

ISSN : 0215-0824

BULETIN PENELITIAN
TANAMAN REMPAH DAN OBAT

Bulletin of Research on Spice and Medicinal Crops

Akreditasi LIPI No. 554/Akred/P2MI-LIPI/09/2013

Volume 26, Nomor 2, Desember 2015



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. 26	No. 2	hlm. 87-182	Bogor, Desember 2015	ISSN 0215-0824
-------------	---------	-------	-------------	-------------------------	----------------

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

Akreditasi LIPI No. 554/Akred/P2MI-LIPI/09/2013

Volume 26, Nomor 2, Desember 2015

Penanggung Jawab

Kepala
Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Alamat

Jalan Tentara Pelajar No. 3 Cimanggu, Bogor 16111
Telp. (0251) 8321879 - Fax. (0251) 8327010
E-mail : balittro@litbang.deptan.go.id
Website : <http://balittro.litbang.deptan.go.id>

Dewan Redaksi

Ketua merangkap Anggota

Prof. Dr. Ir. I Wayan Laba, M.Sc (Entomologi)

Sumber Dana

DIPA Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
TA. 2015

Anggota

Dr. Agus Wahyudi, MS (Sosial Ekonomi)
Dr. Oti Rostiana, M.Sc (Bioteknologi)
Dr. Ir. Nurliani Bermawie (Pemuliaan)
Dr. Ir. Ireng Darwati (Ekofisiologi)
Dr. M. Djazuli, MS (Ekofisiologi)
Dr. Ir. Dono Wahyuno (Fitopatologi)

ISSN : 0215-0824

Redaksi Pelaksana

Ir. Yusniarti
Hera Nurhayati, SP., M.Sc.
Eko Hamidi
Efiana, S.Mn.

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*)
- Prof. Dr. Ir. Deciyanto Soetopo, MS (*Entomologi-Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan*)
- Prof. Dr. Dwinardi Apriyanto (*Ilmu Hama-Universitas Bengkulu*)
- Dr. Edi Santoso, SP., M.Si (*Ekofisiologi-Institut Pertanian Bogor*)
- Prof. Dr. Ir. Elna Karmawati (*Entomologi-Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan*)
- Dr. Ir. Hagus Tarno, M.Agr.Sc (*Entomologi-Universitas Brawijaya*)
- Dr. Ir. I Gede Suastika, M.Sc (*Fitopatologi-Institut Pertanian Bogor*)
- Dr. Ir. I Made Samudera (*Entomologi-Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian*)
- Prof. Dr. Ir. Ida Hanarida Sumantri (*Pemulia Tanaman-Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian*)
- Dr. Iwa Mara Trisawa, M.Si (*Entomologi-Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan*)
- Dr. Lestari Rahayu Waluyati (*Sosial Ekonomi-Universitas Gadjah Mada*)
- Dr. M. Muhsin, M.Si (*Fitopatologi-Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan*)
- Dr. M. Yunus (*Pemulia Tanaman-Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian*)
- Prof. Dr. Nanik Setyowati (*Budidaya Tanaman-Universitas Bengkulu*)
- Dr. Neni Rostini (*Pemulia Tanaman-Universitas Padjadjaran Bandung*)
- Prof. Dr. Ir. Risfaheri, M.Si (*Pascapanen-Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar*)
- Prof. Dr. Ir. Rosihan Rosman, MS (*Ekofisiologi-Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*)
- Dr. Ir. Siswanto, M.Phil (*Entomologi-Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan*)
- Drs. Sukarman, M.Sc (*Budidaya Tanaman-Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*)
- Dr. Sri Yuliani (*Pascapanen-Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian*)
- Dra. Sri Yuliani, Apt (*Pascapanen-Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian*)
- Prof. Dr. Ir. Supriadi (*Fitopatologi-Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*)
- Ir. Usman Daras, M.Agr.Sc (*Budidaya Tanaman-Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*)
- Dr. Yudiwati (*Pemulia Tanaman-Institut Pertanian Bogor*)
- Dr. Yuyu Suryasari Poerba (*Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*)

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

Akreditasi LIPI No. 554/Akred/P2MI-LIPI/09/2013

Volume 26, Nomor 2, Desember 2015

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, Buletin Tanaman Rempah dan Obat (*Bul. Littro*) Volume 26, Nomor 2, untuk tahun 2015 dapat diselesaikan. Buletin ini berisi sembilan artikel yang terdiri dari berbagai bidang masalah dan disiplin ilmu pada Tanaman Rempah dan Obat. Artikel pertama tanggap pertumbuhan dan biomasa pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) pada aplikasi fungi mikoriza arbuskula dan pemupukan di tanah andosol. Artikel kedua adalah potensi kadar bioaktif yang terdapat pada daun kepel (*Stelechocarpus burahol*). Artikel ketiga menyajikan the effectivity of citronella and clove oils againts cabbage caterpillar *Crociodolomia pavonana*. Artikel keempat menampilkan efektivitas ekstrak etanol beberapa tanaman obat sebagai bahan baku fungisida nabati untuk mengendalikan *Colletotrichum gloeosporioides*. Artikel kelima adalah ketahanan empat klon seraiwangi terhadap *Fusarium* sp., *Pestalotia* sp. dan *Curvularia* sp. patogen penyebab bercak daun. Artikel keenam pengkajian usahatani integrasi seraiwangi-ternak sapi. Artikel ketujuh menyajikan simulasi penentuan skala ekonomi dan ekologi sistem usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah di desa Cikahuripan Lembang. Artikel kedelapan menampilkan kelayakan ekonomi pengendalian hama pengisap buah lada (*Dasynus piperis* China) dengan insektisida nabati berbahan aktif minyak seraiwangi dan cengkeh. Artikel kesembilan potensi pengolahan daging buah pala menjadi aneka produk olahan bernilai ekonomi tinggi.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua penulis yang sudah mengisi Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat 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. Terima kasih

Ketua Dewan Redaksi

Prof. Dr. Ir. I Wayan Laba, M.Sc

BULETIN PENELITIAN

TANAMAN REMPAH DAN OBAT

Bulletin of Research on Spice and Medicinal Crops

Akreditasi LIPI No. 554/Akred/P2MI-LIPI/09/2013

Volume 26, Nomor 2, Desember 2015

DAFTAR ISI

Tanggap Pertumbuhan dan Biomasa Pegagan (<i>Centella asiatica</i> (L.) Urban) pada Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula dan Pemupukan di Tanah Andosol Budi Hartoyo, Octivia Trisilawati dan Munif Ghulamahdi	87-98
Potensi Kadar Bioaktif yang Terdapat pada Daun Kepel (<i>Stelechocarpus burahol</i>) Bayuanggara Cahya Ramadhan, Sandra Arifin Aziz dan Munif Ghulamahdi	99-108 ✓
The Effectivity Of Citronella and Clove Oils Againts Cabbage Caterpillar <i>Crociodomia pavonana</i> Rismayani dan I Wayan Laba	109-116 ✓
Efektivitas Ekstrak Etanol Beberapa Tanaman Obat Sebagai Bahan Baku Fungisida Nabati Untuk Mengendalikan <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Herwita Idris dan Nurmansyah	117-124 ✓
Ketahanan Empat Klon Seraiwangi terhadap <i>Fusarium</i> sp, <i>Pestalotia</i> sp dan <i>Curvularia</i> sp Patogen Penyebab Bercak Daun Herwita Idris dan Nurmansyah	125-132 ✓
Pengkajian Usahatani Integrasi Seraiwangi-Ternak Sapi Ermiati, Ekwasita Rini Pribadi dan Agus Wahyudi	133-142 ✓
Simulasi Penentuan Skala Ekonomi dan Ekologi Sistem Usahatani Terpadu Seraiwangi dan Sapi Perah di Desa Cikahuripan Lembang Amalia Dena Listyanti, Sri Mulatsih dan Suwanto	143-154
Kelayakan Ekonomi Pengendalian Hama Pengisap Buah Lada (<i>Dasynus piperis</i> China) dengan Insektisida Nabati Berbahan Aktif Minyak Seraiwangi dan Cengkeh Ekwasita Rini Pribadi, I Wayan Laba, Rohimatun, Kiki Yolanda, dan Mahrita Willis	155-164 ✓
Potensi pengolahan daging buah pala menjadi aneka produk olahan bernilai ekonomi tinggi Ratna Wylis Arief, Firdausil AB, dan Robet Asnawi	165-174 ✓
Indeks Subjek, Indeks Pengarang dan Indeks Abstrak	175-182

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

**TANGGAP PERTUMBUHAN DAN BIOMASA PEGAGAN (*Centella asiatica* (L.) Urban)
PADA APLIKASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA DAN PEMUPUKAN DI TANAH ANDOSOL**
*Growth and biomass responses of asiatic pennywort (*Centella asiatica* (L.) Urban) to the
application of arbuscular mycorrhizal fungi and fertilizer on andosol soil*

Budi Hartoyo¹⁾, Octivia Trisilawati²⁾ dan Munif Ghulamahdi³⁾

¹⁾ Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah

²⁾ Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111

Telp 0251-8321879 Faks 0251-8327010

balittro@litbang.pertanian.go.id

³⁾ Institut Pertanian Bogor, Bogor

(diterima 01 Desember 2014, direvisi 11 Juni 2015, disetujui 24 Juli 2015)

ABSTRAK

Penggunaan fungi mikoriza arbuskula (FMA) sebagai agensia hayati pada beberapa jenis tanaman saat ini mulai banyak mendapat perhatian. FMA diyakini berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan, perkembangan, produksi, dan mutu tanaman serta menghasilkan tanaman yang lebih tahan terhadap cekaman biotik dan abiotik. Pupuk anorganik N, P, K digunakan sebagai sumber hara esensial pada budidaya pegagan (*Centella asiatica*). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari peran dan efektivitas FMA dan pemupukan terhadap pertumbuhan dan produksi biomasa tanaman pegagan pada tanah Andosol. Percobaan dilaksanakan dengan rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial, terdiri dari 2 faktor, diulang tiga kali. Faktor pertama ialah perlakuan FMA (inokulasi FMA dan tanpa FMA). Faktor kedua ialah dosis pupuk (5 taraf: tanpa pupuk sebagai kontrol, 25% dosis pupuk optimal, 50% dosis pupuk optimal, 75% dosis pupuk optimal, dan dosis optimal). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan FMA nyata meningkatkan pertumbuhan dan produksi pegagan yaitu jumlah stolon primer 26,46%, jumlah buku 12,20% dan jumlah daun pada stolon primer terpanjang 17,94%, serta bobot kering akar 25,76%, terna 17,53% dan total 18,85%. Selain itu, pegagan yang bersimbiosis dengan FMA pada perlakuan tanpa pupuk menunjukkan serapan hara N, P, K lebih tinggi (N 24,4%; P 20,3% dan K 4,2%) dibandingkan tanpa FMA.

Kata kunci: *Centella asiatica*, fungi mikoriza arbuskula, pemupukan, pertumbuhan, biomas

ABSTRACT

Currently, the use of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) as biological agents in several plants species is more well-known. AMF has been demonstrated playing important role in promoting plant growth, development, yield, quality, and inducing plant resistance to biotic and abiotic stresses. Inorganic fertilizer N, P, K were used as essential nutrients sources in Asiatic pennywort (*Centella asiatica*) cultivation. This research aimed to study the role and effectiveness of AMF on growth, and biomass production of Asiatic pennywort at several dosages of N, P and K fertilizers on Andosol soil. The experiment was arranged in completely factorial randomized design with two factors and three replications. The first factor was AMF application (with and without AMF inoculation), and the second factor was five fertilizer dosages (without fertilizer as a control, 25% of optimal dosage, 50% of optimal dosage, 75% of optimal dosage, and optimal dosage). The result indicated that AMF application significantly increased growth and yield parameters of asiatic pennywort including primary stolon number is 26.46%, number of node and leaves on the longest primary stolon 12.20% and 17.94%, dry weight of root, shoot and total biomass (25.76%; 17.53% and 18.85%). In addition, the AMF-inoculated plants without fertilizer treatment showed higher NPK uptake (24.4% N; 20.3% P and 4.2% K) than without AMF application.

Key words: *Centella asiatica*, arbuscular mycorrhizal fungi, fertilization, growth, biomass

PENDAHULUAN

Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) mengandung bioaktif asiatikosida yang memiliki aktivitas biologi, secara empiris mempunyai berbagai khasiat obat dan sudah banyak digunakan dalam pengobatan tradisional. Efek farmakologis dari pegagan secara ilmiah juga sudah diuji antara lain untuk meningkatkan kemampuan kognitif (Anissa, 2006; Kumar and Gupta, 2002), mencegah penurunan kemampuan kognitif serta stres oksidatif (Kumar dan Gupta, 2003), sebagai obat anti-alergi, anti-pruritic, dan anti-inflammatory (Mathew *et al.*, 2009), untuk pengobatan penyakit Alzheimer, kusta, varises, lupus (Mathur *et al.*, 2007), pencegahan dan penghambatan penyakit kanker usus besar (Bunpo *et al.*, 2004), anti kanker payudara (Hsu *et al.*, 2005), aktivitas imunologi (Wang and Liu, 2005), pencegahan dan menekan penyakit paru-paru (Zhang *et al.*, 2011), penyembuhan luka (Hong *et al.*, 2005; Jeong, 2006). Senyawa fenolik yang dihasilkan memberikan kontribusi utama pada aktivitas anti-oksidatif (Zainol *et al.*, 2003), disamping dapat dimanfaatkan untuk kosmetik dan perawatan kulit (Winarto dan Surbakti, 2003), sehingga pegagan merupakan salah satu jenis tanaman obat yang potensial untuk dikembangkan.

Permasalahan dalam pengembangan produk yang berasal dari tanaman pegagan adalah belum terjaminnya mutu dan pasokan, kualitas bahan baku serta jumlah pasokan yang tidak menentu. Hal tersebut terjadi karena selama ini untuk memasok kebutuhan bahan baku pegagan sebagian besar diambil secara langsung dari alam, dan hanya sebagian kecil berasal dari usaha budidaya. Kebutuhan industri akan bahan baku pegagan mencapai 100 t th^{-1} , namun sampai saat ini baru dapat dipasok 4 t th^{-1} (IPB, 2005). Upaya untuk memenuhi kebutuhan tersebut perlu dilakukan, salah satunya melalui perbaikan budidaya tanaman dengan pemanfaatan fungi mikoriza arbuskula (FMA).

Tanaman pegagan dapat tumbuh mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi dengan ketinggian 2500 m dpl (Heyne, 1987). Penanaman pegagan di dataran tinggi memberikan kandungan bioaktif (asiatikosida) yang lebih tinggi dibanding di dataran rendah (Ghulamahdi *et al.*, 2008). Tanah di daerah dataran tinggi umumnya didominasi jenis tanah Andosol. Defisiensi hara fosfor (P) adalah salah satu kendala dalam budidaya pada tanah Andosol. Tanah tersebut tidak hanya memiliki fosfor tersedia rendah, tetapi juga memfiksasi sebagian besar fosfor yang diberikan, sehingga dibutuhkan banyak pupuk untuk mendapatkan respon tanaman. Fiksasi hara fosfor adalah faktor utama penyebab ketersediaan yang rendah dari hara tersebut di tanah (Syarif, 2007). Hasil analisis tanah Andosol pada tahun 2008 menunjukkan reaksi tanah sangat masam (pH 4,45), kandungan P tersedia rendah, kandungan Fe sangat tinggi, sedangkan Al dan Mn tinggi (Sutardi, 2008).

Penggunaan FMA sebagai agensia hayati pada beberapa jenis tanaman saat ini mulai banyak mendapat perhatian. Hal ini tidak saja karena kemampuannya dalam bersimbiosis dengan berbagai jenis tanaman, tetapi juga dapat membantu tanaman dalam meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara. FMA diyakini berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan, perkembangan, produksi, dan mutu tanaman pangan, perkebunan, hortikultura, dan kehutanan serta menghasilkan tanaman yang lebih tahan terhadap cekaman biotik dan abiotik sehingga dapat mengurangi investasi yang diperlukan untuk penyediaan pupuk dan pestisida (Douds and Johnson, 2007; Smith and Read, 2008). FMA dapat berasosiasi dengan sekitar 80-90% tanaman darat (Wang and Qui, 2006), dengan penyebaran sangat luas mulai dari jenis tanah pasir (Delvian, 2003), tanah gambut (Sasli *et al.*, 2008), dataran tinggi di Himalaya (Chaurasia *et al.*, 2005), pada lingkungan yang panas dan kering (Li and Zhao, 2005), pada tanah-tanah marginal (Smith and Read, 1997), tanah masam (Cuenca *et al.*, 2001; Kartika, 2006),

tanah alkalin (Swasono, 2006) serta pada tanah dengan cekaman ganda Al dan kekeringan (Hanum, 2004).

FMA memiliki kapasitas untuk memfasilitasi sumber-sumber hara baik an-organik maupun organik dalam tanah (Smith and Read, 2008; Read and Perez-Moreno, 2003). Berdasarkan peran tersebut maka FMA dapat meningkatkan serapan berbagai hara bagi tanaman, utamanya hara P (Ortas et al., 2011), hara N (Xiao et al., 2010), hara K (Porras-Soriano et al., 2009), Ca (Rhodes and Gerdemann, 1978), Zn (Subramanian et al., 2009; Ortas 2010; Ortas et al., 2011), Cu, Mn, dan Fe (Miransari et al., 2009), membantu penyediaan hara dari yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman (Brundrett et al., 1994). Kecepatan masuknya P ke dalam hifa jamur FMA dapat mencapai enam kali lebih cepat dari pada kecepatan masuknya P melalui rambut akar (Kabirun, 2002).

Penelitian pemanfaatan FMA sebagai agen hayati pada beberapa jenis tanaman saat ini mulai banyak mendapat perhatian, namun demikian informasi mengenai pemanfaatannya pada tanaman pegagan masih terbatas. Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari pengaruh dan efektivitas FMA terhadap pertumbuhan, perkembangan, dan biomas pegagan pada beberapa taraf pemupukan N, P dan K di tanah Andosol.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di rumah kaca Kebun Percobaan Gunung Putri, Pacet, Kabupaten Cianjur sejak Juli sampai Oktober 2009, menggunakan polybag berukuran 5 kg. Percobaan faktorial menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua (2) faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama perlakuan FMA: dengan dan tanpa inokulasi FMA, faktor kedua adalah dosis pupuk N, P dan K dengan lima taraf pemupukan: tanpa pupuk (kontrol) (A_0), 25% dosis pupuk optimal (Urea 0,18 g; SP-360 10 g; KCl 0,14 g tanaman⁻¹) (A_1), 50% dosis pupuk optimal (Urea 0,36 g; SP-36

0,20 g; KCl 0,28 g tanaman⁻¹) (A_2), 75% dosis pupuk optimal (Urea 0,54 g; SP-36 0,30 g; KCl 0,42 g tanaman⁻¹) (A_3), dosis pupuk optimal (Urea 0,72 g; SP-36 0,40 g; KCl 0,56 g tanaman⁻¹) (A_4). Setiap satuan percobaan terdiri atas 4 tanaman.

Penentuan dosis optimal pupuk N, P, K mengacu Ghulamahdi et al. (2009) yang merekomendasikan dosis pupuk optimal sebesar 135 kg N ha⁻¹, 60 kg P₂O₅ ha⁻¹ dan 132 kg K₂O ha⁻¹ untuk populasi lebih kurang 100.000 tanaman. Pemupukan N dan K diberikan 1/2 dosis sebagai pupuk dasar dan 1/2 dosis sebagai pupuk susulan pada umur 30 hari setelah tanam (HST). Pupuk P diberikan seluruhnya sebagai pupuk dasar.

