential oils (EOs) in the form of formula is expected to increase the insecticidal properties. The experiments aimed to examine the effect of EOs mixture formulas on mortality and oviposition deterrent of *Helopeltis antonii*. The study was conducted at the green house of Indonesian Spices and Medicinal Crops Research Institute. A mixture of two EOs citronella + clove (1:1), lemongrass + clove (1:1), individual EO formulas, and their inert solution (mixture of tween 80, turpentine, and teepol) were tested on *H. antonii* at 5 and 10 ml.l⁻¹ concentrations. Parameters observed were the number of eggs laid, mortality of adults and nymphs of *H. antonii*. The citronella + clove and lemongrass + clove formula at 10 ml.l⁻¹ deterred the oviposition of *H. antonii* by 60.18 % and 46.56 % respectively. These formulas also caused adults mortality at 79.17 % and 62.50 %, as well as the nymphs mortality at 87.50 % and 82.50 % respectively. The citronella + clove and lemongrass + clove formulas tested had the same effectiveness compared to the commercial citronella oil formula. Therefore, these two formulas were potential to be tested in field to control *H. antonii*.

Key words: *Helopeltis antonii*; essential oils; mortality; oviposition deterrent

UDC 668.5 Sunaryo Syam, Idham Sakti Harahap, dan Dadang (EFEK FUMIGAN DAN REPELEN FRAKSI MINYAK ATSIRI PEPPERMIN <i>Mentha piperita</i> TERHADAP <i>Tribolium castaneum</i> (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)) FUMIGANT AND REPELLENT EFFECTS OF ESSENTIAL OIL FRACTIONS OF <i>Peppermint mentha piperita</i> AGAINST <i>Tribolium castaneum</i> (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) Bul. Littro. Vol. 28, No. 2, 2017, 181-190 <i>Tribolium castaneum</i> merupakan salah satu hama gudang penting di negara tropis. Fumigasi menggunakan fosfin adalah upaya pengendalian yang paling umum dilakukan. Namun, penggunaan fosfin secara terus-menerus dalam waktu lama telah mengakibatkan terjadinya resistensi. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari efek fumigan dan repelen fraksi-fraksi minyak peppermin <i>Mentha piperita</i> terhadap <i>T. castaneum</i>, serta mengidentifikasi senyawa-senyawa yang terkandung di dalam fraksi aktifnya. Penelitian dilakukan di Laboratorium Entomologi Seameo Biotrop Bogor dan di Pusat Laboratorium Forensik Mabes Polri Jakarta sejak Januari hingga Oktober 2016. Minyak peppermin didestilasi dari daun <i>M. piperita</i>. Minyak peppermin difraksinasi dengan teknik partisi pelarut menggunakan pelarut <i>n</i>-heksana, etil asetat, dan metanol. Ketiga fraksi diuji sebagai fumigan dan repelen terhadap <i>T. castaneum</i>. Fraksi aktif dianalisis senyawa kimianya menggunakan GC-MS. Fraksi <i>n</i>-heksana peppermin (FHP) merupakan fraksi yang aktif terhadap mortalitas imago dan larva <i>T. castaneum</i>. Nilai LC₉₅ FHP untuk imago dan larva berturut-turut sebesar 1,92 % dan 9,43 %. Konsentrasi <i>sublethal</i> FHP juga menunjukkan aktivitas menghambat perkembangan larva. Persentase larva berhasil menjadi pupa berkisar 48,67-74,91 %, sedangkan yang berhasil menjadi imago berkisar 9,12-16,59 %. FHP memiliki aktifitas repelen terhadap imago <i>T. castaneum</i> mencapai 86,7 % pada 72 jam setelah perlakuan (JSP). Senyawa dominan pada FHP antara lain β-pinen, limonen, isopulegol, menton, isomenton, mentol, pulegon, dan trans-carane. FHP atau senyawa-senyawa yang dikandungnya berpotensi untuk dikembangkan sebagai insektisida nabati. Kata kunci: <i>Mentha piperita</i>; <i>Tribolium castaneum</i>; hama gudang; fumigan; insektisida nabati; repelen	UDC 632 Agus Kardinan, Tri Eko Wahyono dan Nurbetti Tarigan (PERSISTENSI RESIDU INSEKTISIDA NABATI PIRETRUM DAN MIMBA) PERSISTENCE OF BOTANICAL INSECTICIDE RESIDUE OF PYRETHRUM AND NEEM IN RICE PLANT Bul. Littro. Vol. 28, No. 2, 2017, 191-198 Wereng coklat hingga saat ini masih merupakan masalah utama pada padi. Pengendalian dengan insektisida nabati dianggap kurang efektif, karena tidak dapat bertahan lama di lapangan. Penelitian mengenai persistensi residu insektisida nabati piretrum dan mimba pada padi telah dilakukan di rumah kaca Entomologi, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor dari bulan Januari hingga Desember 2016. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lamanya residu insektisida nabati pada tanaman padi dengan cara mengujinya terhadap mortalitas wereng coklat. Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan terdiri dari dua formula piretrum (EC); dua formula mimba (EC); kontrol positif berupa insektisida sintesis berbahan aktif karbosulfan dan kontrol negatif berupa air. Metoda yang digunakan adalah metode residu daun (<i>Leaf Residue Method</i>), yaitu dengan cara menyemprot tanaman padi berumur sekitar satu bulan dengan konsentrasi sesuai perlakuan yang telah ditentukan, kemudian diintroduksi 10 ekor nimfa wereng coklat instar empat ke setiap tanaman pada hari pertama, kedua, ketiga dan keempat. Mortalitas serangga diamati pada jam pertama; ketiga; keenam; ke-24 dan ke-48 setelah introduksi. Residu insektisida nabati yang diuji masih berpengaruh terhadap mortalitas wereng coklat sampai dengan hari keempat setelah penyemprotan, walaupun efektifitasnya menurun sejalan dengan waktu. Rata-rata mortalitas pada introduksi hari pertama setelah penyemprotan berkisar antara 53-73 % dan pada introduksi hari keempat setelah penyemprotan berkisar antara 18-25 %. Kata kunci: <i>Azadirachta indica</i>; <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>; <i>Nilaparvata lugens</i>; Persistensi
UDC 632 : 633.88 Ermiati (ANALISIS FINANSIAL PENGGUNAAN PESTISIDA NABATI PADA USAHATANI JAHE PUTIH BESAR (STUDI KASUS KECAMATAN TANJUNGPURA, SUMEDANG)) FINANCIAL ANALYSIS OF BOTANICAL PESTICIDES APPLICATION IN BIG WHITE GINGER FARMING SYSTEM (CASE STUDY IN TANJUNGPURA, SUMEDANG) Bul. Littro. Vol. 28, No. 2, 2017, 199-209 Pestisida nabati sangat potensial dalam pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada sistem pertanian organik dan penggunaannya sudah umum dilakukan petani jahe di Sumedang. Penelitian bertujuan untuk mengkaji kelayakan finansial dan sensitivitas usahatani jahe putih besar (JPB) menggunakan pestisida nabati di Tanjungkerta-Sumedang, Jawa Barat. Penelitian dilakukan pada November 2013 dengan metode survey. Analisis harga, input-output dikonversi ke harga Juni 2017. Dua puluh responden dipilih secara acak sederhana dari 33 petani yang tergabung dalam Kelompok Tani Gemahrita. Kelayakan finansial usahatani dikaji dengan analisis <i>Net Present Value</i>, <i>Benefit Cost Ratio</i>, <i>Internal Rate of Return</i>. Sensitivitas dengan BEP (<i>Break Event Point</i>) Produksi dan BEP Harga. Berdasarkan hasil observasi, OPT yang ditemukan di lapangan yaitu bercak daun (<i>Phyllosticta</i> sp.) dan kepik (<i>Epilachna</i> sp.), dikendalikan petani menggunakan pestisida nabati racikan sendiri dari rimpang lengkuas, seraiwangi, daun mimba dan daun sirih. Produktivitas jahe 22.525 kg ha⁻¹ dengan harga yang berlaku Rp 3.000,-/kg. Biaya pestisida nabati Rp 678.000,- per panen. Usahatani JPB menggunakan pestisida nabati secara finansial layak karena nilai NPV>0 (Rp 32.081.22,-), B/C Ratio>1 (2,35), IRR 13 % di atas suku bunga bank yang berlaku (1,5% per bulan). BEP harga Rp 1.279,-/kg, BEP produksi 9.601 kg.ha⁻¹, 57 % lebih rendah dari produktivitas dan harga aktual. Jika produktivitas dan harga JPB turun sebesar ≤ 57 %, usahatani tersebut masih layak dilakukan. Usahatani JPB menggunakan pestisida nabati terbukti menguntungkan petani, aman untuk tanaman, tanah dan tidak mengganggu kesehatan petani, sehingga layak untuk dikembangkan. Kata kunci: <i>Zingiber officinale</i>, kelayakan usahatani, pestisida nabati	