Sumber benih berasal dari stek stolon 2-3 ruas pegagan aksesi Boyolali, dari induk tanaman pegagan yang sehat. Pembibitan pegagan dilakukan dalam polybeg berukuran 10 cm x 15 cm, dengan media pembibitan campuran tanah dan pupuk organik (1:1) yang sebelumnya sudah disterilkan. Pada perlakuan tanpa mikoriza tidak dilakukan inokulasi FMA, sedangkan pada perlakuan FMA, 20 g inokulum isolat FMA campuran yang kompatibel terhadap pegagan (Hartoyo et al., 2011), diinokulasikan pada saat pembibitan, sehingga diharapkan terjadi kontak antara FMA dengan akar tanaman. Benih siap ditanam pada umur satu bulan. Teknik budidaya mengacu pada Januwati dan Yusron (2005).

Media tanam (5 kg pot⁻¹) adalah tanah Andosol yang telah diayak dengan ukuran 2 mm dan disterilkan dengan cara fumigasi menggunakan basamid dosis 0,004% w/w (40 g basamid untuk 1 t tanah) selama dua minggu. Media tanah Andosol tergolong tanah sangat masam (pH 4,45), dengan kandungan N total (0,19%) rendah, C organik (4,23%) tergolong tinggi, P tersedia (1,22 ppm) sangat rendah, Ca Mg K dan Na dapat ditukar (4,28; 0,75; 0,25 dan 0,23 me 100 g⁻¹) tergolong rendah, kapasitas tukar kation tinggi (20,16 me 100 g⁻¹), dan tekstur tanahnya lempung liat berpasir.

Inokulum FMA diperbanyak secara kultur pot menggunakan media zeolit dengan tanaman

inang sorgum selama 3-4 bulan. Menjelang panen inokulum, tanaman inang dibiarkan kering, dan akar tanaman dipotong-potong serta dicampurkan dengan media tanamnya yang mengandung spora FMA sebagai inokulum yang digunakan dalam penelitian ini (Setiadi, 2001).

Pengamatan dilakukan terhadap semua satuan percobaan, pengamatan karakter agronomi mengacu pada panduan deskriptor yang dikembangkan khusus untuk tanaman pegagan dengan beberapa modifikasi (Bermawie *et al.*, 2006). Peubah yang diamati adalah pertumbuhan yang meliputi: jumlah daun tanaman induk, panjang tangkai daun (sebagai representasi tinggi tanaman), jumlah stolon primer, jumlah buku pada stolon primer terpanjang, jumlah daun pada stolon primer terpanjang, panjang akar; dan bobot biomas yaitu: bobot kering akar, bobot kering daun, bobot kering terna, dan bobot kering total, serta nisbah tajuk akar (bobot tajuk dibanding bobot akar). Kandungan hara N, P dan K terna dianalisis di Laboratorium Uji Balitro menggunakan metode Kjeldahl, Bray-1 dan 1N NH_4OAc pH 7,0 (Balai Penelitian Tanah, 2009) untuk menghitung hara yang terangkut saat

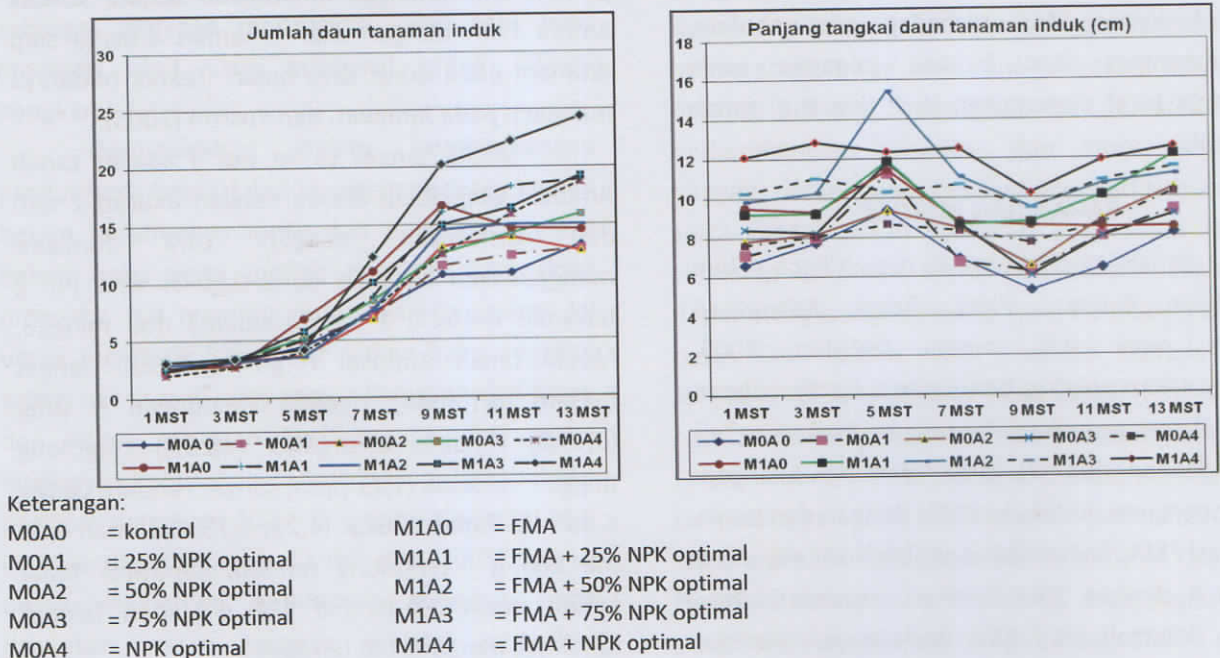
panen. Data hasil pengamatan parameter pertumbuhan, bobot biomas dan nisbah tajuk akar diuji statistik dengan analisis ragam menggunakan program SAS 9.1 dan jika menunjukkan pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda *Duncan's Multiple Range Test*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan

FMA pada pemupukan dosis optimal (M_1A_4) meningkatkan jumlah daun tanaman induk pegagan pada 7 minggu setelah tanam (MST), pengaruhnya cenderung menurun pada umur 15 MST, sedangkan terhadap panjang tangkai daun induk tidak memberikan pengaruh nyata pada semua umur pengamatan. Namun demikian tanaman yang diinokulasi FMA secara umum memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan tanpa FMA (Gambar 1).

Jumlah stolon primer, jumlah buku, dan jumlah daun merupakan karakter penciri yang berpengaruh terhadap biomasa tanaman pegagan, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu indikator untuk menilai kemampuan FMA dalam meningkatkan pertumbuhan dan biomas



Gambar 1. Respon pertumbuhan tanaman pegagan terhadap aplikasi FMA dan pupuk NPK.
Figure 1. Plant growth responses of Asiatic pennywort to the AMF and NPK fertilizer application.

tanaman. Pengaruh tunggal FMA nyata dalam meningkatkan jumlah stolon primer, jumlah buku, dan jumlah daun tanaman pegagan (Tabel 1). Namun dalam aplikasinya, FMA tidak saling berinteraksi dengan pemberian pupuk. Pemberian pupuk dengan dosis optimal hanya berpengaruh nyata terhadap jumlah stolon primer dan tidak berpengaruh pada jumlah buku dan jumlah daun, artinya peningkatan jumlah buku dan jumlah daun pada stolon lebih dipengaruhi oleh perlakuan FMA.

Tanaman pegagan merupakan salah satu tanaman yang memiliki pertumbuhan dan perkembangan yang khas. Perilaku tumbuh tanaman pegagan adalah membentuk anakan atau stolon umumnya dimulai pada umur 30 HST, tergantung kondisi tanaman induk dan faktor lingkungan, yang selanjutnya akan memanjang horisontal dan tiap buku muncul akar disertai dengan munculnya tunas daun pada titik tumbuh, sehingga akan menjadi individu-individu baru terpisah dari tanaman utama. Individu-individu tersebut selanjutnya mengikuti perilaku tumbuh dari tanaman utamanya. Diduga, adanya anakan akan menjadi kompetitor bagi tanaman induk dalam mendapatkan ruang hidup, unsur hara, air dan cahaya. Hal yang sama pada penelitian

Musyarofah et al. (2007), yang menyebutkan bahwa anakan yang sudah mengeluarkan akar dapat mengambil unsur hara sendiri dari tanah sehingga terjadi kompetisi unsur hara antara tanaman induk dan anaknya. Semakin banyak anakan baru yang muncul maka kompetisi antara tanaman induk dengan anakan akan semakin meningkat. Selain untuk mempertahankan pertumbuhan, tanaman induk juga harus mengalokasikan sebagian fotosintat untuk membentuk percabangan stolon serta kehidupan FMA.

Simbiosis FMA dengan tanaman pegagan nyata efektif meningkatkan pertumbuhan dan berkembangnya tanaman pegagan yang ekstensif. Hal tersebut ditunjukkan dengan semakin meningkatnya ekspansi tanaman secara horisontal melalui pembentukan stolon primer yang menyebabkan peningkatan volume permukaan bidang penyerapan hara, air dan cahaya (Tabel 1). Adanya eksternal miselium yang terbentuk di sekitar perakaran tanaman bermikoriza, dapat meningkatkan volume kontak antara perakaran tanaman dengan media tumbuhnya menjadi 12 sampai 15 kali cm^3 akar yang terinfeksi (Sieverding, 1991). Diduga FMA mampu memberikan kecukupan hara dan air bagi

Tabel 1. Pengaruh inokulasi FMA dan dosis pupuk secara tunggal terhadap jumlah stolon primer, jumlah buku dan jumlah daun pada stolon primer terpanjang.

Table 1. Effect of AMF inoculation and fertilizer dosage on the primary stolon number, number of nodes and number of leaves on the longest primary stolon.

Perlakuan	Jumlah stolon primer	Jumlah buku pada stolon primer terpanjang	Jumlah daun pada stolon primer terpanjang
		----- buah -----	
Fungi Mikoriza Arbuskula			
FMA	5,40 a	7,13 a	22,97 a
Tanpa FMA	4,27 b	6,26 b	18,85 b
Dosis pupuk			
Dosis pupuk optimal	6,05 a	6,27 a	21,72 a
75% dosis pupuk optimal	5,14 ab	6,97 a	20,08 a
50% dosis pupuk optimal	4,77 ab	6,80 a	23,55 a
25% dosis pupuk optimal	4,44 b	6,99 a	21,00 a
tanpa pupuk/kontrol	3,77 b	6,44 a	18,22 a

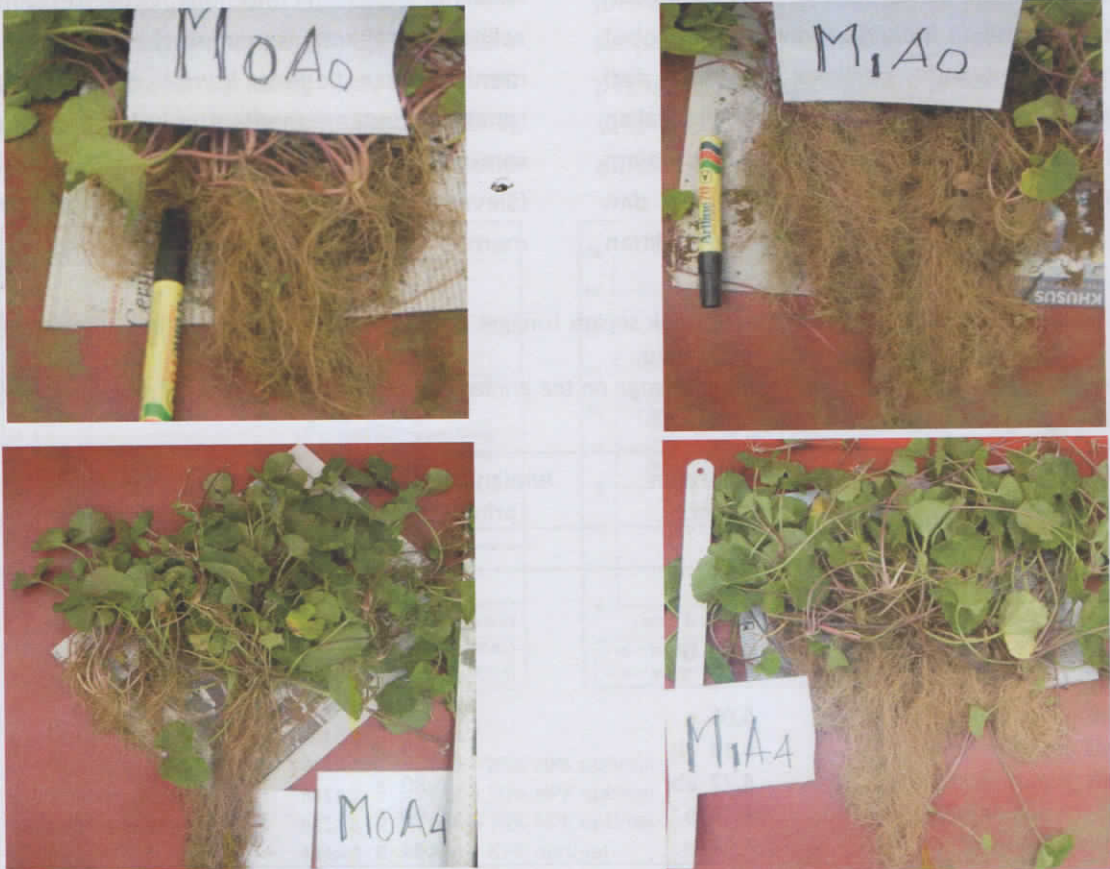
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.
Note: Numbers followed by the same letters on each column are not significantly different at 5% DMRT.

tanaman melalui kemampuan perluasan daerah penyerapan akar. Peningkatan penyerapan hara pada tanaman yang bersimbiosis dengan FMA disebabkan oleh adanya (1) lebih dekat dan mudahnya hara dapat diserap oleh akar tanaman, (2) peningkatan rata-rata penyerapan hara dan konsentrasi pada bidang serap dan (3) perubahan secara kimia sifat-sifat hara sehingga memudahkan penyerapannya ke dalam akar tanaman (Abbott and Robson, 1984). Serapan P pada akar yang terkolonisasi FMA 3-5 kali lebih tinggi dibandingkan akar tanaman tidak bermikoriza (Smith and Read, 1997). Ketersediaan hara dan air serta cahaya yang cukup, mampu mendorong tanaman untuk meningkatkan proses metabolisme tanaman, terutama proses fotosintesis sehingga pembentukan asimilat lebih tinggi dan selanjutnya digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan jumlah buku, pembentukan daun dan bagian tanaman lainnya (Gambar 2).

Bobot biomasa

Inokulasi FMA berpengaruh nyata dan mampu meningkatkan bobot kering akar 34,70% lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa FMA tetapi tidak berpengaruh terhadap panjang akar dan nisbah tajuk akar. Fungi Mikoriza Arbuskular diketahui hidup dan berkembang pada zona perakaran tanaman inang, sehingga secara langsung maupun tidak langsung akar mempengaruhi morfologi dan anatomi sistem perakaran. Hal tersebut diduga dapat menyebabkan terjadi perluasan sistem perakaran dan tidak semata-mata pada pemanjangan akar (Tabel 2). Pemberian pupuk sampai dengan dosis optimal tidak mampu menghasilkan panjang akar, bobot kering akar dan nisbah tajuk akar yang lebih tinggi dibandingkan tanpa pemupukan.

Panjang akar tidak dipengaruhi oleh perlakuan FMA, akan tetapi bobot kering akar dipengaruhi secara nyata. Panjang akar diartikan



Gambar 2. Perakaran pegagan pada perlakuan tanpa FMA dan dengan FMA.
Figure 2. The root of Asiatic pennywort at without AMF and with AMF treatment.

Tabel 2. Pengaruh inokulasi FMA dan dosis pupuk terhadap panjang akar, bobot kering akar, dan nisbah tajuk akar.
Table 2. Effect of AMF inoculation and fertilizer dosage on the root length, root dry weight, and ratio of shoot roots.

Perlakuan	Panjang akar (cm)	Bobot kering akar (g tanaman ⁻¹)	Nisbah tajuk akar
Fungi Mikoriza Arbuskula			
FMA	38,65 a	7,53 a	4,69 a
Tanpa FMA	35,54 a	5,59 b	3,87 a
Dosis pupuk			
Dosis pupuk optimal	41,88 a	7,62 a	4,30 a
75% dosis pupuk optimal	36,66 a	7,30 a	3,81 a
50% dosis pupuk optimal	38,09 a	6,84 a	4,42 a
25% dosis pupuk optimal	35,01 a	6,40 a	3,71 a
tanpa pupuk/kontrol	33,83 a	4,65 a	5,16 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.
Note: Numbers followed by the same letters on each column are not significantly different at 5% DMRT.

sebagai pertambahan ukuran akar vertikal ke arah bawah, sedangkan bobot kering merupakan resultante volume akar yang terbentuk secara keseluruhan. Diduga bahwa FMA berperan dalam pembentukan, perkembangan dan ekspansi sistem perakaran tanaman yang dikolonisasi. Hasil tersebut bermakna bahwa simbiosis FMA dengan tanaman pegagan efektif, karena mampu meningkatkan bobot kering akar sebagai salah satu karakter yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Salah satu ciri respon tanaman terhadap keterbatasan P, seperti yang terjadi pada jenis tanah Andosol adalah pertumbuhan bagian atas tanaman menurun dan perkembangan akar meningkat. Respon tersebut menghasilkan sistem percabangan akar (asosiasi antara pengurangan panjang akar primer dan peningkatan jumlah akar-akar lateral serta densitas akar), serta panjang akar rambut. Perubahan tersebut meningkatkan kapasitas eksplorasi akar untuk mendapatkan P dalam tanah yang cukup tinggi (Lynch and Brown, 2001).

Pertumbuhan dan perkembangan FMA terjadi pada perakaran tanaman inang, simbiosis FMA diawali dari pergerakan hifa ekstra radikal (HE) yang berasal dari perkecambahan spora dalam tanah atau dari akar terkolonisasi. Pada

tanaman *Lotus japonicas*, perkecambahan hifa distimulasi dengan adanya senyawa sesquiterpen yang dihasilkan oleh perakaran tanaman (Akiyama et al., 2005). Hifa selanjutnya menyentuh permukaan akar, membentuk appresoria dan menembus dinding sel akar untuk membentuk hifa intraradikal (Smith and Read, 2008). Peran FMA secara umum adalah eksplorasi fisik yang luas pada akar tanaman yang terkolonisasi FMA, tidak hanya pemanjangan sistem perakaran tanaman (Cardoso and Kuyper, 2006), tetapi kolonisasi FMA pada akar tanaman merubah susunan sistem perakaran secara umum dengan meningkatkan percabangan dari akar lateral (Berta et al., 1995).

Komponen tanaman pegagan yang memiliki nilai ekonomi adalah bagian daun dan terna, karena bagian tanaman tersebut banyak dimanfaatkan oleh masyarakat maupun produsen obat tradisional. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan FMA berpengaruh sangat nyata dan meningkatkan bobot kering terna dan bobot kering total masing-masing sebesar 20,98 dan 23,23% lebih tinggi dibandingkan tanpa perlakuan FMA, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering daun (Tabel 3). Pemberian pupuk berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan biomasa tanaman pegagan.