PEDOMAN PENULISAN NASKAH BULETIN PENELITIAN TANAMAN REMPAH DAN OBAT

BULETIN PENELITIAN TANAMAN REMPAH DAN OBAT adalah publikasi ilmiah primer yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Jurnal ini memuat hasil penelitian primer terkait komoditas rempah, obat dan aromatik yang belum pernah diterbitkan pada media apapun.

Pengajuan Naskah

Naskah yang diajukan belum pernah diterbitkan atau **tidak sedang dalam proses evaluasi** pada media lain; telah mendapat persetujuan tim penulis (dilampirkan *ethical statement*), sebagai pihak yang bertanggung jawab terhadap naskah. Penerbit tidak bertanggung jawab terhadap klaim atau permintaan kompensasi terhadap hal-hal yang berkaitan dengan isi naskah.

Naskah dikirim berupa *softcopy* atau file elektronik melalui aplikasi e-jurnal dengan terlebih dahulu Registrasi pada URL <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/bultro> dan melampirkan surat pengantar dari kepala unit kerja penulis kepada Kepala Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat sebagai *Supplementary File*. Tembusan surat dialamatkan kepada Redaksi Pelaksana Buletin LITTRO, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Jalan Tentara Pelajar No. 3, Bogor 16111, Telp. (0251) 8321879, Fax. (0251) 8327010, E-mail: buletintro@gmail.com

Setiap naskah yang diajukan wajib mengikuti format dalam pedoman penulisan dan *template for author*. Naskah yang formatnya tidak sesuai dengan pedoman tidak akan diproses dan akan dikembalikan kepada penulis untuk disesuaikan dengan format. Setiap naskah yang diajukan diketik pada kertas HVS A4 pada satu permukaan halaman, batas margin 2 cm di semua sisi kertas, bentuk huruf Times New Roman, ukuran font 11, dua spasi, sedangkan tabel dan gambar berukuran font 9, satu spasi. Setiap halaman diberi nomor secara berurutan, pada sisi kanan bawah, jumlah halaman maksimal 17 lembar (termasuk tabel dan gambar). Penulis wajib mengikuti kaidah penulisan bahasa Indonesia yang baik dan benar serta sesuai dengan Pedoman Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa.

Penyiapan Naskah

Buletin LITTRO memuat artikel dalam bahasa Indonesia maupun Inggris. Pemakaian istilah agar mengikuti Pedoman Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa. Naskah dalam bahasa Inggris mengikuti English (U.S.).