Tabel 3. Pengaruh inokulasi FMA dan dosis pupuk terhadap bobot kering daun, bobot kering terna dan bobot kering total.

Table 3. Effect of AMF inoculation and fertilizer dosage on leaf dry weight, shoot dry weight and total dry weight.

Perlakuan	Bobot kering (g tanaman ⁻¹)		
	daun	terna	total
Fungi Mikoriza Arbuskula			
FMA	9,11 a	25,25 a	32,78 a
Tanpa FMA	8,32 a	20,87 b	26,60 b
Dosis pupuk			
Dosis pupuk optimal	10,88 a	27,31 a	35,04 a
75% dosis pupuk optimal	9,85 a	25,23 ab	32,54 ab
50% dosis pupuk optimal	9,37 ab	26,04 ab	33,12 ab
25% dosis pupuk optimal	7,56 bc	21,25 b	27,65 b
tanpa pupuk/kontrol	5,91 c	15,46 c	20,12 c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada DMRT 1 dan 5%.

Note: Numbers followed by the same letters are not significantly different at 1 and 5% DMRT.

Simbiosis FMA dengan tanaman tertentu dikatakan efektif jika menghasilkan pengaruh tertentu bagi tanaman, misalnya peningkatan pertumbuhan dan biomasa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa FMA efektif meningkatkan bobot kering akar, daun, terna, dan total tanaman pegagan. FMA dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan reproduksi tanaman. Hasil penelitian pemanfaatan FMA pada tanaman jahe dan nilam menunjukkan bahwa inokulasi FMA berpengaruh nyata meningkatkan pertumbuhan, produksi terna, kandungan minyak atsiri jahe dan nilam serta serapan hara N, P dan K tanaman (Trisilawati, 2005; 2007).

Serapan hara N, P dan K

Seiring dengan pengaruh positif FMA terhadap parameter pertumbuhan dan produksi pegagan, aplikasi FMA meningkatkan serapan hara ternanya (Tabel 4). Peningkatan serapan hara N, P dan K pada perlakuan FMA tanpa pupuk (kontrol) masing-masing sebesar 24,4; 20,3 dan 4,2% dibandingkan tanpa FMA. Aplikasi FMA pada perlakuan setengah dosis pupuk NPK optimal menunjukkan serapan hara K yang meningkat sebesar 65,2% dibandingkan tanpa FMA.

Berbagai hasil penelitian sebelumnya melaporkan peran FMA terhadap peningkatan

produksi suatu tanaman, baik melalui mekanisme peningkatan serapan hara makro dan mikro, toleransi terhadap kekeringan, perlindungan dari patogen. Inokulasi FMA dan batuan fosfat berinteraksi nyata meningkatkan bobot kering daun dan biomasa jagung (Ouahmane *et al.*, 2007). Inokulasi FMA meningkatkan sink fotosintesis, peningkatan efisiensi hara. Fotosintesis diekspresikan dengan peningkatan luas daun, hasil biomasa atau hasil keseluruhan tanaman (Kaschuk *et al.*, 2009), terdapat korelasi sangat nyata antara produksi bahan kering dengan rata-rata persentase infeksi FMA (Taiwo and Adegbite, 2001).

Peranan FMA dalam peningkatan pertumbuhan dan produktivitas biomasa tanaman pegagan melalui peningkatan serapan hara dapat terjadi karena mekanisme aktivitas FMA mendukung pertumbuhan tanaman lebih optimal serta simbiosis yang saling menguntungkan. Hifa merupakan wahana untuk pengangkutan karbon dari tanaman menuju FMA dan hara dari dalam tanah. Hifa terbagi menjadi dua yaitu hifa intraradikal (HI) yang terdapat di dalam akar tanaman inang dan hifa ekstraradikal (HE) yang terbentuk dari HI yang menjulur keluar dari akar tanaman inang dan membentuk percabangan ekstensif di rizosfer tanaman (Nusantara, 2011).

Hifa ekstraradikal berfungsi ganda yaitu untuk K yang lebih tinggi dibandingkan tanpa FMA.

Tabel 4. Pengaruh inokulasi FMA dan dosis pupuk terhadap serapan hara N, P dan K.
Table 4. Effect of AMF inoculation and fertilizer dosage on the uptake of N, P and K nutrients.

Perlakuan	Serapan hara tera (mg tanaman ⁻¹)		
	N	P	K
Tanpa FMA			
Dosis pupuk optimal	236,65	12,37	252,19
75% dosis pupuk optimal	179,64	13,73	234,33
50% dosis pupuk optimal	313,71	12,43	172,91
25% dosis pupuk optimal	203,52	8,90	226,01
tanpa pupuk/kontrol	89,74	8,75	243,20
FMA			
Dosis pupuk optimal	329,25	14,09	354,93
75% dosis pupuk optimal	224,85	14,14	230,63
50% dosis pupuk optimal	243,69	9,12	285,67
25% dosis pupuk optimal	210,21	8,37	268,49
tanpa pupuk/kontrol	111,61	10,53	253,43

angkutan hara dan air, produksi spora, memantapkan struktur tanah, dan perlindungan tanaman inang dari serangan patogen. Peran HE dalam angkutan hara, khususnya P anorganik penting artinya karena HE mampu menjangkau sampai di luar zona pengurasan (*depletion zone*) yang tidak dapat dijangkau atau tidak tersedia bagi akar tanaman (Zhu et al., 2001).

Kemampuan FMA dalam memperbaiki status nutrisi tanaman dapat dijadikan alat biologis untuk mengefisienkan penggunaan pupuk buatan telah banyak dibuktikan. De La Cruz et al. (1988) membuktikan bahwa FMA dapat menggantikan kira-kira 50% kebutuhan fosfat, 40% nitrogen dan 25% kalium pada anakan *Leucaena leucocephala*. Hal yang sama ditunjukkan pada tanaman bonu (*Thicosperrum burmeri*), albizia (*Paraserianthes falcataria*) dan akasia (*Acocia mangium*), ketiga jenis tanaman tersebut yang dinokulasi dengan FMA pertumbuhannya dapat meningkat 2-3 kali lipat dibandingkan dengan kontrol, atau hampir setara dengan pemberian pupuk urea 130 kg ha⁻¹, TSP 180 kg ha⁻¹, dan KCl 100 kg ha⁻¹ (Setiadi, 1996). Tanaman nilam varietas Tapaktuan bermikoriza yang ditanam di tanah latosol Sukamulya pada umumnya mempunyai nilai serapan hara N, P dan

Peningkatan hara N, P dan K yang terangkut pada panen pertama nilam yang diberi perlakuan FMA + 2 kg kompos tanaman⁻¹ + 100 N + 40 P₂O₅ + 100 K₂O ha⁻¹ adalah 66,5; 44 dan 61,5% dibandingkan tanpa FMA (Trisilawati, 2010). Pemberian mikoriza sebagai agen hayati, yang dikombinasikan dengan pemberian pupuk fosfor menunjukkan adanya peningkatan P tersedia pada tanah Andosol, hal ini membuktikan bahwa mikoriza berperan dalam mengefisienkan pemupukan fosfor (Haryantini dan Santoso, 2006).

KESIMPULAN

Terjadi sinergisme antara FMA dengan tanaman pegagan, cukup sinergis dan efektif karena mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi biomasa tanaman pegagan, sedangkan pemberian pupuk berperan penting dalam meningkatkan biomasa. Simbiosis FMA dengan tanaman pegagan nyata meningkatkan pertumbuhan dan produksi pegagan yang meliputi jumlah stolon primer (26,46%), jumlah buku dan jumlah daun pada stolon primer terpanjang (12,20 dan 17,94%), bobot kering akar (25,76%), tera (17,53%) dan total (18,85). Selain itu, pegagan yang bersimbiosis dengan FMA pada perlakuan tanpa pupuk menunjukkan serapan hara yang lebih tinggi dibandingkan tanpa FMA, yaitu N 24,4;

P 20,3 dan K 4,2%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian yang telah memberikan dana penelitian melalui KKP3T, Kepala Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat yang telah memberikan tempat dan fasilitas penelitian, Kepala Kebun Percobaan Gunung Putri, M. Zainudin, Teguh Santoso dan Herman (teknisi Litkayasa Balittro) yang sudah banyak membantu selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott LK and AD Robson. 1984. The effect of mycorrhizae on plant growth, *Didalam* : Powel CL. Dan Bagyraraj DJ (Eds). *Vesicular arbuscular mycorrhizae*. Florida: CRC Press. Inc. Boca Raton. pp. 113-130.
- Akiyama K, K Matsuzaki and H Hayashi. 2005. Plant sesquiterpenes induce hyphal branching in arbuscular mycorrhizal fungi. *Nature* 435:824-827.
- Anissa RF. 2006. Pengaruh pemberian ekstrak air daun pegagan (*Centella asiatica*) terhadap kemampuan kognitif dan kadar neurotransmitter monoamine pada hipokampus tikus (*Rattus novergicus* L) galur Wistar jantan dewasa. Skripsi Sarjana Biologi. Program Studi Biologi. Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati. ITB. Bandung. 55 hlm.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Petunjuk Teknis. Edisi 2. BBSDL, Badan Litbang Pertanian, Deptan. 234 hlm.
- Bermawie N, B Martono and S Purwiyanti. 2006. Description development and information documentation, Collaboration between Indonesian Medicinal Crops Research Institute, Indonesia Center Estate Crops Research and Development and International Plant Genetic Resources Institute. *Unpublished*. 40 hlm.
- Berta G, A Trotta, A Fusconi, JE Hooker, M Munro, D Atkinson, M Giovanetti, S Morini, P Fortuna, B Tisserant, V Gianinazzi-Pearson and S Gianinazzi. 1995. Arbuscular mycorrhizal induced changes to plant growth and root system morphology in *Prunus cerasifera*. *Tree Physiol* 15: 281-293.
- Bunpo P, K Kataoka, H Arimochi, H Natakayana, T Kuwahara, Y Bando, K Izumi, U Vinitketkumnuen and Y Ohnishi. 2004. Inhibitory effects of *Centella asiatica* on azoxymethane-induced aberrant crypt focus formation and carcinogenesis in the intestines of F344 rats. *Food and Chemical Toxicology* 42: 1987-1997.
- Brundrett MC, N Melville and L Peterson. 1999. Practical methods in mycorrhiza research. Mycologue Publications. Ontario, Canada. 161 p.
- Cardoso IM, TW Kuyper. 2006. Mycorrhizas and tropic soil fertility. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 116: 72-84.
- Chaurasia B, A Pandey and LMS Palni. 2000. Distribution, colonization and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with central Himalayan rhododendrons. *Forest Ecology and Management* 207: 315-324.
- Cuenca G, DZ Andrade and E Meneses. 2001. The presence of aluminium in arbuscular mycorrhizas of *Clusia multiflora* exposed to increased acidity. *Plant and Soil* 231: 233-241.
- De La Cruz RE, MQ Manalo, NS Aggangan and Tambalo. 1988. Growth of three legume tree species inoculated with VA mycorrhizal fungi and rhizobium. *Plant Soil*. 108: 111-115.
- Delvian. 2003. Keanekaragaman cendawan mikoriza arbuskula (CMA) di hutan pantai dan potensi pemanfaatannya. [Disertasi]. Program Pascasarjana. IPB. Bogor. 159 hlm.
- Douds DD Jr and NC Johnson. 2007. Contributions of arbuscular mycorrhizas to soil biological fertility. Di dalam: Abbott LK, Murphy DV. (editor). *Soil Biological Fertility – A Key to sustainable land use in agriculture*. New York: Springer Science Business Media. pp. 129-162.
- Ghulamahdi M, SA Aziz, N Bermawie dan O Trisilawa. 2008. Studi penyiapan standar operasi prosedur budidaya untuk produksi bioak untuk mendukung standarisasi mutu pegagan. Laporan Hasil Penelitian KKP3T. 71 hlm.
- Ghulamahdi M, SA Aziz, N Bermawie dan O Trisilawa. 2009. Studi Penyiapan Standar Operasi Prosedur Budidaya untuk Produksi Bioak untuk Mendukung Standarisasi Mutu Pegagan. Laporan Hasil Penelitian KKP3T. 98 hlm.
- Hanum C. 2004. Penapisan beberapa galur kede (*Glycine max*. Merr.) toleran cekaman aluminium dan kekeringan serta tanggap mikoriza vesikula arbuskular [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor. 162 hlm.
- Hartoyo B, M Ghulamahdi, LK Darusman, ZA Aziz dan Mansur. 2011. Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada rizosfer tanaman pegagan (*Centella asiatica* L. Urban). *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 17(1): 32-40.
- Haryantini BA dan HM Santoso. 2006. Pertumbuhan

- dan hasil cabai merah (*Capsicum annum*) pada andisol yang diberi mikoriza, pupuk fosfor dan zat pengatur tumbuh. http://72.14.235.104/search?q=cache:Gut_m4d67ZqJ:images.soemarno.multiply.com/. 11 p.
- Heyne K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid III, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan, Jakarta: 1.884 hlm.
- Hong SS, JH Kim, H Li and CK Shim. 2005. Advanced Formulation and Pharmacological Activity of Hydrogel of the Titrated Extract of *C. asiatica*. *Arch Pharm Res*. 28(4): 502-508.
- Hsu YL, PL Kuo, LT Lin and CC Lin. 2005. Asiatic acid, a triterpene, Induces apoptosis and cell cycle arrest through activation of extracellular signal-regulated kinase and p38 mitogen-activated protein kinase pathways in human breast cancer cells. *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics* 313(1): 333-344.
- IPB (Institut Pertanian Bogor). 2005. Pasar domestik dan ekspor produk tanaman obat. Pusat Studi Biofarmaka Institut Pertanian Bogor. 3 hlm.
- Januwati M dan M Yusron. 2005. Budidaya tanaman pegagan. Sirkuler No. 11. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatika, Bogor. 4 hlm.
- Jeong BS. 2006. Structure-activity relationship study of asiatic acid derivatives for new wound healing agent. *Arch Pharm Res* 29(7): 556-562.
- Kabirun S. 2002. Tanggap padi gogo terhadap inokulasi jamur mikoriza arbuskula dan pemupukan fosfat di entisol. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 3(2): 49-56.
- Kartika E. 2006. Tanggap pertumbuhan, serapan hara dan karakter morfofisiologi terhadap cekaman kekeringan pada bibit kelapa sawit yang bersimbiosis dengan CMA. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor. 188 hlm.
- Kumar VMH and YK Gupta. 2002. Effect of different extracts of *Centella asiatica* on cognition and markers of oxidative stress in rats. *J Ethnopharmacol* 79(2): 253-60.
- _____. 2003. Effect of *Centella asiatica* on cognition and oxidative stress in an intracerebroventricular streptozotocin model of Alzheimer's disease in rats: *Clin Exp Pharmacol Physiol* 30(5-6): 336-42.
- Li T and ZW Zhao. 2005. Arbuscular mycorrhizas in a hot and ecosystem in Southwest China. *Appl Soil Ecol* 29: 135-141.
- Lynch JP and KM Brown. 2001. Topsoil foraging: an architectural adaptation of plants to low phosphorus availability. *Plant Soil* 237: 225-237.
- Mathew G, L Joseph and Ramaswamy. 2009. Anti-allergic, anti-pruritic, and anti-inflammatory activities of *Centella asiatica* extracts. *Afr. J. Trad. CAM* 6(4): 554-559.
- Mathur A, AK Mathur, SYadav and P Verma. 2007. *Centella asiatica* (L.) Urban-status and scope for commercial cultivation. *J. Med. Arom. Plant Sci* 129: 151-162.
- Miransari M, HA Bahrami, F Rejali and MJ Malakouti. 2009. Effects of arbuscular mycorrhiza, soil sterilization, and soil compaction on wheat (*Triticum aestivum* L.) nutrients uptake. *Soil Till. Res*. 104: 48-55.
- Musyarofah N, S Susanto, SA Aziz dan S Kartosoewarno. 2007. Respon tanaman pegagan (*Centella asiatica* L. Urban) terhadap pemberian pupuk alami di bawah naungan. *Bul Agron* 35: 217-224.
- Nusantara AD. 2011. Pengembangan produksi inokulan fungi mikoriza arbuskula berbasis bahan alami dan pemanfaatannya untuk produksi bibit jati (*Tectona grandis* L.f). [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 186 hlm.
- Ortas I. 2010. Effect of mycorrhiza application on plant growth and nutrient uptake in cucumber production under field conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8: S116-S122.
- Ortas I, N Sari, C Akpinar and H Yetisir. 2011. Screening mycorrhiza species for plant growth, P and Zn uptake in pepper seedling grown under greenhouse conditions *Scientia Horticulturae* 128: 92-98.
- Ouahmane L, J Thioulouse, M Hafidi, Y Prin, M Ducouso, A Galiana, C Plenchette, M Kisa and R Duponnois. 2007. Soil functional diversity and P solubilization from rock phosphate after inoculation with native or allochthonous arbuscular mycorrhizal fungi *Forest Ecology and Management* 241: 200-208.
- Porras-Soriano A, ML Soriano-Martín, AA Porras-Piedra and R Azcón. 2009. Arbuscular mycorrhizal fungi increased growth, nutrient uptake and tolerance to salinity in olive trees under nursery conditions. *J. Plant Physiol* 166: 1350-1359.
- Read DJ, J Perez-Moreno. 2003. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems—a journey towards relevance. *New Phytologist* 157: 475-492.

- Rhodes LH, JW Gerdemann. 1978. Translocation of calcium and phosphate by external hyphae of vesicular arbuscular mycorrhizae. *Soil Sci* 126: 125-126.
- Sasli I, S Yahya, Sudradjat, Y Setiadi dan Sudarsono. 2008. Perbaikan pertumbuhan dan kualitas tanaman lidah buaya di tanah gambut dengan aplikasi mikoriza arbuskula dan pemupukan. *Bul. Agron* 36(3): 248-254.
- Setiadi Y. 1996. The practical application of arbuscular mycorrhizal fungi for enhancing tree establishment in degraded nickel mine sites at PT INCO Soroako. Paper presented on IUFRO International Symposium on Accelerating Natural Succession of Degraded Tropical Lands. 11-13 June 1996. Washington DC.
- Setiadi Y. 2001. Arbuscular Mycorrhizal Inoculum Production for Reforestation in Indonesia. Proceedings of International Workshop BIOREFOR. Tokyo, Japan. 7-11 October 2001. pp. 102-107
- Sieverding E. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agroecosystems. Bremen, Germany: Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit.
- Smith SE dan DJ Read. 1997. Mycorrhizal symbiosis. Second edition. Harcourt Brace and Company Publisher. pp. 34-160.
- _____. 2008. Mycorrhizal symbiosis. Third edition: Academic Press. Elsevier Ltd. New York, London, Burlington, San Diego. 768 p.
- Subramanian KS, V Tenshia, K Jayalakshmi and V Ramachandran. 2009. Biochemical changes and zinc fractions in arbuscular mycorrhizal fungus (*Glomus intraradices*) inoculated and uninoculated soils under differential zinc fertilization. *Appl. Soil Eco.* 43: 32-39.
- Sutardi. 2008. Kajian waktu panen dan pemupukan fosfor terhadap pertumbuhan dan produksi asiaticosida tanaman pegagan (*Centella asiatica* L. Urban) di dataran tinggi. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor. 82 hlm.
- Swasono DH. 2006. Peranan mikoriza arbuskula dalam mekanisme adaptasi beberapa varietas bawang merah terhadap cekaman kekeringan di tanah pasir pantai. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 160 hlm
- Syarif AA. 2007. Adaptasi dan Ketenggangan genotipe padi terhadap defisiensi fosfor di tanah sawah. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor. 131 hlm.
- Taiwo LB and AA Adegbite. 2001. Effect of arbuscular mycorrhizal and Braadyrhizobium inoculums on growth, N₂ fixation and yield of promiscuously modulating soybean (*Glycine max*). *Moor J. Agri. Res* 2: 110-118.
- Trisilawati O. 2005. Respon Tiga Klon Kumis Kucing (*Orthosipon aristatus*) terhadap Mikoriza Arbuskula. *Bul. Littro* 16(1): 18-26.
- _____. 2007. Efektivitas mikoriza arbuskula dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan produksi nilam (*Pogostemon cablin* Benth.). Prosiding Kongres Nasional Mikoriza Indonesia II. Bogor, 7-9 Juli 2007. Hlm. 45-51.
- _____. 2010. Pengaruh pupuk organik dan anorganik terhadap pertumbuhan dan produksi nilam varietas Tapaktuan. Prosiding Konferensi Nasional Minyak Atsiri. Bandung 20-21 Oktober 2010. 75-82.
- Wang XS and JN Liu L. 2005. Immunological activities and structure of pectin from *Centella asiatica*. *Carbohydrate Polymers* 60: 95-101.
- Wang B and YL Qui. 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza* 16: 299-363.
- Winarto WP dan M Surbakti. 2003. Khasiat dan manfaat pegagan. Tanaman penambah daya ingat. Agromedia Pustaka, Jakarta. 64 hlm.
- Xiao TJ, QS Yan, W Ran, GH Xu, QR Shen. 2010. Effect of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungus on nitrogen and phosphorus utilization in upland rice-mungbean intercropping system. *Agric. Sci. China* 9: 528-535.
- Zainol MK, A Abd-Hamid, S Yusof and R Muse. 2003. Antioxidative activity and total phenolic compounds of leaf, root and petiole of four accessions of *Centella asiatica* (L.) Urban. *Food Chemistry* 81: 575-581.
- Zhang LN, JJ Zheng, L Zhang, X Gong, H Huang, CD Wang, B Wang, MJ Wu, XH Li, WJ Sun, YJ Liu and JY Wan. 2011. Protective effect of asiaticoside on septic lung injury in mice. *Experiment and Toxicologic Pathology* 63: 519-525.
- Zhu YG, TR Cavagnaro, SE Smith and S Dickson. 2001. Backseat driving. Accessing phosphate beyond the rhizosphere-depletion zone. *Trends Plant Sci* 6: 194-195.

POTENSI KADAR BIOAKTIF YANG TERDAPAT PADA DAUN KEPEL (*Stelechocarpus burahol*) *Potential bioactive content of Kepel leaves (Stelechocarpus burahol)*

Bayuanggara Cahya Ramadhan, Sandra Arifin Aziz dan Munif Ghulamahdi

Departemen Agronomi dan Hortikultura
Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor
Jalan Raya Darmaga, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680
bayuangga126@gmail.com

(diterima 15 April 2015, direvisi 22 Mei 2015, disetujui 10 Juli 2015)

ABSTRAK

Kepel (*Stelechocarpus burahol*) merupakan tanaman yang mempunyai khasiat obat dan hingga saat ini belum banyak informasi mengenai kadar bioaktifnya. Bioaktif yang terdapat pada daun kepel salah satunya flavonoid yang dapat digunakan sebagai antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan bioaktif daun kepel pada umur daun yang berbeda. Penelitian ini dilaksanakan sejak Juni sampai November 2013 di Arboretum Lanskap IPB (Bogor, Indonesia). Bagian tanaman yang digunakan sebagai sampel yaitu daun muda, sedang dan dewasa. Rata-rata kadar bioaktif daun tanaman kepel pada masing-masing umur daun dibandingkan menggunakan uji t-student's. Hasil penelitian menunjukkan aktivitas enzim *phenylalanine ammonia lyase* (PAL) dan kadar antosianin pada daun muda relatif lebih tinggi dari daun tua dan daun sedang. Daun kepel dewasa memiliki kadar flavonoid dan total klorofil yang paling tinggi dari pada daun sedang dan daun muda. Kadar flavonoid daun kepel menurun, sedangkan kadar antosianin, aktivitas PAL dan total klorofil meningkat seiring dengan meningkatnya curah hujan. Daun kepel yang sudah dewasa dapat digunakan sebagai bahan baku obat.

Kata kunci: *Stelechocarpus burahol*, aktivitas enzim PAL, antosianin, flavonoid, total klorofil

ABSTRACT

Kepel (*Stelechocarpus burahol*) is one of the medicinal plants and the which information on the bioactive content was limited. One of bioactive that found in kepel leaves is flavonoid, that used as antioxidant. The objective of this research was to study the bioactive content of Kepel leaves at different leaf age. This research was conducted in June until November 2013 at Arboretum Lanskap IPB (Bogor, Indonesia). Leaf of the plant used as the sample were young, medium and mature leaves. The average of leaves Kepel bioactive content of each leaf age was compared using t-student's test. The results showed phenylalanine ammonia lyase (PAL) enzyme activity and anthocyanins content in young leaves were relatively higher than the mature and the medium leaves. Mature kepel leaves have the highest flavonoid content and total chlorophyll than other leaves. Increased rainfall will decrease the content of flavonoid in kepel leaves, but increased anthocyanin, PAL activity and total chlorophyll. Kepel mature leaves can be used as raw material for medicine.

Key words: *Stelechocarpus burahol*, PAL activity, anthocyanin, flavonoids, total chlorophyll

PENDAHULUAN

Kepel (*Stelechocarpus burahol* (Bl.) Hook. F. & Th) merupakan salah satu tanaman buah dari famili Annonaceae yang berkhasiat obat. Tanaman ini sangat potensial untuk dikembangkan sebagai komoditi hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang dapat dimanfaatkan sebagai obat dan kosmetika (Kusmiyati *et al.*, 2005). Bagian dari tanaman

kepel yang digunakan untuk obat diperoleh dari daun, kulit batang dan buah (Heyne, 1987).

Buah kepel biasanya dikonsumsi segar. Pada bagian daging buah mengandung antioksidan yang cukup tinggi (Tisnadjaja *et al.*, 2006). Penelitian yang dilakukan oleh Sunardi *et al.* (2010) daging buah kepel mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, polifenol, triterpenoid, saponin dan kuinon serta

mempunyai efek antiimplantasi. Daging buah kepel juga berpotensi sebagai deodoran alami melalui mekanisme farmakologis dengan absorpsi aroma kotoran dan meningkatkan pertumbuhan *Bifidobacteria* (Darusman *et al.*, 2012).

Tanaman kepel dapat berbunga setelah berumur delapan tahun. Bunga biasanya muncul pada September sampai Oktober. Buah kepel dapat dipanen selama enam bulan setelah berbunga yaitu pada Maret sampai April (Sunarto, 1992). Tanaman ini tidak dapat berbuah sepanjang tahun. Alternatif untuk pemanfaatan dari bagian tanaman ini selain buah adalah daunnya.

Daun kepel mengandung senyawa terpenoid dan flavonoid (Purwantiningsih *et al.*, 2011; Aziz dan Ramadhan, 2013). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Sunarni *et al.* (2007) daun tanaman kepel mengandung senyawa flavonoid sebagai antioksidan penangkap radikal bebas. Hidayat *et al.* (2011) menambahkan ekstrak dari daun kepel mengandung senyawa flavonoid meliputi auron, flavanon dan flavanol yang dapat digunakan untuk antibakteri. Purwantiningsih *et al.* (2011) melaporkan kandungan flavonoid daun kepel dari Samigaluh (750-800 mdpl) dan Ambal (5-50) dalam bentuk ekstrak n-heksana yakni $11,543 \pm 0,889\%$ dan $9,535 \pm 0,331\%$. Ekstrak etanol dan heksan daun kepel menurunkan kadar asam urat pada tikus (Purwantiningsih *et al.*, 2010) dan ayam (Sutomo, 2008).

Faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap metabolisme primer dan sekunder yang dihasilkan oleh tanaman. Pembentukan senyawa metabolit sekunder tanaman dapat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan, misalnya perubahan temperatur siang dan malam, curah hujan, kekeringan, serta lama dan intensitas cahaya matahari (Siatka and Kasparova, 2010; Marsic *et al.*, 2011). Pada tanaman kolesom metabolit primer (vitamin C) dan sekunder (flavonoid) yang bersifat antioksidan dengan pemupukan organik

dan inorganik didapatkan lebih tinggi di musim kemarau dibandingkan dengan musim hujan (Mualim, 2012). Hal ini menunjukkan dengan pengaruh musim akan dapat mempengaruhi kandungan bioaktif tanaman.

Informasi mengenai pemilihan bahan sampel daun kepel yang layak untuk dipanen sebagai bahan baku obat sampai saat ini belum ada. Umur daun perlu diperhatikan untuk pemilihan daun sampel karena mempengaruhi kadar bioaktif yang terdapat pada daun. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan bioaktif daun kepel pada umur jaringan yang berbeda. Dari hasil penelitian ini diharapkan semakin banyak masyarakat dapat mengetahui informasi potensi dari tanaman kepel sehingga tertarik memanfaatkannya.

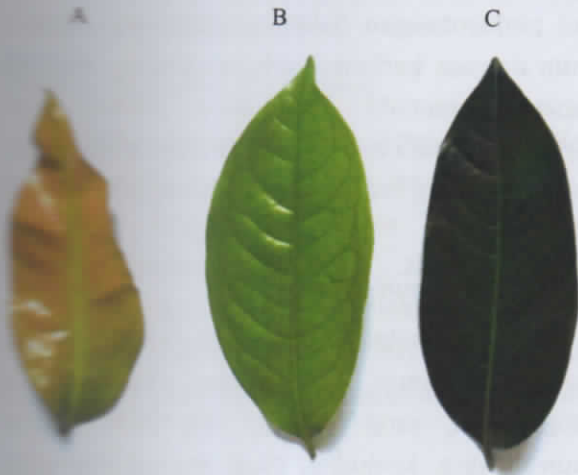
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan sejak Juni sampai November 2013 di Arboretum Lanskap Institut Pertanian Bogor (IPB) dengan ketinggian tempat lebih kurang 207 m dpl. Pohon kepel yang digunakan sebanyak lima pohon. Pengamatan awal kandungan bahan bioaktif dilakukan 25 Juni 2013 dan pengamatan selanjutnya dilakukan setiap 75 hari setelah pengamatan sebelumnya. Pengamatan kadar bioaktif pada daun muda, sedang dan dewasa dilakukan di Laboratorium Plants Analysis, Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB. Kadar bioaktif yang dianalisis meliputi total klorofil, aktivitas enzim PAL, flavonoid dan antosianin. Penelitian ini menggunakan lima ulangan. Setiap ulangan terdiri dari satu tanaman, sehingga jumlah tanaman seluruhnya yang dipakai adalah lima tanaman. Data yang didapatkan kemudian dianalisis dengan uji t-student. Kriteria pemilihan daun kepel yang dijadikan sampel sebagai berikut:

1. Daun muda: daun yang masih ada warna merah atau sampai sekitar 14 hari setelah flush muncul (Gambar 1A).
2. Daun sedang: warna merah sudah mulai menghilang dan berganti menjadi hijau muda

atau sekitar 14-28 hari setelah flush muncul (Gambar 1B).

3. Daun dewasa: daun yang sudah berwarna hijau tua atau daun yang berumur lebih dari 28 hari setelah flush muncul (Gambar 1C).



Gambar 1. Daun kepel: (A) daun muda; (B) daun sedang; (C) daun dewasa.

Figure 1. Kepel leaves: (A) young leaf; (B) medium leaf; (C) mature leaf.

Analisis total klorofil dan antosianin dilakukan dengan menggunakan metode Sims dan Gamon (2002). Sampel daun segar dihaluskan, ditambahkan dengan asetris (2 ml), dan disentrifus (14.000 rpm, 10 menit). Selanjutnya, supernatan (1 ml) ditambahkan dengan asetris (3 ml) dan dicampur rata. Absorbansi campuran diukur pada panjang gelombang 663, 647 dan 537 nm. Kandungan total antosianin ($\mu\text{mol g}^{-1}$) = $[(0.08173 \times \text{Abs } 537) - (0.00697 \times \text{Abs } 647) - (0.002228 \times \text{Abs } 663) \times \text{fp} \times \text{v}] \text{ bobot}^{-1} \text{ basah daun} \times 100$. Klorofil A ($\mu\text{mol g}^{-1}$) = $[(0.01373 \times \text{Abs } 663) - (0.000897 \times \text{Abs } 537) - (0.003046 \times \text{Abs } 647) \times \text{fp} \times \text{v}] \text{ bobot}^{-1} \text{ basah daun} \times 100$. Klorofil B ($\mu\text{mol g}^{-1}$) = $[(0.02405 \times \text{Abs } 647) - (0.004305 \times \text{Abs } 537) - (0.005507 \times \text{Abs } 663) \times \text{fp} \times \text{v}] \text{ bobot}^{-1} \text{ basah daun} \times 100$. Kandungan total klorofil = klorofil a + klorofil b. Abs = nilai absorban pada panjang gelombang λ , fp = faktor pengenceran, v = volume.

Analisis aktivitas enzim PAL menggunakan metode Dangcham et al. (2008). Persiapan contoh analisis protein dan aktivitas enzim PAL dengan

cara daun kolesom (0,1 g) ditambahkan buffer ekstrak (1 ml; 100 mmol l^{-1} Tris - HCl, pH 7,5; 1 mmol l^{-1} EDTA; 5 mmol l^{-1} MgCl_2 , 0,05% Triton X-100; 2,5 mmol l^{-1} dithiothreitol) dan dihaluskan menggunakan mortar. Selanjutnya, campuran disentrifugasi dua kali masing-masing dengan kecepatan 10.000 rpm (10 menit) dan 15.000 rpm (15 menit) suhu 4°C untuk mendapatkan supernatan. Supernatan (0,1 ml) ditambahkan larutan L-Phe [2,4 ml; 0,5 mol (m) Tris-HCl buffer (pH 8,5) yang mengandung 6 μM L-Phenylalanine]; kemudian diinkubasi (37°C , 1 jam). Hasil inkubasi ditambahkan HCl (0,5 ml; 5 M). Absorbansi campuran diukur pada panjang gelombang 290 nm. Persamaan kurva standar yang digunakan adalah $y = 8,38x + 1,69$ ($R^2 = 0,99$).

Analisis protein menggunakan metode Lowry (Waterborg and Mathews, 2002). Supernatan (0,1 ml) ditambahkan air destilata sampai 1 ml. Selanjutnya, campuran tersebut ditambahkan 0,9 ml pereaksi A (7 mM K-Na Tartrate.4H₂O (Garam Rochelle); 0,81 M Na₂CO₃ dalam 500 mL NaOH 1N; H₂O sampai 1 l); kocok dengan vorteks kemudian inkubasi (50°C , 10 menit). Kemudian campuran didinginkan pada suhu ruang, kemudian tambahkan pereaksi B (0,1 ml; 70 mM K-Na Tartrate.4H₂O; 40 mM CuSO₄.5H₂O dalam 10 ml NaOH 1N; H₂O sampai 100 ml); kocok dan inkubasi pada suhu ruang. Tambahkan pereaksi C (3 ml; 1 ml Folin-Ciocalteu dilarutkan dengan 15 ml H₂O); kocok dan inkubasi (50°C , 10 menit). Absorbansi campuran diukur pada panjang gelombang 650 nm. Standar Bouvine Serum Albumin (BSA) 0-200 mg l^{-1} (Sigma Aldrich). Persamaan kurva standar yang digunakan adalah $y = 293,0x - 9,96$ ($R^2 = 0,99$).

Analisis kandungan bioaktif flavonoid menggunakan metode aluminium chloride colorimetric yang dimodifikasi Mualim (2012). Daun kepel dikeringkan menggunakan freeze dryer (± 24 jam, -50°C , <12 Pa). Daun kepel yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk halus. Ekstraksi dilakukan dengan menimbang serbuk kolesom

sebanyak 0,1 g yang diekstrak dalam 1 ml methanol dan dipanaskan (60 menit, 60°C). Selanjutnya, campuran tersebut dipisahkan fase cair dan padat menggunakan sentrifus (4.500 rpm, 10 menit). Hasil berupa supernatan (ekstrak cair) kemudian digunakan untuk analisis flavonoid. Prosedur analisis dilakukan dengan mengambil ekstrak cair kolesom (0,1 ml) kemudian secara terpisah berturut-turut ditambahkan etanol (1,9 ml), aluminium klorida (0,1 ml, 10%), potasium asetat (0,1 ml, 1 M), air destilata (2,8 ml), dan divorteks. Setelah inkubasi pada suhu ruang (27°C) selama 30 menit, absorbansi campuran diukur pada panjang gelombang 415 nm menggunakan spektrofotometer. Blanko menggunakan aluminium klorida 10% yang disubstitusi dengan air destilata dalam jumlah yang sama. Kurva standar dibuat menggunakan 0-400 mg l⁻¹ kuersetin dalam metanol ($y = 679,2 x + 21,49$, $R = 0,99$). Hasilnya dinyatakan sebagai miligram ekuivalen kuersetin per gram bobot kering (mg kuersetin g⁻¹ BK). Data curah hujan diambil dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Darmaga. Curah hujan selama percobaan berada pada bulan basah kecuali pada Juni yang termasuk bulan kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan curah hujan pada Juni rendah (62,4 mm bulan⁻¹) dan semakin meningkat pada pengamatan Agustus (280,1 mm bulan⁻¹) dan November (246,1 mm bulan⁻¹). Perbedaan curah hujan yang diterima tanaman kepel saat pengamatan menyebabkan terjadinya fluktuasi kadar bioaktif daun kepel.

Tanaman kepel memunculkan *flush* setiap 2-3 bulan sekali. Setiap pucuk yang muncul berkisar antara 2-7 daun (Sunarto, 1992). Secara berurutan umur jaringan daun dewasa lebih tua umurnya dari daun sedang dan daun muda. Daun muda (*flush*) berwarna merah yang muncul akan berubah menjadi daun sedang yang berwarna hijau cemerlang dan pada akhirnya berubah menjadi daun dewasa dengan warna hijau tua. Umur daun perlu diperhatikan untuk daun sampel,

karena hal ini terkait dengan perubahan fungsi daun sebagai *sink* atau *source*. Daun-daun muda berfungsi sebagai *sink*, sehingga harus mengimpor hara-hara mineral dan fotosintat dari organ lain yang berfungsi sebagai *source* untuk pertumbuhan dan perkembangan dalam jumlah yang banyak. Daun dewasa berfungsi sebagai *source* sehingga dapat memenuhi kebutuhan sendiri dan mengeksport hara mineral dan fotosintat ke organ-organ lain yang membutuhkan (*sink*) (Marschner, 1995).

Total klorofil daun kepel

Kadar total klorofil daun kepel dengan perbedaan umur daun, dari tiga waktu pengamatan, yang tertinggi ditunjukkan pada daun dewasa, kemudian daun sedang dan yang terendah pada daun muda (Gambar 2). Daun kepel dewasa memiliki kadar total klorofil yang lebih tinggi dibandingkan daun muda yaitu sebesar 91,18% (Juni), 95,12% (Agustus) dan 94,84% (November). Kadar total klorofil daun dewasa juga lebih tinggi dibandingkan daun sedang yaitu sebesar 11,52% (Juni), 48,75% (Agustus) dan 44,84% (November). Sedangkan daun kepel sedang memiliki kadar total klorofil lebih tinggi dibandingkan dengan daun kepel yang muda yaitu sebesar 90,03% (Juni), 90,49% (Agustus) dan 90,37% (November).