Naskah disusun dengan urutan: Judul, Penulis dan Institusi penulis, Abstrak, Kata kunci, Abstract, Key words, Pendahuluan, Bahan dan Metode, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan, Ucapan Terima Kasih (apabila diperlukan), Daftar Pustaka dan Lampiran bila diperlukan.

Judul:

Singkat, jelas, menggambarkan isi naskah, dan informatif (tidak lebih dari 15 kata), ditulis dalam bahasa Indonesia (seluruhnya huruf kapital) dan bahasa Inggris (huruf kapital hanya awal kalimat, miring). Nama latin tanaman/ hewan yang sudah dikenal luas tidak menjadi bagian kata dalam judul.

- **Penulis dan Institusi penulis:** Nama ditulis lengkap, tidak disingkat, tanpa gelar, ditulis kapital untuk setiap permulaan kata dan nama penulis pertama merupakan penulis utama. Penulis korespondensi atau penulis utama mencantumkan alamat email pribadi (corres-ponding author). Nama penulis untuk korespondensi diberi garis bawah. Nama dan alamat institusi dilengkapi dengan nama jalan, kode pos dan nama kota. Apabila penulis lebih dari satu dan alamatnya berbeda, maka alamat setiap penulis dicantumkan. Keterangan alamat penulis dengan angka bentuk superscript bila penulis lebih dari satu institusi.

Abstrak: Merupakan inti sari dari seluruh tulisan, yang meliputi latar belakang, tujuan, metode (dilengkapi tempat dan waktu), hasil penelitian, kesimpulan, implikasi, saran, atau tindak lanjut (optional). Abstrak disajikan dalam Bahasa Indonesia dan Inggris maksimal 250 kata (Jenis Times New Roman, ukuran font 11, satu spasi). Abstract Bahasa Inggris memenuhi kaidah standar dan sudah dicek dengan Grammarly atau sistem lainnya.

Kata kunci: Dipilih kata yang mudah ditelusuri (maksimal 5 kata kunci terdiri atas kata atau kata gabungan yang menunjukkan inti dari naskah). Diurutkan berdasarkan abjad, nama latin ditulis di awal (tanpa author) dan tidak ada di dalam judul serta ditulis dengan huruf kecil kecuali nama genus kapital. Disajikan dalam Bahasa Indonesia dan Inggris.

Pendahuluan: Memuat latar belakang, perumusan masalah yang akan dipecahkan, sitasi pustaka yang relevan, dan tujuan. Pernyataan tujuan ditulis jelas pada paragraf terakhir. Menggunakan program Mendeley (<http://www.mendeley.com>) dengan *Style University of Worcester-Harvard*.

Bahan dan Metode: Meliputi tempat dan waktu, rancangan percobaan, cara pelaksanaan dan metode analisis secara jelas (dibuat sub bab), sehingga peneliti lain dapat mengulangi penelitian tersebut. Penulisan judul sub bab dengan Huruf Kapital pada awal kalimat dengan font tebal. Penelitian lapangan dilengkapi dengan data agroekologi misalnya : ketinggian tempat, jenis tanah, curah dan hari hujan, tipe iklim dan analisis tanah (untuk penelitian pemupukan), Asal perolehan benih/mikroba/hewan uji dll disebutkan, parameter pengamatan diuraikan berikut analisis statistik.

Hasil dan Pembahasan: Hasil dikemukakan secara jelas, bila perlu dengan tabel, grafik, diagram, foto, lukisan/ gambar, dan ilustrasi. Dibuat beberapa sub bab sesuai topik informasi. Penulisan judul sub bab dengan huruf kapital pada awal kalimat dengan font tebal. Pembahasan mengulas data dan

menjelaskan kaitannya dengan tujuan dan hipotesis serta saran pemecahan terhadap masalah yang dikemukakan. Hasil dikemukakan terlebih dahulu kemudian dibahas, disusun dalam satu bab.