Klorofil merupakan senyawa metabolit sekunder yang termasuk golongan terpenoid. Kadar klorofil pada daun kepel yang tua memiliki kadar yang lebih tinggi dari daun sedang dan daun muda. Hal yang sama ditemukan pada penelitian Hermanto *et al.* (2011) bahwa daun tanaman pegagan yang berumur lebih tua memiliki kandungan bioaktif asiatikosida yang termasuk kedalam kelompok terpenoid lebih tinggi dibandingkan yang terdapat pada daun dengan umur jaringan lebih muda.

Kandungan total klorofil daun kepel cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya curah hujan (Gambar 3). Kandungan total klorofil lebih tinggi saat curah hujan tinggi pada

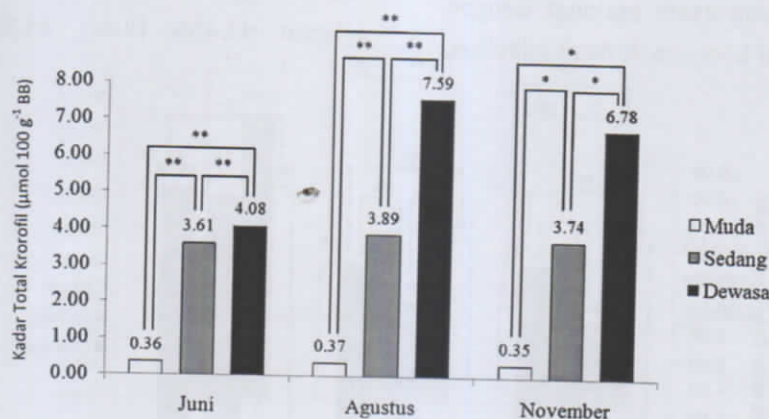
pengamatan Agustus dan November dibandingkan pada Juni yang curah hujannya lebih rendah. Penelitian Mualim (2012) pada tanaman kolekom menunjukkan kandungan total klorofil di musim hujan didapatkan lebih tinggi dari kandungan total klorofil di musim kemarau.

Aktivitas enzim PAL daun kepel

PAL (*phenylalanine ammonia lyase*) merupakan enzim yang terkait langsung dengan fenilalanin sebagai prekursor terbentuknya senyawa fenolik (Rivero *et al.*, 2001). Aktivitas enzim PAL pada daun sedang lebih rendah dari daun muda sebesar 33,71 dan 32,11% dari daun dewasa (Juni) namun pada Agustus dan November

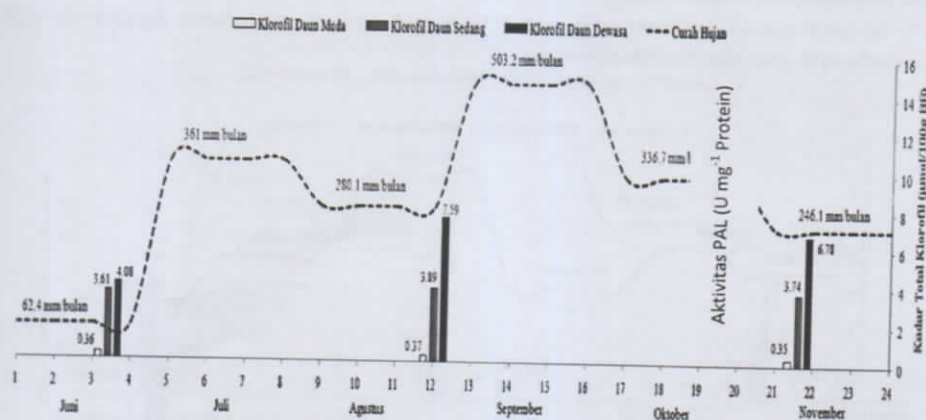
tidak ada perbedaan aktifitasnya (Gambar 4). Daun muda mempunyai aktifitas enzim PAL yang sama dengan daun dewasa. Aktivitas enzim PAL pada daun sedang juga menunjukkan aktivitas yang sama dengan daun dewasa. Daun kepel yang muda cenderung menunjukkan aktivitas enzim PAL lebih tinggi dari daun sedang dan dewasa. Hal ini menunjukkan prekursor senyawa fenolik berupa fenilalanin banyak terbentuk pada awal pertumbuhan, namun menurun seiring dengan bertambahnya umur daun tanaman.

Peningkatan aktivitas enzim PAL dipengaruhi oleh rendahnya hara dan cahaya (Tan, 1980). Curah hujan yang semakin tinggi



Gambar 2. Kadar total klorofil daun kepel.
Figure 2. Total chlorophyll content of kepel leaves.

Keterangan/Note: (*): berbeda nyata/significantly different; (**): sangat berbeda nyata/were significantly different



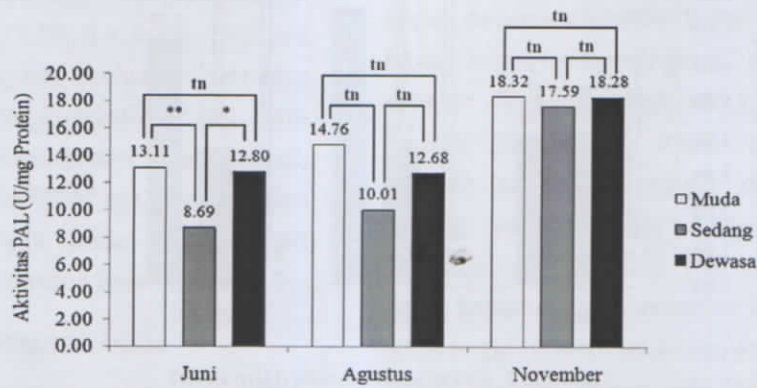
Gambar 3. Pola curah hujan dan kadar total klorofil daun kepel.
Figure 3. Rainfall pattern and total chlorophyll content of kepel leaves.

menyebabkan intensitas cahaya matahari rendah. Pada Agustus dan November curah hujan tinggi dan intensitas cahaya matahari rendah sehingga berpengaruh pada peningkatan aktivitas enzim PAL. Aktivitas enzim PAL pada daun kepel meningkat dengan meningkatnya curah hujan (Gambar 5). Hal yang sama terjadi pada penelitian Ekawati *et al.* (2013) pada tanaman bangun-bangun (*Plectranthus amboinicus*) yang menunjukkan peningkatan aktivitas enzim PAL dengan meningkatnya curah hujan. Mualim (2012) menyebutkan bahwa pada musim kemarau, tanaman kolesom memiliki total fenolik tinggi namun aktivitas PAL rendah. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa fenolik ini sebagian besar disintesis melalui lintasan asam malonat dengan prekursor berupa asetil koenzim A hasil glikolisis,

bukan dari lintasan fenilpropanoid. Akibatnya, terjadi kompetisi substrat untuk pembentukan fenolik dan klorofil, karena keduanya menggunakan prekursor yang sama.

Flavonoid daun kepel

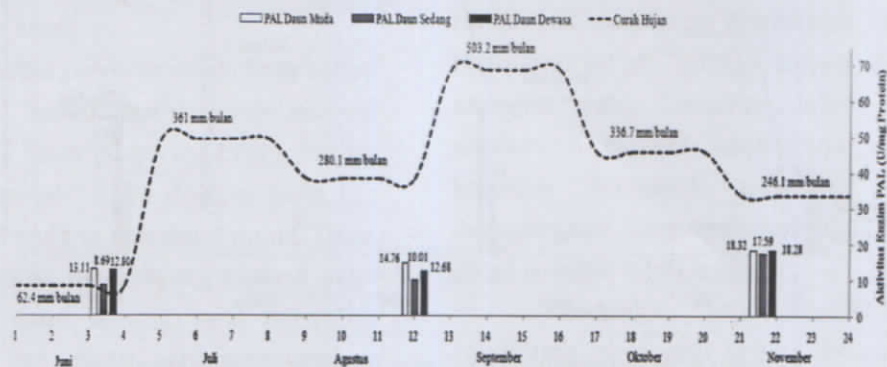
Analisis flavonoid pada Juni, daun muda tidak dilakukan karena *flush* tidak banyak terbentuk karena bertepatan bulan kering sehingga sampel daun muda untuk analisis flavonoid kurang mencukupi. Hasil pengamatan kadar flavonoid daun kepel tertinggi ditunjukkan daun dewasa, sedangkan daun kepel sedang dan muda memiliki kadar flavonoid yang sama. Daun kepel yang dewasa memiliki kadar flavonoid yang lebih tinggi dibandingkan dengan daun sedang sebesar 43,46% (Juni), 38,95% (Agustus) dan



Gambar 4. Aktifitas enzim PAL daun kepel.

Figure 4. PAL enzyme activity of kepel leaves.

Keterangan/Note: (*): berbeda nyata/significantly different; (**): sangat berbeda nyata/were significantly different; (tn): tidak berbeda nyata/not significantly different.



Gambar 5. Pola curah hujan terhadap aktivitas enzim PAL daun kepel.

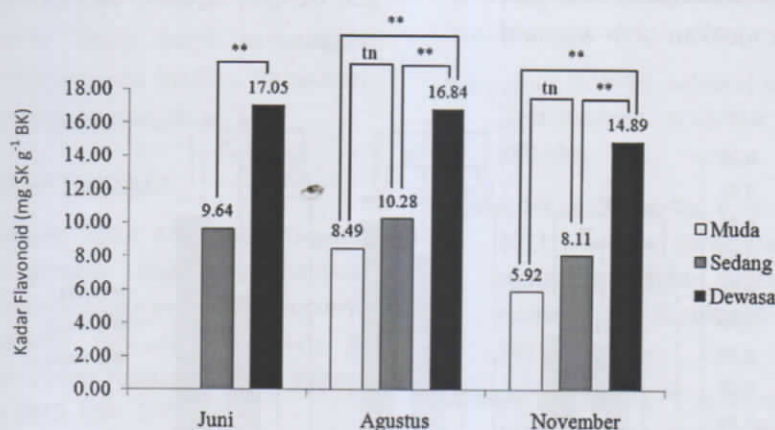
Figure 5. Rainfall pattern and PAL enzyme activity of kepel leaves.

45,52% (November). Kadar flavonoid daun dewasa juga lebih tinggi dibandingkan dengan daun muda sebesar 49,58% (Agustus) dan 60,24% (November) (Gambar 6).

Lintasan fenilpropanoid merupakan lintasan biosintesis kelompok besar senyawa fenolik. Lintasan ini menggunakan fenilalanin sebagai precursor utamanya dengan enzim pengkatalis reaksinya berupa PAL. Aktivitas enzim PAL pada daun muda yang tinggi tidak disertai peningkatan kadar flavonoidnya, diduga karena adanya persaingan biosintesis dalam pembentukan senyawa flavonoid dan non flavonoid seperti lignin. Lignin dan flavonoid disintesis oleh tanaman dengan prekursor yang sama yaitu p-

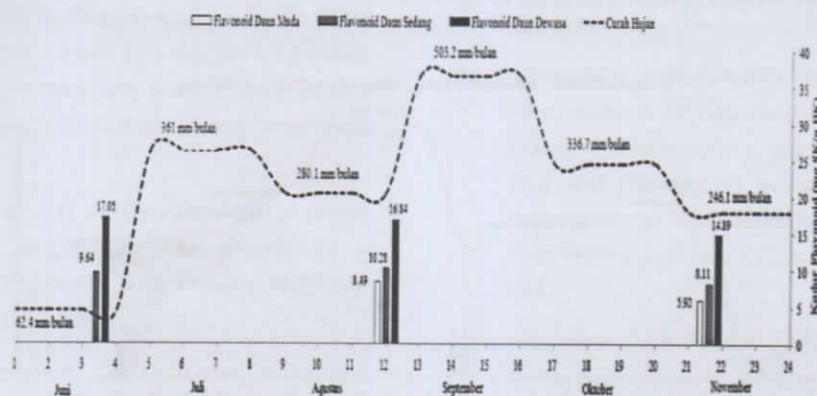
coumaroyl CoA (Vogt, 2010). Pada daun kepel muda mungkin lebih diarahkan untuk pembentukan lignin daripada flavonoid.

Curah hujan dapat mempengaruhi kadar flavonoid. Kadar flavonoid daun kepel cenderung semakin menurun dengan meningkatnya curah hujan (Gambar 7). Curah hujan rendah pada pengamatan Juni menyebabkan kadar flavonoid relatif lebih tinggi dibandingkan Agustus dan November yang curah hujannya lebih tinggi. Hal yang sama terjadi pada kadar total flavonoid tanaman kolesom meningkat pada curah hujan rendah (Saleh, 2013; Mualim et al., 2012). Cekaman kekeringan dapat meningkatkan sintesis fenolik, sedangkan kandungan klorofil tanaman



Gambar 6. Kadar flavonoid daun kepel.
Figure 6. Flavonoid content of kepel leaves.

Keterangan: (**): sangat berbeda nyata/were significantly different; (tn): tidak berbeda nyata/not significantly different.



Gambar 7. Pola curah hujan dan kadar flavonoid daun kepel.
Figure 7. Rainfall pattern and flavonoid content of kepel leaves.

menurun sehingga dapat menyebabkan hasil fotosintesis berkurang. Hasil penelitian Mualim (2012) menunjukkan bahwa pada musim kemarau, kandungan klorofil kolesom lebih rendah, sedangkan kadar total fenolik dan total flavonoid lebih tinggi daripada pada musim hujan. Hernández *et al.* (2004) menambahkan flavonoid akan dibentuk oleh tanaman untuk menghadapi cekaman abiotik seperti kekeringan dan adanya radikal bebas.

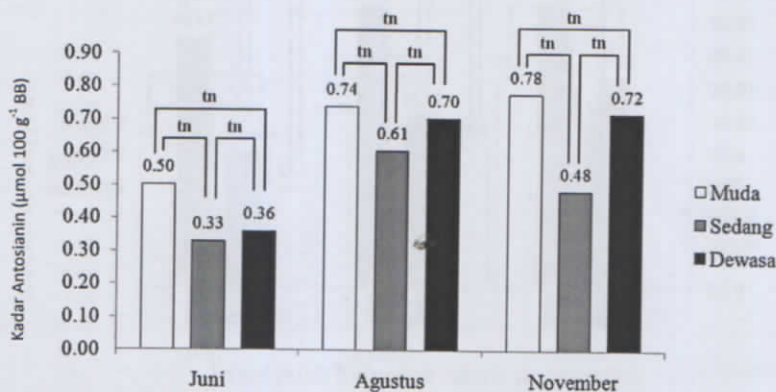
Antosianin daun kepel

Kadar antosianin daun kepel muda, sedang dan tua tidak ada perbedaan (Gambar 8). Daun muda memiliki nilai kadar Antosianin cenderung lebih tinggi dibandingkan daun sedang dan dewasa. Hal ini ditunjukkan oleh warna daun

kepel yang muda masih berwarna merah, yang merupakan salah satu ciri daun yang mengandung antosianin.

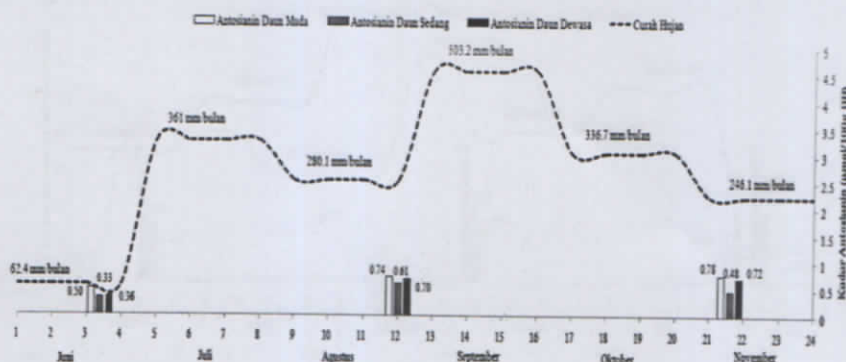
Antosianin merupakan bagian dari komponen flavonoid. Ververidis *et al.* (2007) menyatakan antosianin adalah bagian dari komponen flavonoid yang memiliki efek antioksidan yaitu cardioprotective. Flavonoid adalah salah satu kelompok fenolik, tetapi tidak semua peningkatan kadar flavonoid selalu diikuti dengan peningkatan kadar antosianin.

Meningkatnya curah hujan diikuti oleh meningkatnya kadar antosianin pada daun kepel (Gambar 9). Kadar antosianin daun kepel pada Juni (curah hujan rendah) lebih rendah dibandingkan dengan Agustus dan November (curah hujan tinggi).



Gambar 8. Kadar antosianin daun kepel.
Figure 8. Anthocyanin content of kepel leaves.

Keterangan/Note: (tn): tidak berbeda nyata/not significantly different.



Gambar 9. Pola curah hujan dan kadar antosianin daun kepel.
Figure 9. Rainfall pattern and anthocyanin content of kepel leaves.

KESIMPULAN

Aktivitas enzim PAL dan kadar antosianin daun kepel muda relatif lebih tinggi dari daun kepel tua dan sedang. Daun kepel dewasa memiliki kandungan flavonoid dan total klorofil yang paling tinggi daripada daun sedang dan daun muda. Daun kepel dewasa dapat dipilih sebagai bahan baku obat, karena mengandung kadar flavonoid dan total klorofil yang paling tinggi. Kadar flavonoid daun kepel menurun seiring dengan meningkatnya curah hujan. Kadar antosianin, aktivitas PAL dan total klorofil meningkat seiring dengan meningkatnya curah hujan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Pusat Studi Biofarmaka Institut Pertanian Bogor yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz SA and BC Ramadhan. 2013. Media and organic fertigation for growth and phytochemical properties of *Stelechocarpus burahol* in nursery. International Seminar Proceedings Forests & Medical Plants for Better Human Welfare. Bogor, 10-12 September 2013. Hlm. 200-204.
- Darusman HS, M Rahminiwati, S Sadiyah, I Batubara, LK Darusman and T Mitsunaga. 2012. Indonesian kepel fruit (*Stelechocarpus burahol*) as oral deodorant. *Research Journal of Medicinal Plant* 6(2): 180-188.
- Dangcham S, J Bowen, BI Ferguson and S Ketsa. 2008. Effect of temperature and Low oxygen on pericarp hardening of mangosteen fruit stored at low temperature. *Postharvest Biology and Technology*. 50:37-44.
- Ekawati R, SA Aziz and N Andarwulan. 2013. Shoot, total phenolic, and anthocyanin production of *Plectranthus amboinicus* with organic fertilizing. *Bul. Littro*. 24(2): 93-100.
- Hermanto, M Ghulamahdi, LK Darusman, A Sutandi, dan N Bermawie. 2011. Penetapan bahan diagnosis status hara NPK jaringan tanaman pegagan. *Bul. Littro*. 22(2): 186-197.
- Hernández I, L Alegre and S Munné-Bosch. 2004. Drought-induced changes in flavonoids and other low molecular weight antioxidants in *Cistus clusii* grown under mediterranean field conditions. *Tree Physiology*. 24: 1303-1311.
- Heyne K. 1987. Tumbuhan berguna Indonesia II. Diterjemahkan oleh Badan Penelitian dan Pembangunan Kehutanan. Jakarta. 765 hlm.
- Hidayat A, LK Darusman dan I Batubara. 2011. Fractination of the active compound from kepel (*Stelechocarpus burahol*) leaf extract as antibacterial. The 2nd International Symposium on Temulawak. Pusat Studi Biofarmaka LPPM IPB. Bogor. 2011. hlm. 112-113.
- Kusmiyati E, P Hastoeti dan Gusmailina. 2005. Potensi burahol sebagai komoditi hasil hutan bukan kayu yang terancam punah. *Info Hasil Hutan* 11(1): 9-16.
- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants (2nd edition). Academic Press Limited, London. 889 hlm.
- Marsic NK, L Gasperlin, V Abram, M Budic, R Vidrih. 2011. Quality parameters and total phenolic content in tomato fruits regarding cultivar and microclimatic conditions. *Turk. J. Agric. For* 35: 185-194.
- Mualim L, SA Aziz, S Susanto dan M Melati. 2012. Aplikasi pupuk inorganik meningkatkan produksi dan kualitas pucuk kolesom pada musim hujan. *J. Agron. Indonesia* 40(2): 160-166.
- Mualim L. 2012. Produksi dan kualitas kolesom dengan pemupukan organik dan inorganik (Disertasi). Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 155 hlm.
- Purwantiningsih, I Purwantini dan D Santoso. 2011. Identification of standard parameters of kepel leaves [*Stelechocarpus burahol* (Bl.) Hook. F. & Th.] and the extract as raw material for anti-hyperuricemic medicaments. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 4(1): 149-153.
- Purwantiningsih, AR Hakim and I Purwantini. 2010. Antihyperuricemic activity of the kepel (*Stelechocarpus burahol* (Bl.) Hook. F. & Th.) leaves extract and xanthine oxidase inhibitory study. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 2(2): 123-127.