1. Judul tabel singkat, jelas dan mandiri ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Tabel diberi nomor urut sesuai dengan keterangan di dalam teks. Keterangan tabel diletakkan di bawah tabel. Tabel yang merupakan hasil sitasi harus disebutkan sumbernya. Tabel yang berisi data hasil analisis statistik harus menyertakan tingkat kepercayaan dan dilengkapi KK, notasi beda nyata dalam huruf kecil.
2. Judul gambar dan grafik singkat, jelas dan mandiri ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Penulisan judul Gambar dengan huruf Kapital pada awal kalimat. Gambar diberi nomor urut sesuai dengan keterangan di dalam teks sesuai penjelasannya. Data grafik agar dilampirkan dan dibuat dengan menggunakan *Micro-soft Excel*. Gambar berupa foto hitam putih atau berwarna ditampilkan dengan kontras apabila diperlukan. Gambar yang merupakan hasil sitasi harus disebutkan sumbernya. Gambar yang berupa fungsi hasil analisis statistik mencantumkan nilai r^2 / R^2 dan tingkat kepercayaan. Notasi fungsi grafik harus lengkap (aksis x dan y).
3. Sistem penulisan desimal menggunakan koma (,) bukan titik (.), maksimal dua angka di belakang koma
4. Jumlah halaman tabel dan gambar tidak melebihi 30% dari jumlah halaman artikel.

Kesimpulan: Merupakan sintesis dari hasil dan pembahasan secara singkat namun jelas dan menjawab tujuan, hipotesis serta temuan lain selama penelitian. Ditulis dalam bentuk narasi, satu paragraf. Dilengkapi implikasi, saran, atau tindak lanjut dari hasil penelitian.

Ucapan Terima Kasih: Ditujukan kepada mereka yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan kegiatan dan pendanaan. Ditulis nama orang [dengan gelar] dan atau nama institusi, serta jenis kontribusinya.

Daftar Pustaka: Disusun secara alfabetis dan memuat nama pengarang, tahun, judul tulisan, judul terbitan atau majalah, volume, nomor seri serta halaman dan kota terbit. Pustaka yang diunduh dari website harus dirilis oleh institusi resmi (bukan blog atau komunitas), dicantumkan alamat website dan tanggal mengunduh. Pustaka minimal 11 buah, jumlah pustaka primer $\geq 80\%$, terkini (10 tahun terakhir). Manajemen sitasi dan pustaka menggunakan Mendeley dengan Style University of Worcester-Harvard. Wajib mensitasi minimal satu artikel dari Buletin Littro.

Contoh Penulisan Sumber (ambil contoh dari Mendeley) :
Jurnal:

Bauerle, T.L., Richards, J.H., Smart, D.R. & Eissenstat, D.M. (2008) Importance of Internal Hydraulic Redistribution for Prolonging the Lifespan of Roots in Dry Soil. *Plant, Cell and Environment*. 31 (2), 177–186. doi:10.1111/j.1365-3040.2007.01749.x.

Idris, H dan Nurmansyah (2015) Efektivitas Ekstrak Etanol beberapa Tanaman Obat sebagai Bahan Baku Fungisida Nabati untuk Mengendalikan *Colletotrichum gloeosporioides*. *Bul Littro* 26(2): 117-124. doi:10.21082/bullittro.v26n2.2015.117-124

Buku:

Ilyas, S. (2012) *Ilmu dan Teknologi Benih*. Bogor, IPB Press.

Amelia, F. (2009) Analisis Daya Saing Jahe Indonesia di Pasar Internasional. Dept. Ilmu Ekonomi, Fak. Ekonomi dan Manajemen, IPB. 116 hlm.

Artikel dalam Buku:

Upreti, K.K. & Sharma, M. (2016) Role of Plant Growth Regulators in Abiotic Stress Tolerance. In: Rao, N.S. et al. (eds.) *Abiotic Stress Physiology of Horticultural Crops*. India, pp.19–46. doi:10.1007/978-81-322-2725-0.