- Rivero RM, JM Ruiz, PC Garcia, LR Lopez-Lefebvre, E Sanchez and L Romero. 2001. Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants. *Plant Sci* 160: 315-321.
- Saleh I. 2013. Pertumbuhan, produksi, dan kadar metabolit pucuk kolesomn (*Talinum triangulare* (Jacq.) Willd) dengan pemupukan organik berulang (Tesis). Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. 66 hlm.
- Siatka T, M Kasparova. 2010. Seasonal variation in total phenolic and flavonoid contents and DPPH scavenging Activity of *Bellis perennis* L. flowers. *Molecules* 15: 9450-9461.
- Sims DA and JA Gamon. 2002. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures, and development stages. *Remote Sensing Environ* 81: 337-354.
- Sunardi C, SA Sumiwi dan A Hertati. 2010. Penelitian antiimplantasi ekstrak etanol daging buah burahol (*Stelechocarpus burahol* Hook F. & Thomson) pada tikus putih. *Majalah Ilmu Kefarmasian* 7(1): 1-8.
- Sunarni T, S Pramono dan R Asmah. 2007. Flavonoid antioksidan penangkap radikal dari daun kepel (*Stelechocarpus burahol*). *Majalah Kefarmasi Indonesia* 18(3): 111-116.
- Sunarto AT. 1992. *Stelechocarpus burahol* (Blume) Hook.f. & Thomson. In Coronel, R.E. & Verheij, E.W.M. (Eds.): Plant Resources of South-East Asia. No. 2: Edible fruits and nuts. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. pp. 290-291.
- Sutomo. 2008. Penurunan kadar asam urat darah ayam jantan broiler hiperurisemia oleh fraksi petroleum eter daun kepel (*Stelechocarpus burahol* Hook.). *Sains dan Terapan Kimia* 2(1): 14-22.
- Tan SC. 1980. Phenylalanine ammonia-lyase and the phenylalanine ammonia-lyase inactivating system: effects of light, temperature and mineral deficiencies. *Aust. J. Plant. Physiol* 7(2): 159-167.
- Tisnadjaja D, E Saliman, Silvia, dan P Simanjuntak. 2006. Pengkajian burahol (*Stelechocarpus burahol* (Blume) Hook & Thomson) sebagai buah yang memiliki kandungan senyawa antioksidan. *Biodeversitas* 7(2): 199-202.
- Ververidis F, E Trantas, C Douglas, G Vollmer, G Kretzschmar and N Panopoulos. 2007. Biotechnology of flavonoids and other phenylpropanoid-derived natural products. Part I: Chemical Diversity, Impacts on Plant Biology and Human Health. *Biotechnol. J* 2(10): 1214-1234.
- Vogt T. 2010. Phenylpropanoid biosynthesis. *Molecular Plant* 3(1): 2-20.
- Waterborg JH and HR Matthews. 2002. The Lowry method for protein quantitation. In J.M. Walker (Eds.). The Protein Protocols Handbook 2 Ed. Humana Press Inc, New Jersey. pp. 7-9.

**THE EFFECTIVITY OF CITRONELLA AND CLOVE OILS AGAINST
CABBAGE CATERPILLAR *Crocidolomia pavonana*
Efektivitas minyak serai wangi dan minyak cengkeh terhadap
hama kubis *Crocidolomia pavonana***

Rismayani and I Wayan Laba

Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111
Telp 0251-8321879 Fax 0251- 8327010
balittro@litbang.pertanian.go.id
risma16021985@gmail.com

(diterima 05 Maret 2015, direvisi 12 Mei 2015, disetujui 26 Juni 2015)

ABSTRACT

Crocidolomia pavonana is a major pest on cabbage crops. The use of chemical pesticides in pest control of *C. pavonana* is not the proper solution due to the fact that the chemical pesticides are not environmentally friendly, kill natural enemies and have negative impacts on human health. The aim of this study is to determine the effectiveness of the botanical pesticide consisting of citronella and eugenol oils to control *C. pavonana*. The treatment was conducted by using two methods based on the control target, firstly is direct spray, the larvae were sprayed and then infested onto cabbage plants. The second method is indirect spray, the larvae was infested onto cabbage plants after the plants were sprayed with botanical pesticide of citronella and eugenol. Insect mortality was observed at 1; 3; 6; 24; 48; 72 and 96 hours after applications. The results show that the botanical pesticide of citronella and eugenol at concentration of 4.0 ml l⁻¹ respectively was able to effectively control of *C. pavonana* pest on cabbage leaves.

Key words: Citronella oil, clove oil, *Crocidolomia pavonana*, cabbage

ABSTRAK

Crocidolomia pavonana merupakan hama penting pada tanaman kubis. Penggunaan pestisida kimia dalam pengendalian hama *C. pavonana* bukan solusi yang tepat karena sifat dari pestisida kimia yang tidak ramah lingkungan, membunuh musuh alami dan berdampak negatif terhadap kesehatan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pestisida nabati dengan bahan aktif minyak serai wangi dan minyak cengkeh terhadap hama *C. pavonana*. Perlakuan dilakukan dengan dua metode, yaitu larva disemprot terlebih dahulu kemudian diinfestasikan ke tanaman kubis. Metode yang kedua, larva diinfestasikan ke tanaman kubis setelah dilakukan penyemprotan pestisida nabati citronella dan eugenol pada tanaman. Pengamatan mortalitas serangga dilakukan pada 1; 3; 6; 24; 48; 72 dan 96 jam setelah aplikasi (JSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pestisida nabati serai wangi dan cengkeh masing-masing konsentrasi 4,0 ml l⁻¹ efektif mengendalikan hama *C. pavonana* pada tanaman kubis.

Kata kunci: Minyak serai wangi, minyak cengkeh, *Crocidolomia pavonana*, kubis

INTRODUCTION

Cabbage is one of vegetable commodities which have an important economic significance as a source of income for farmers and as a source of protein, minerals, carbohydrates, fats, vitamins A, B and C which are beneficial to health. In average, farmers in Indonesia owned around 0.4 hectares,

and there are about 165,000 farmers who engaged in cabbage plants farming (Sastrosiswojo *et al.*, 2005). Data from the Indonesian Agency for Statistics Centre showed that demand of cabbage is very high in Indonesia; however the local production of cabbage cannot still meet the demand in the market. In 2013, the production of

cabbage was approximately 1,480,625 tons (BPS, 2014).

There are many problems faced by farmers along the cultivation of cabbage, one of the obstacles is the existence of *Crociodolomia pavonana* pests. *C. pavonana* is a major pest on cabbage plants. *C. pavonana* larvae feed the young cabbage leaves. After the larvae destroy the central of the shoot, they move to the tip of the leaves and feed the older leaves (Priyono *et al.*, 2006). The affected plants will have severe damage if *C. pavonana* is not properly controlled. The income of farmers declines as consequence of the yields decrease (Asriani *et al.*, 2013).

C. pavonana is a nocturnal insect pest, active during night time, and always avoiding from exposing to the light. The female lay it eggs on abaxial leaf in groups that consist of 30 to 80 eggs. A single female can lay up to 1,460 eggs within 24 days of its life span. After the eggs hatching, the larvae start to eat the leaves, particularly the inside part tissue (Uelese *et al.*, 2014). Instar larvae are gregarious, feed the leaves on the lower surface of the upper layers of the epidermis and leaving white patches. Within the fourth to fifth days, the larvae eat the leaves from the bottom and will cause severe damage to the leaves before the larvae move to the center of the plant. The third and fifth instar larvae scatter and eat the top of the cabbage plants and destroy the growing point. As a result, the plants die or cabbage stems forming branches and the crops size eventually becomes small and consequently the cabbage cannot be harvested. In high populations the green debris mixed with silk threads can be found on attacked cabbage (Lina *et al.*, 2010).

Farmers usually eradicate the cabbage caterpillar using chemical pesticides intensively, either applying single or combine of multiple pesticides. Therefore the cost of using pesticides is approximately 30% of total costs of production. This control measure leads to negative impacts which are the resistance of *C. pavonana* to chemical pesticides, resurgence of *C. pavonana* to

which is resistance against Asefat, Permetrin and Kuinalfos, disruption of life and the role of the parasitoid *Diadegma semiclausum* as important natural enemies of *C. pavonana*, damaging ecosystems, and pesticide residues which may harm consumers (Grzywacs *et al.*, 2010).

The use of botanical pesticides in controlling the pests has been carried out in several countries recognizing and taking advantage of botanical pesticides (Thorsell *et al.*, 2006). Botanical pesticide is potential for controlling the major pests of agricultural crops owing to utilizing the plant secondary compounds as the active ingredient. The compounds serve as a repellent, attractant, killer and inhibiting appetite of targeted pests (Charleston *et al.*, 2006). The use of botanical pesticides is expected to reduce the use of chemical pesticides/synthetic, so that the residues of chemical pesticides carrying a variety of negative effects on the environment can be minimized as low as possible (Wiratno, 2011).

Some examples of plant secondary compounds characterized to reject the insects are geraniol and citronella from citronella plant and eugenol from cloves. It has been reported that a combination of citronella and eugenol at a concentration of 5.0 ml l⁻¹ was able to control the cocoa fruit borer *Conophomorpha cramerella* Snell by around 46.26 to 65.01% at severe infestation (Laba *et al.*, 2011). Citronella oil can also cause mortality of *D. hewetti* (pepper flower sucking insect pest) by 47% at a concentration of 2.5%; combination of citronella oil and galangal (1: 1) at a concentration of 2.5% was able to cause mortality of *D. hewetti* by 82% (Wiratno *et al.*, 2011). Previous study showed that methyl eugenol compound contained in clove oil can be used as an attractant of the male fruit flies, therefore it can be used to control fruit flies with environmentally friendly (Towaha, 2012). With all the benefits, it is necessary to study the potential of citronella and clove oils as active compounds of botanical pesticides against *C. pavonana*. The

purpose of this study is to determine the effectiveness of the botanical pesticide with active ingredients of citronella and clove oils against *C. pavonana*.

MATERIALS AND METHODS

This study was conducted at the green house of Plant protection Department of Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute, Bogor, from May to June 2014. The temperature in the greenhouse ranged between 25 and 27°C. Materials used in this study were 1 month-old of cabbage plants in polybag, *C. pavonana* larvae instar two obtained from cabbage farms in Pacet, West Java, gauze cloth as a cover, citronella oil, clove oil, and water. Botanical pesticides were obtained from Manoko Research Station at Lembang West Java, tested botanical insecticides were clove oil and eugenol of fallen clove leaves and citronella oil obtained by distillation process.

Randomized block design was applied, consisting of nine treatments and five replications; control group, citronella oil at concentration of 1, 2, 3, and 4 ml l⁻¹ and clove oil at concentration of 1, 2, 3, and 4 ml l⁻¹ (Table 1). Cabbage leaves were putted into the plastic box with size of 15 cm x 10 cm x 5 cm, and covered by gauze for air circulation. Three leaves were used for each treatment. This research was carried out with two methods. The first method, larvae were sprayed topically and then infested onto cabbage plants (Dirjen PSP, 2014). The second test was the food poisoning method of spraying the plants with citronella and clove oils before infesting the larvae onto leaves (Atmadja, 2010). Insect mortality was observed at 1; 3; 6; 24; 48; 72 and 96 hours after applications.

Efficacy of tested insecticides was calculated by the Abbott formula (DG PSP , 2004):

EI = ((Ca-Ta) × Ca⁻¹) × 100%
EI = Efficacy of insecticides tested (%)
Ca = Population on control after insecticide application

Ta = Population on treatment after insecticide application

Table 1. Treatment arrangement of tested insecticides.
Tabel 1. Susunan perlakuan insektisida uji.

No.	Treatments	Concentration (ml l ⁻¹)
1	Eugenol	1.0
2	Eugenol	2.0
3	Eugenol	3.0
4	Eugenol	4.0
5	Citronella	1.0
6	Citronella	2.0
7	Citronella	3.0
8	Citronella	4.0
9	Untreated	-

RESULTS AND DISCUSSION

Results of this study demonstrated that mortality of *C. pavonana* and insecticide efficacy in the treatment of spraying larvae before being infested onto host plants indicates increasing the number of dead larvae along with increasing observation time (Table 2). Citronella at 4.0 ml l⁻¹ concentration showed to have the fastest action, caused mortality of 34.0% with 34% efficacy of insecticide (EI) at three hours after application. Citronella and eugenol treatments at 4.0 ml l⁻¹ concentration showed mortality more than 50.0% at 48 hours after application. The highest mortality and efficacy were occurred on citronella treatment at 4.0 ml l⁻¹ concentration. This is in accordance with a previous study conducted by Pinheiro *et al.* (2013) indicating that citronella at concentration of 1.0% was able to reduce the development of *Franklinella schultzei* and *Myzus persicae* pest in soybean plants. The study conducted by Rohimatun and Laba (2013) showed that citronella oil treatment at concentration of 5.0 ml l⁻¹ effectively reduced the population of *D. piperis* of black pepper in the field.

Meanwhile, at three hours after application of eugenol treatment at concentration of 3.0 ml l⁻¹ with spraying method onto larvae before being infested onto host plants demonstrated mortality and EI of 18.00 and 18.0%

respectively. The highest mortality at 48 hours after application with concentration of 4.0% occurred on eugenol treatment is 56.0% (Table 2). Study of Shola and Kehinde (2010) indicated that eugenol at concentration of 0.1; 0.2; 0.3; 0.4 and 0.5 g in one g solid compounds (silica gel, alumina and kaolin), caused mortality of *C. maculatus* by 13.3; 26.7; 73.3; and 100% at one hour after application.

In spraying onto plants method, the highest mortality and EI of *C. pavonana* are 42.0% respectively at three hours after treatment with 4.0% citronella concentration (Table 3). Similar to the spraying onto larvae method of 4.0%, citronella treatment was the treatment showed the highest efficacy (Table 3). This is due to the highest concentration used which leads to the highest mortality of *C. pavonana*. At 24 hours after application, citronella treatment with concentration of 3.0 and 4.0% were able to generate the mortality more than 50.0%.

The result of this research was similar to the one reported by Suriati and Atmadja (2010) that 3 and 4% concentration of citronella was effective against 3th instar larvae of *Spodoptera litura* with more than 50% mortality for 24 hours after application.

The treatment of 4.0% eugenol generated 24.0% mortality of *C. pavonana* at three hours after application. Eugenol at 4.0% concentration caused mortality above 50.0% at 48 hours after application. Results of the study conducted in the field on *S. litura* indicated that botanical pesticide of citronella and eugenol effectively controlled *S. litura* with 10 ml l⁻¹ concentration respectively (Atmadja, 2010). Clove plants contain various volatile compounds such as eugenol, eugenol acetate and methyl eugenol. Eugenol is easy to evaporate. The concentration of eugenol in clove oil is approximately between 70 and 90%. The eugenol is colorless and if exposed to direct sunlight, the color turns to dark brown and emitting specific odor (Haq *et al.*, 2014).

Mode of action of eugenol by spraying onto larvae method was faster than that was sprayed onto the plants method, as well as the use of eugenol compared to the use of citronella with the same method, the effect of citronella is faster than eugenol (Figure 1). This is consistent with the study conducted by Fikri *et al.* (2010) showed that at a concentration of 5.0 ml l⁻¹ citronella compound works as a stomach poison due to it is able to control *Trips* sp. on *Jatropha* around 49,4% at 96 hours after application.

At the end of the observation, it is showed that the mortality of *C. pavonana* was around 48-88% for the citronella treatment. This indicates that eugenol and citronella do not kill all *C. pavonana* but keeping them at low population. This unique characteristic of both botanical pesticides corresponds to the principle of Integrated Pest Management (IPM), which does not kill all the pests in the field, but keeping them at low population to maintain the balance of pest population with its natural enemy, hence the natural enemy can act as its role (Wiratno *et al.*, 2013).

The resistance of *C. pavonana* against synthetic pesticide can be overcome by using botanical pesticide (citronella and eugenol) because of the mode of action of botanical pesticide differences between synthetic pesticides. Citronella and eugenol do not directly kill the larvae quickly, but the feeding activity of *C. pavonana* becomes disrupted and lead to declining the nutrition intake which is required by insects for growth and development. This is because the delivery of feed stimuli (*phagostimulant*) has been disturbed by citronella and eugenol.

Citronella and eugenol treatments did not eradicate all *C. pavonana*, due these two botanical pesticides tend to have more a contact action with insects pest, this is shown from the mortality rate of spraying larvae method. Mode of action of citronella and eugenol is to inhibit activity of

Table 2. The efficacy of botanical insecticides: eugenol and citronella against *C. pavonana* with the spraying onto larvae method.

Tabel 2. Efikasi insektisida eugenol dan sitronelal terhadap *C. pavonana* dengan metode semprot larva.