Weiss, R. (1984) Experimental Biology and Assay of RNA Tumor Viruses. Dalam : Weiss R., Teich N. Varmus H., Coffin J.(ed). RNA Tumor Viruses. Vol. 1, New York : Cold Spring Harbor Laboratory. p. 209-260

Prosiding:

Lebaudy, A., Vavasseur, A., Hosy, E., Dreyer, I., Leonhardt, N., Thibaud, J.-B., V  ry, A.-A., Simonneau, T. & Sentenac, H. (2008) *Plant Adaptation to Fluctuating Environment and Biomass Production Are Strongly Dependent on Guard Cell Potassium Channels*. In: Chrispeels, M. (ed.) *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 105 (13), The National Academy of Sciences, pp.5271–5276. doi:10.1073/pnas.0709732105.

Riajaya, P.D. dan F.T. Kadarwati (2010) Keragaan Produksi Biji Jarak Pagar IP-1 Umur Tiga Tahun pada berbagai Ketersediaan Air Tanah. Prosiding Lokakarya Nasional V. Inovasi Teknologi dan Cluster Pioneer Menuju DME Berbasis Jarak Pagar. Tungal Mandiri Publ. Malang. hlm.151-157.

Kutipan Paten :

Nama Penemu paten, kata “penemu”; Lembaga pemegang paten. Tanggal publikasi paten (tanggal, bulan, tahun). Nama barang atau proses yang dipatenkan. Nomor paten.

Muchtadi, T.R., penemu; Institut Pertanian Bogor. 9 Maret 1993. Suatu Proses mencegah Penurunan Beta Karoten pada Minyak Sawit. ID 0 002 569.

Penulisan Nama Penulis :

Jika nama penulis pertama lebih dari satu kata maka penulisannya dibalik:

J.C. Smith	ditulis Smith, J.C.
F.W. Day Jr.	ditulis Day, F.W. Jr.
A.B. Toll III	ditulis Toll, A.B., III

E.C. Bate-Smith	ditulis Bate-Smith, E.C.
Richard C. De Long	ditulis De Long, R.C.
A.J. de Lorenzo	ditulis de Lorenzo, A.J.
James M. van der Veen	ditulis van der Veen, J.M.

Nama penulis dari China, untuk publikasi ilmiah China ditulis tanpa dibalik:

Chan Tai-Chen	ditulis Chan, T-C.
Lin Ke-Sheng	ditulis Lin, K-S.

Dalam publikasi ilmiah Amerika dan Inggris, nama China tetap ditulis dibalik:

L. Ying Chang	ditulis Chang, Y.L
His Fam Fu	ditulis Fu, H.F.

Contoh Naskah Siap Cetak (*Proof draft*)

Contoh naskah siap cetak akan dikirim melalui email kepada penulis korespondensi untuk ditelaah secara seksama. Koreksian dari penulis harus dikembalikan kepada Redaksi Pelaksana Buletin Littro dua hari setelah e-mail diterima.

Contoh Penulisan dalam Teks

BUKAN SATUAN INTERNATIONAL

Angka satu digit

tiga ulangan
empat varietas
lima bulan
satu tahun

Angka dua digit

10 perlakuan

10 polibag
12 bulan
12 bulan

SATUAN INTERNATIONAL

Angka satu digit

1 ml
2 m
2 kg atau ... (ton)
5 menit
5 detik
5 °C
1 atm
5 ha atau ... m²
6 %

Angka dua digit

12 l
10 m
12 kg
10 detik
15 °C
25 ha
10 %

Penulisan dua jenis satuan dalam satu kata

kg per ha ditulis kg.ha⁻¹
kg per m² ditulis kg.m⁻²
10 tanaman per ha ditulis 10 tanaman/ha
10 g per tanaman ditulis 10 g/tanaman