Treatments	Efficacy of Insecticide (%)									
	1 hour	3 hour	6 hours	24 hours	48 hours	72 hours	96 hours	El	El	El
Eugenol 1.0 ml l ⁻¹	0.00 B	16.00 B	18.00 C	28.00 B	28.0	40.00 C	40.0	64.00 A	64.0	72.00 B
Eugenol 2.0 ml l ⁻¹	2.00 B	16.00 B	18.00 C	26.00 B	26.0	40.00 C	40.0	66.00 A	66.0	76.00 AB
Eugenol 3.0 ml l ⁻¹	4.00 B	18.00 B	20.00 BC	40.00 A	40.0	48.00 ABC	48.0	78.00 A	78.0	80.00 AB
Eugenol 4.0 ml l ⁻¹	6.00 B	16.00 B	20.00 BC	40.00 A	40.0	56.00 A	56.0	78.00 A	78.0	86.00 A
Citronella 1.0 ml l ⁻¹	20.00 A	24.00 AB	24.00 BC	40.00 A	40.0	46.00 AB	46.0	68.00 A	68.0	76.00 AB
Citronella 2.0 ml l ⁻¹	18.00 A	20.00 B	32.00 AB	38.00 A	38.0	48.00 ABC	48.0	66.00 A	66.0	78.00 AB
Citronella 3.0 ml l ⁻¹	22.00 A	32.00 A	32.00 AB	40.00 A	40.0	48.00 ABC	48.0	70.00 A	70.0	78.00 AB
Citronella 4.0 ml l ⁻¹	24.00 A	34.00 A	36.00 A	44.00 A	44.0	52.00 AB	52.0	76.00 A	76.0	88.00 A
Control 0 ml l ⁻¹	0.00 B	0.00 C	0.00 D	0.00 C	0	0.00 D	0	0.00 B	0.0	0.00 C

Note: Value in one column followed by the same letter is not significantly difference based on Duncan test at 5%. El = efficacy of insecticide (%).
Keterangan: Nilai dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%. El = efikasi insektisida (%).

Table 3. The efficacy of botanical insecticides: eugenol and citronella against *C. pavonana* with the spraying onto plants method.

Tabel 3. Efikasi insektisida eugenol dan sitronelal terhadap *C. pavonana* dengan metode semprot tanaman.

Treatments	Efficacy Insecticide (%)									
	1 hour	3 hours	6 hours	24 hours	48 hours	72 hours	96 hours	El	El	El
Eugenol 1.0 ml l ⁻¹	0.00 A	16.00 BC	18.00 C	30.00 BC	30.0	48.00 D	52.00 B	48.0	48.0	52.0
Eugenol 2.0 ml l ⁻¹	0.00 A	12.00 C	18.00 C	20.00 C	20.0	50.00 CD	54.00 B	50.0	50.0	54.0
Eugenol 3.0 ml l ⁻¹	0.00 A	22.00 B	26.00 BC	40.00 B	40.0	72.00 AB	80.00 A	72.0	72.0	80.0
Eugenol 4.0 ml l ⁻¹	0.00 A	24.00 B	28.00 B	40.00 B	40.0	74.00 AB	82.00 A	74.0	74.0	82.0
Citronella 1.0 ml l ⁻¹	0.00 A	18.00 BC	20.00 BC	26.00 C	26.0	40.00 D	48.00 B	40.0	40.0	48.0
Citronella 2.0 ml l ⁻¹	0.00 A	16.00 BC	22.00 BC	24.00 C	24.0	62.00 BC	82.00 A	62.0	62.0	82.0
Citronella 3.0 ml l ⁻¹	0.00 A	42.00 A	42.00 A	72.00 A	72.0	84.00 A	88.00 A	84.0	84.0	88.0
Citronella 4.0 ml l ⁻¹	0.00 A	42.00 A	44.00 A	64.00 A	64.0	84.00 A	88.00 A	84.0	84.0	88.0
Control 0 ml l ⁻¹	0.00 A	0.00 D	0.00 D	0.00 D	0	0.00 E	0.00 C	0.0	0.0	0.0

Note: Value in one column followed by the same letter is not significantly difference based on Duncan test at 5%. El = efficacy of insecticide (%).
Keterangan: Nilai dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%. El = efikasi insektisida (%).

acetyl cholinesterase enzyme, so the amino acid phosphorylate in the astatic center of the enzyme is occurred. The toxicity signs of insect arose because of acetylcholine accumulation generating disruption of central nervous system, femor, respiratory paralysis, and mortality. Citronella and eugenol do not kill the insect quickly, but has an impact on decreasing the appetite, growth, reproduction, ecdysis process, inhibition to be mature insect and sterilizer of *Conophomorpha cramerella* (Willis *et al.*, 2013). Synthetic pesticide only has one action which is to disrupt nervous system by inhibiting the activity of acetyl cholinesterase (AChE) and causing the accumulation of acetyl choline. In resistance insect pests, the AChE enzyme which is the target of synthetic pesticide becomes unsusceptible; as a result insect will be more resistance if being sprayed with synthetic insecticide and does not develop paralysis or die as normally found in common insects (Dono *et al.*, 2008).

Mortality of *C. pavonana* from all the treatments varied according to the increasing time

observation, this means that botanical pesticide of citronella and eugenol has different actions to kill *C. pavonana* larvae. This is in line with the study conducted by Wirahadian (2007) in which it shown that botanical insecticide of *B. asiatica* seed extract has various actions in killing the insect; containing compound that toxic, antifidan, antioviposition, influencing fecundity, inhibiting the development of larvae, and effect the efficiency of food utilization of *C. pavonana* on the plant.

The change of larvae resistant against a poison contact pesticide is caused by the change of cuticle; cuticle thickness and reduction of lipid content. Larvae are usually susceptible against poison contact pesticide after ecdysis process, and the resistance increases along with the age, and then decrease at the time of ecdysis. Penetration rate on one part of cuticle depends on the structure and thickness of that particular part. Pesticide generally tends to enter insect body through the parts of the body covered by thin cuticle, such as inter-part membrane, joint

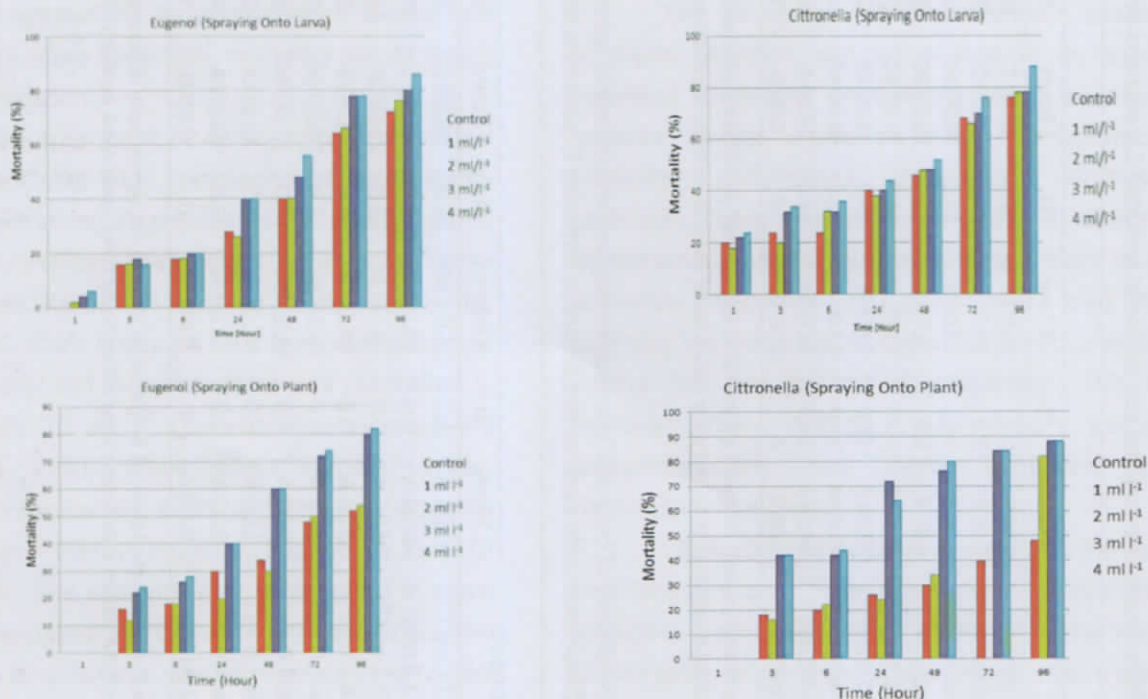


Figure 1. Effect of Eugenol and Citronella on mortality of *C. pavonana*.
Gambar 1. Pengaruh Eugenol dan Sitronela terhadap mortalitas *C. pavonana*.

membrane on the base of embelan and chemoreceptor on tarsus (Dono *et al.*, 2010).

CONCLUSION AND RECOMMENDATION

Botanical pesticides with active ingredients of citronella and eugenol have a contact action. In the spraying onto larvae treatment method, citronella and eugenol were effective at a concentration of 2-4 ml l⁻¹ with a mortality rate of 76-88 and 72-86% respectively. While the mortality rate in the spraying onto plant treatment method ranged between 48-88 and 52-82%. Further studies need to be conducted to improve the formulation of botanical pesticide of citronella and eugenol.

REFERENCES

- Asriani NW, IGN Bagus, dan NN Darmiati. 2013. Keragaman dan Kepadatan Populasi Predator yang Berasosiasi dengan Hama Penting Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 2(3): 155-164.
- Atmadja WR. 2010. Pemanfaatan Insektisida Nabati Nilam, Cengkeh dan Serai Wangi Untuk Mengendalikan Ulat Grayak (*Spodoptera litura*). Seminar Nasional VI Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bogor. Peranan Entomologi dalam mendukung Pengembangan Pertanian Ramah Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat. Bogor, 24 Juni 2010. 8 hlm.
- BPS. 2014. Produksi Tanaman Kubis di Indonesia. Badan Pusat Statistik. www.bps.go.id. Diunduh pada tanggal 4 Februari 2015.
- Charleston DS, R Kfir, M Dicke and LEM Vet. 2006. Impact of Botanical Extracts Derived from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* on Population of *Plutella xylostella* and Its Natural Enemies: A Field Test of Laboratory Findings. *Journal Biological Control* 39: 105-114.
- DG PSP (Dirjen PSP). 2004. Standar Pengujian Efikasi Insektisida. Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian. Direktorat Pupuk dan Pestisida. Departemen Pertanian. 136 hlm.
- Dono D, S Hidayat, C Nasahi dan E Anggraini. 2008. Pengaruh Ekstrak Biji *Barringtonia asiatica* L. (Kurz.) (Lecythidaceae) terhadap Mortalitas Larva dan Fekunditas *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae). *Jurnal Agrikultura* 19(1): 5-14.
- Dono D, S Ismayana, Idar, D Pridjono dan I Muslikha. 2010. Status dan Mekanisme Resistensi Biokimia *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae) terhadap Insektisida Organofosfat serta Kepekaannya terhadap Insektisida Botani Ekstrak Biji *Barringtonia asiatica*. *Jurnal Entomologi Indonesia* 7(1): 9-27.
- Fikri IM, A Jannah and M Abidin. 2010. Identification and Toxicity Test of Citronella From *Cymbopogon nardus* Leaves As Antifeedant Toward Thrips in *Jatropha curcas*. *Alchamy* 2(1): 104-157.
- Grzywacs D, A Roszbach, A Rauf, DA Russell, R Srinivasan and AM Shelton. 2010. Current Control Methods for Diamondback Moth and Other Brassica Insect Pests and The Prospects for Improved Management With Lepidopteran-Resistant Bt Vegetable Brassicas in Asia and Africa. *Journal Crop Protection* 29: 68-9.
- Haq I, MJB Vreysen, C Caceres, TE Shelly and J Hendrichs. 2014. Methyl Eugenol Aromatherapy Enhances The Mating Competitiveness of Male *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). *Journal of Insect Physiology* 8: 1-6.
- Laba IW, M Willis, Rohimatun, Ahyar, N Tarigan, dan C Sukmana. 2011. Pengendalian Hama Penggerek Buah (*Conopomorpha cramerella*) >50% dan Penyakit Busuk Buah (*Phytophthora palmivora*) >30% pada Tanaman Kakao. Laporan Tahunan. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. hlm. 281-289.
- Lina EC, Arneti, D Priyono dan Dadang. 2010. Potensi Insektisida Melur (*Brucea javanica* L. Merr) dalam Mengendalikan Hama Kubis *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae) dan *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Jurnal Natur Indonesia* 12(2): 109-116.
- Pinheiro, PF, VTD Queiroz, VM Rondelli, AV Costa, TDP Marcelino and D. Pratissoli. 2013. Insecticidal Activity of Citronella Grass Essential Oil on *Franklinella schultzei* and *Myzus persicae*. *Science. Agrotec.*, Lavras 37(2): 138-144.
- Priyono D, JL Sudir dan Irmayetri. 2006. Insecticidal activity of Indonesian Plant Extracts against the

- cabbage heal caterpillar: *Crocidolomia pavonana* (F) (Lepidoptera: Pyralidae). *J. ISSAAS* 12(1): 25-26.
- Rohimatun dan IW Laba. 2013. Efektivitas Insektisida Minyak Serai Wangi dan Cengkeh terhadap Hama Pengisap Buah Lada (*Dasynus piperis* China). *Bul. Littro* 24(1): 26-34.
- Sastrosiswojo S, TS Uhan dan R Sutaroya. 2005. Penerapan Teknologi PHT Tanaman Kubis. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang, Bandung. Monografi 21(2): 1-64.
- Shola HA and AF Kehinde. 2010. Bioefficacy of Vapour Effect of Essential Oil Formulation from *Syzygium aromaticum* Against *Callosbruchus maculates*. *Journal Nature and Science* 8(12): 12-19.
- Suriati S dan WR Atmadja. 2010. Efikasi Sepuluh Jenis Insektisida Nabati terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura*). Seminar Nasional VI Perhimpunan Entomologi Cabang Bogor. Peranan Entomologi dalam Mendukung Pengembangan Pertanian Ramah Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat. Bogor, 24 Juni 2010. 6 hlm.
- Thorsell W, A Mikiver and H Tunon. 2006. Repelling Properties of Some Plant Materials on the Tick *Ixodes ricinus* L. *Phytomedicine* 13: 132-134.
- Towaha J. 2012. Manfaat Eugenol Cengkeh dalam Berbagai Industri di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. *Perspektif* 11(2): 79-90.
- Uelese A, PM Ridland, R Stouthamer, YR He, G Ang, MP Zalucki and MJ Furlong. 2014. *Trichogamma chilonis* Ishii: A Potensial Biological Control Agent of *Crocidolomia pavonana* in Samoa. *Journal of Biocontrol* 73: 31-38.
- Willis M, IW Laba dan Rohimatun. 2013. Efektivitas Insektisida Sitronella, Eugenol, dan Azadirachtin Terhadap Hama Penggerek Buah Kakao *Conophomorpha cramerella* (Snell.). *Bul. Littro* 24(1): 19-25.
- Wirahadian I. 2007. Pengaruh Ekstrak Biji Bitung (*Barringtonia asiatica* L. (KURZ)) terhadap Mortalitas dan Oviposisi *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae) [Skripsi]. Bandung: Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjajaran. hlm. 4-12.
- Wiratno. 2011. Efektifitas Pestisida Nabati Berbasis Minyak Jarak Pagar, Cengkeh dan Serai Wangi terhadap Mortalitas *Nilaparvata lugens* Stal. Prosiding Seminar Nasional Pestisida Nabati IV Jakarta, 15 Oktober 2011. Puslitbang Perkebunan. Bogor. hlm. 19-28.
- Wiratno, Siswanto dan IM Trisawa. 2013. Perkembangan Penelitian, Formulasi dan Pemanfaatan Pestisida Nabati. *Jurnal Litbang Pertanian* 32(4): 150-155.

EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL BEBERAPA TANAMAN OBAT SEBAGAI BAHAN BAKU FUNGISIDA NABATI UNTUK MENGENDALIKAN *Colletotrichum gloeosporioides*
Effectivity of ethanol extract of some medicinal plants as raw materials botanical fungicide for controlling Colletotrichum gloeosporioides

Herwita Idris dan Nurmansyah

Kebun Percobaan Laing, Solok - Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111
Telp 0251-8321879 Faks 0251-8327010
balittro@litbang.pertanian.go.id
idrisherwita@yahoo.co.id

(diterima 23 Maret 2015, direvisi 11 Mei 2015, disetujui 22 Oktober 2015)

ABSTRAK

Efektivitas ekstrak etanol beberapa tanaman obat sebagai bahan baku fungisida nabati untuk mengendalikan *Colletotrichum gloeosporioides* penyebab penyakit Antracnose pada tanaman buah naga, telah dilakukan di Laboratorium Parasitologi KP Balittro Laing Solok, sejak Agustus sampai Desember 2014. Penelitian menggunakan dua metode (a) Penekanan diameter koloni dengan menggunakan media Potato Dextrose Agar (PDA), (b) Penekanan biomassa koloni dengan menggunakan media Potato Dextro Broth (PDB). Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Lengkap pola faktorial masing-masing empat ulangan. Perlakuan yang diuji adalah ekstrak etanol dari sirih-sirihan, sambiloto dan gambir dengan empat tingkat konsentrasi (0,5; 1; 2 dan 3%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua ekstrak etanol tanaman obat efektif sebagai fungisida nabati untuk mengendalikan jamur *C. gloeosporioides*. Pada konsentrasi 1% ekstrak sirih-sirihan dan sambiloto 2% mampu menekan pertumbuhan diameter dan biomassa koloni *C. gloeosporioides* 100% lebih efektif dibanding ekstrak gambir dengan penekanan diameter koloni 91,26% dan biomassa koloni 83,74% pada tingkat konsentrasi yang sama.

Kata kunci: Efektivitas, ekstrak tanaman obat, pengendalian, *Colletotrichum gloeosporioides*

ABSTRACT

*Effectivity of ethanol extract of some medicinal plants raw material as botanical fungicide for controlling Colletotrichum gloeosporioides disease-causing antracnose on dragon fruit plants, has been carried out in the Laboratory of Parasitology Research Station of Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute Laing Solok from August to December 2014. The study was conducted in two methods (a) The Suppression of colony diameter using media Potato Dextrose Agar (PDA), (b) The Suppression of colony biomass using media Potato Dextrose Broth (PDB). The experiment were arranged in the completely randomized design in the factorial with four replications. Experiments were tested are ethanol extract of bamboo piper, bitter and gambier with four levels of concentration (0.5; 1; 2 and 3%). The results showed that all of the ethanol extract of medicinal plants tested had effective as botanical fungicide to control fungus of *C. gloeosporioides*. The suppression of colony diameter and biomass of *C. gloeosporioides* at the 1% extract bamboo piper and 2% extract of bitter are 100% more effective than gambir extract respectively with suppression colony diameter 91.26 and 83.74% respectively of colony biomass at the same concentration level.*

Key words: Effectivity, extract of medicinal plants, controllers, *Colletotrichum gloeosporioides*

PENDAHULUAN

Penggunaan pestisida sintetik sebagai pengendali patogen tanaman dapat meningkatkan hasil pertanian, sehingga dapat menjaga stabilitas

hasil dan kualitas hasil. Namun demikian pemakaian yang terus menerus dapat menyebabkan patogen toleran terhadap pestisida, munculnya strain baru dan dampak negatif pada lingkungan serta dapat merusak kesehatan

manusia karena meninggalkan residu pada tanaman, maupun pada produksi.

Kebanyakan dari pestisida sintetis tidak dapat larut sempurna dalam air, akibatnya residu akan meningkat melalui rantai makanan, dan ujung dari rantai bisa organisme bukan sasaran termasuk manusia. Masuknya bahan tersebut kedalam tubuh secara perlahan-lahan dalam waktu yang cukup lama. Beberapa senyawa tersebut ada yang bersifat karsinogen, sehingga berpotensi merusak sel tubuh yang cenderung menyebabkan terjadinya sel kanker. Cara terbaik untuk mengurangi bahaya pestisida sintetis adalah dengan mengurangi penggunaannya dan digunakan jika diperlukan. Salah satu pilihan atau alternatif lain adalah menggunakan pestisida nabati.

Keanekaragaman tanaman di Indonesia telah banyak dikenal diantaranya tanaman obat. Tanaman obat memiliki aktivitas biologi baik secara *in vitro* maupun secara *in vivo* dan telah terbukti berkhasiat menyembuhkan berbagai macam penyakit (Jamal, 2000 dalam Balfas dan Willis, 2009). Penggunaan bahan tanaman sebagai obat di masyarakat terus meningkat, karena dinilai relatif lebih aman dan ramah lingkungan dibanding dari kimia sintetis. Ketersediaan pestisida yang berbahan aktif dari tanaman yang telah teruji keampuhan dan keamanannya masih terbatas, namun demikian, sejak lama petani menggunakan berbagai jenis tanaman untuk pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) termasuk tanaman obat.

Sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness) merupakan tumbuhan semusim yang termasuk dalam suku Acanthaceae, herba tegak, dengan tinggi tanaman berkisar antara 0,50-1,00 m, tumbuh secara alami di daerah dataran rendah hingga ketinggian lebih kurang 1.600 dpl. Senyawa aktif utama dari sambiloto adalah andrografolid. Senyawa ini termasuk senyawa diterpen lakton dan larut dalam pelarut organik, paling banyak terdapat di daun (kurang lebih 2,39%) dan paling sedikit pada biji.

Senyawa lainnya adalah deoksiandrografolid-19- β -B-glukosida dan neo-andrografolid yang keseluruhannya diisolasi dari daun, 14-deoksi-11,12-didehydroandrografolid (andro-grafolid-D), homo-andrografolid, andrografen, andro-grafon, andro-grafosterin, dan stigmasterol (Prapanza dan Marianto. 2003). Ekstrak sambiloto bersifat moluscosida terhadap hama keong mas (Wiratno *et al.*, 2011) dan bakterisida terhadap *Escherisia coli* (Sawitti *et al.*, 2013).

Sirih-sirihan (*Piper aduncum*, L), merupakan salah satu tanaman obat dari keluarga Piperacea. Tanaman ini berkhasiat sebagai obat bisul dan obat luka - baru pada manusia. Kandungan kimia daun *P. aduncum* adalah saponin, flavonoida dan polifenol, disamping minyak atsiri, dihydrochalcone, piperaduncin A, B, dan C, serta 2',6'-dihidroksi-4'-metoksidiidrokhalkon (DMC) dan 2',6',4-trihidroksi-4'-metoksidiidrokhalkon (asebogenin) (Sudrajat *et al.*, 2011). Nurmansyah (2012) melaporkan bahwa *P. aduncum* mengandung minyak atsiri dengan rendemen 0,87% dari bahan siap suling, dengan komponen utamanya adalah phenylpropanoid dilapiole, monoterpenoids, piperitone, sineol, sesquiterpene dan b-caryophyllene yang dapat bersifat fungisidal terhadap jamur patogen *Sclerotium rolfsii*, *Phytophthora capsici*, *Colletotrichum musae* dan *Fusarium oxysporum* yang berturut-turut merupakan jamur patogen pada tanaman kacang tanah, cabai, pisang, dan lada.

Gambir (*Uncaria gambir* Roxb) merupakan salah satu tanaman sumber bahan pestisida nabati yang sangat potensial, karena getah daun gambir (Suherdi, 1995; Bakhtiar, 1991; Yeni *et al.*, 2014) mengandung alkaloid berupa senyawa kimia seperti catechin, tannin catecu (tannin/tannat), querchitin, flouresin dan beberapa senyawa lainnya. Senyawa, tannin dan querchitin bersifat anti mikrobial dan senyawa fenolik katekin berfungsi sebagai anti oksidan. Kandungan katekin gambir berkisar antara 40-60% (Cowan, 1999; Hagerman, 2002). Potensi gambir sebagai

pestisida nabati masih sangat terbatas dan belum banyak diinformasikan. Rahmansyah (1993), telah menggunakan dan membuktikan bahwa ekstrak gambir mampu mengendalikan serangan hama *Spodoptera litura* dengan tingkat mortalitas berkisar antara 25,00-32,50%. Hasil tersebut tidak signifikan dengan insektisida sintetik berbahan aktif dimetoat. Ekstrak daun gambir (Adria,1998) juga telah diketahui memiliki tingkat efektifitas tinggi terhadap hama *Epilachna varivestis*. Ekstrak gambir juga efektif dipakai sebagai fungisida untuk mengendalikan serangan cendawan *Fusarium sp* (Idris, 2007). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak etanol dari tanaman sambiloto, sirih-sirihan dan gambir untuk pengendalian *Colletotrichum gloeosporioides* penyebab penyakit antracnose pada tanaman buah naga (*Hylocereus polyrhizus*).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Parasitologi Kebun Percobaan Balittro Laing Solok sejak Agustus sampai Desember 2014. Tahapan penelitian sebagai berikut:

Pembuatan ekstrak

Daun sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness) (lebih kurang umur 3 bulan dilapangan), sirih-sirihan (*Piper aduncum* L) dan gambir (*Uncaria gambir* Roxb) segar masing-masing sebanyak 1.000 g dikering anginkan, lalu direndam dalam etanol sampai semua bahan terendam selama 24 jam, selanjutnya etanolnya diuapkan dengan evaporator sampai didapat ekstrak kental yang siap diuji. Metode ini merupakan cara pembuatan ekstraksi modifikasi dari Harbone (1987) dalam Shahabuddin dan Anshary (2010).

Pembiakan patogen

Isolat *C. gloeosporioides* Cg04 didapat dari Laboratorium Parasitologi Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika Arian Solok hasil isolasi dari buah naga yang terserang penyakit antracnose, berasal dari Kabupaten Padang Pariaman. Isolat diperbanyak dalam media *Potato*

Dextrose Agar (PDA) sebagai sumber inokulum yang akan diuji. Isolat yang digunakan umur sembilan hari dalam media PDA. Pembiakan patogen dilakukan dengan cara mengambil biakan murni *C. gloeosporioides* Cg04 yang sudah tersedia dengan bor gabus yang berdiameter 6 mm lalu ditanam dalam media PDA diinkubasi dalam inkubator pada suhu 28 °C selama sembilan hari.

Pengujian daya antifungal

Penekanan diameter koloni

Pengujian daya anti cendawan untuk penekanan diameter koloni dilakukan dengan cara memberikan larutan uji ekstrak daun sambiloto, sirih-sirihan dan gambir, sesuai konsentrasi uji (0,5, 1, 2, dan 3% serta kontrol tanpa pestisida) kedalam larutan media tumbuh PDA yang sudah steril saat sebelum membeku kira-kira temperatur 45 °C sambil menghomogenkan lalu dituang kedalam cawan petri. Media tumbuh dibiarkan sampai mengeras setelah itu di inokulasikan patogen murni dari *C. gloeosporioides* yang berdiameter 6 mm. Pengujian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial, sebagai faktor ke-1 ekstrak tanaman obat (A₁ sambiloto, A₂ sirih-sirihan dan A₃ gambir), sebagai faktor ke-2 tingkat konsentrasi ekstrak (B₁ konsentrasi 0,5%, B₂ konsentrasi 1%, B₃ konsentrasi 2% dan B₄ konsentrasi 3%) dan pembanding tanpa ekstrak (kontrol). Perlakuan diulang empat kali setiap ulangan terdiri dari 5 cawan petri. Parameter yang diamati adalah diameter pertumbuhan *C. gloeosporioides*. Persentase penghambatan dihitung dengan rumus (Pandey et al., 1982 dalam Noveriza dan Miftakhuromah, 2010).

$$X = \frac{b-a}{b} \times 100\%$$

- x = Persentase penghambatan pertumbuhan koloni/Percentage of colony growth ostructioned.
- a = Diameter pertumbuhan pada perlakuan/Diameter growth of treatment.
- b = Diameter pertumbuhan pada kontrol/Diameter growth of control (untreated).

Penekanan biomassa koloni

Pengujian dengan menggunakan medium cair *Patato Dextrosa Broth* (PDB), sebanyak 25 ml dimasukkan ke dalam masing-masing tabung reaksi, kemudian disterilisasi dalam autoclave, setelah steril didinginkan dan selanjutnya dimasukkan bahan perlakuan yang akan diuji sesuai konsentrasi, kemudian dilakukan inokulasi jamur uji, miselium dari jamur *C. gloeosporioides* yang dipotong dengan pelubang gabus steril ukuran diameter 6 mm, dan dimasukkan kedalam medium yang telah diperlakukan, kemudian diinkubasikan dalam inkubator suhu 28 °C selama sembilan hari. Pengujian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap dalam faktorial, sebagai faktor ke-1 ekstrak tanaman obat (A₁ dari sambiloto, A₂ dari sirih-sirihan dan A₃ dari gambir), sebagai faktor ke-2 tingkat konsentrasi ekstrak (B₁ konsentrasi 0,5%, B₂ konsentrasi 1%, B₃ konsentrasi 2% dan B₄ konsentrasi 3%) dan pembanding tanpa ekstrak (kontrol). Perlakuan diulang empat kali, selanjutnya koloni jamur yang tumbuh diambil dan dikeringkan dalam oven pada suhu 80 °C selama 48 jam, kemudian ditimbang biomasanya, lalu dihitung dengan rumus modifikasi Nurmansyah (2012).

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

P = Penghambatan biomasa koloni/*Contructioned of colony biomas.*

K = Biomasa koloni pada kontrol/*Colony biomas on untreated.*

T = Biomasa koloni pada perlakuan/*Colony biomas on treatment.*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol tanaman sirih-sirihan, sambiloto dan gambir bersifat antifungal dan mampu menghambat pertumbuhan diameter dan biomassa koloni jamur *C. gloeosporioides* penyebab penyakit antraknose tanaman buah naga. Ekstrak sirih-sirihan memperlihatkan penekanan pertumbuhan diameter koloni tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan ekstrak sambiloto, tetapi berbeda nyata dengan ekstrak gambir. Pada pengamatan 9 hari

setelah aplikasi (HSA), diameter koloni pada perlakuan ekstrak Sirih-sirihan diameter koloni 8,41 mm (penekanan 90,36%) dan ekstrak sambiloto rata-rata 12,93 mm (penekanan 85,17%) diameter koloni pada ekstrak gambir 20,86 mm (penekanan 76,08%), sedangkan pada kontrol diameter koloni sudah mencapai 87,25 mm (penurunan 0,00%). Semakin tinggi tingkat konsentrasi ekstrak uji semakin kecil diameter koloni *C. gloeosporioides*, semakin efektif ekstrak tanaman uji. Pada tingkat konsentrasi ekstrak 3% pengendalian mencapai 100% (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh ekstrak dan tingkat konsentrasi terhadap pertumbuhan diameter koloni *C. gloeosporioides* (sembilan hari setelah inokulasi).

able 1. Effect of extracts and the level of concentrations on the growth of colony diameter of *C. gloeosporioides* (nine days after inoculation).

Perlakuan (%)	Diameter koloni (mm)	Penekanan pertumbuhan koloni (%)
Ekstrak Tanaman obat		
Sirih-sirih	8,41	90,36 a
Sambiloto	12,93	85,17 b
Gambir	20,86	76,08 c
Tingkat konsentrasi (%)		
0,5	35,99	58,72 d
1	17,73	79,67 c
2	2,53	97,09 b
3	0,00	100,00 a
Kontrol (pembanding)	87,25	0,00 -
KK (%)		12,59

Keterangan/Note:

Angka diikuti huruf yang sama pada tiap kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT/*The numbers followed by the same letter are not significantly different from each column at the level of 5% DMRT.*

Terjadinya penekanan pertumbuhan diameter koloni *C. gloeosporioides* disebabkan oleh karena adanya kandungan utama dalam ekstrak sirih-sirihan, sambiloto dan gambir yang bersifat antifungal, seperti flavonoid, polifenol dan piperaduncin dalam ekstrak sirih-sirihan, Saponin, andrographolide pada sambiloto, katenchin dan tannin dalam ekstrak gambir, dapat merusak

permiabilitas dinding sel dari jamur *C. gloeosporioides* sehingga sel tidak berkembang.

Interaksi antara ekstrak etanol tanaman obat dengan tingkat konsentrasi menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi, makin tinggi daya hambat terhadap pertumbuhan diameter koloni *C. gloeosporioides*. Pada tingkat konsentrasi 0,5% ekstrak tanaman obat sudah mampu menekan pertumbuhan diameter koloni berkisar antara 47,41-67,36%. Pada tingkat konsentrasi 2% ekstrak sambiloto dan sirih-sirihan mampu menekan pertumbuhan diameter koloni 100% dari jamur uji kecuali ekstrak gambir hanya 91,26% (Tabel 2).

Tabel 2. Interaksi ekstrak dan tingkat konsentrasi uji terhadap pertumbuhan diameter koloni jamur *C. gloeosporioides*.

Table 2. Interaction the extracts and the level s on the growth of the colony diameter and suppression the growth of colony.

Perlakuan (%)	Diameter koloni (mm)	Penekanan pertumbuhan Koloni (%)
Ekstrak sirih-sirih		
0,5	33,63	61,45 f
1	0,00	100,00 a
2	0,00	100,00 a
3	0,00	100,00 a
Ekstrak sambiloto		
0,5	28,47	67,37 d
1	23,25	73,34 c
2	0,00	100,00 a
3	0,00	100,00 a
Ekstrak gambir		
0,5	45,88	47,41 g
1	29,95	65,67 e
2	7,62	91,26 b
3	0,00	100,00 a
KK (%)		12,59

Keterangan/Note:
Angka diikuti huruf yang sama pada tiap kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT/The numbers followed by the same letter are not significantly different from each column at the level of 5% DMRT.

Hasil ini lebih baik dari yang dilaporkan Nurmansyah (1997) bahwa ekstrak sirih-sirihan berasal dari daun segar yang diperas atau ditumbuk berbeda nyata dengan ekstrak daun segar yang direbus dan ekstrak daun kering yang

direbus. Pada tingkat kosentrasi 20% luas penekanan pertumbuhan diameter koloni terhadap patogen *Sclerotium* sp asal kacang tanah (91,10; 74,75 dan 69,81%), cabe (85,42; 67,86 dan 68,28%) dan terhadap *Fusarium* sp asal tomat (68,63; 65,89 dan 69,32%). Disini jelas terlihat bahwa cara pembuatan ekstrak dan jenis patogen uji akan mempengaruhi tingkat efektifitas antifungal dari bahan baku. Hasil penelitian ini lebih baik dari yang dilaporkan Ali *et al.* (2013), dengan menggunakan ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap *Colletotrichun capsici* penyebab antraknosa pada tanaman cabai, pada tingkat kosentrasi 20% hanya mampu menghambat pertumbuhan jamur uji sebesar 31,74%.

Pengaruh ekstrak sambiloto, sirih-sirihan dan gambir terhadap pertumbuhan biomassa koloni jamur *C. gloeosporioides* pada media PDB, menunjukkan penekanan pertumbuhan biomassa koloni yang cukup efektif pada perlakuan ekstrak sirih-sirihan, dengan penekanan mencapai 95,00% berbeda nyata dengan ekstrak sambiloto 85,24% dan ekstrak gambir 79,36% (Tabel 3).

Tabel 3. Persentase penghambatan biomasa *C. gloeosporioides* pada beberapa kosentrasi ekstrak.

Table 3. Percentage of inhibition of biomass *C. gloeosporioides* at some concentration of the extract.

Perlakuan (%)	Biomassa koloni (mg)	Penekanan biomassa koloni (%)
Ekstrak Tanaman obat		
Sirih-sirih	5,89	95,00 b
Sambiloto	17,37	85,24 a
Gambir	24,31	79,36 c
Tingkat kosentrasi (%)		
0,5	36,41	69,09 d
1	20,66	82,46 c
2	6,38	94,58 b
3	0,00	100,00 a
Kontrol (pembanding)	117,80	
KK/ CV (%)		4,82

Keterangan/Note:
Angka diikuti huruf yang sama tiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT/The numbers followed by the same letter are not significantly different from each column at the level of 5% DMRT.

Interaksi ekstrak sambiloto, sirih-sirihan dan gambir dengan berbagai tingkat kosentrasi dapat mempengaruhi pertumbuhan biomassa koloni jamur *C. gloeosporioides*. Pada tingkat kosentrasi 1% ekstrak sirih-sirihan mampu menekan biomassa koloni 100% sedangkan pada ekstrak sambiloto penekanan baru mencapai 74,22% dan ekstrak gambir 73,17%. Untuk ekstrak sambiloto penekanan mencapai 100% pada kosentrasi 2%, sedangkan untuk ekstrak gambir penekanan baru tercapai 100% pada tingkat kosentrasi 3% (Tabel 4).

Tabel 4. Interaksi ekstrak tanaman obat dan kosentrasi uji terhadap biomassa koloni dan penekanan biomassa koloni.

Table 4. Interaction of extract medicinal plant and concentration tests on biomass colonies and colony biomass suppression.

Perlakuan (%)	Biomassa koloni (mg)	Penekanan biomassa koloni (%)
Ekstrak Sirih-sirih		
0,5	23,56	80,00 b
1	0,00	100,00 a
2	0,00	100,00 a
3	0,00	100,00 a
Ekstrak Sambiloto		
0,5	39,18	66,74 d
1	30,37	74,22 c
2	0,00	100,00 a
3	0,00	100,00 a
Ekstrak Gambir		
0,5	46,50	60,53 e
1	31,61	73,17 c
2	19,15	83,74 b
3	0,00	100,00 a
KK/ CV (%)		4,82

Keterangan/Note:
Angka diikuti huruf yang sama tiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT/The numbers followed by the same letter are not significantly different from each column at the level of 5% DMRT.

Tabel 1-4 menunjukkan bahwa ekstrak sirih-sirihan dan sambiloto mempunyai daya antifungal yang lebih tinggi dibanding ekstrak gambir. Hal ini karena dalam ekstrak Sirih-sirihan mengandung senyawa alkaloid, fenol

dan saponin yang dapat merusak stabilitas membran sel, sehingga menghambat proses pembentukan dinding sel yang diperlukan untuk memanjangkan ujung hifa, percabangan dan pembentukan spora, menghambat pembentukan tabung kecambah. Hal inilah yang diasumsikan penyebab adanya daya hambat pertumbuhan patogen *C. gloeosporioides* (Burke and Nair, 1986; Orjala *et al.*, 1993; Arneti, 2012). Hasil uji sirih-sirihan yang dilakukan oleh Bastos *et al.* (2004) untuk pengendalian *Colletotrichum musae* penyebab penyakit busuk buah pisang pasca panen mampu menghambat pertumbuhan cendawan dan perkecambahan konidia 100% pada tingkat kosentrasi 150µg ml⁻¹ Kandungan minyak atsiri dari sirih-sirihan juga mampu bersifat insektisidal pada kosentrasi 0,40 dan 0,80% dapat membunuh *Helopeltis antonii* sebesar 87,50 dan 100% (Nurmansyah, 2014).

Ekstrak sambiloto mengandung senyawa diterpen lakton (andrografolid) dan flavonoid yang diasumsikan terjadinya interaksi antara dinding sel dengan senyawa yang dikandung oleh sambiloto. Senyawa flavonoid dapat menghambat dan merusak permeabilitas dinding sel bakteri, mikrosom dan lisosom sebagai hasil interaksi antara flavonoid dengan DNA bakteri dan tidak tertutup kemungkinan hal ini juga terjadi pada cendawan uji Sabir (2005). Alkaloid dalam sambiloto tidak saja bersifat anticendawan akan tetapi juga merupakan antibakteri, karena dapat mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian. Pada konsentrasi 50% ekstrak perasan daun sambiloto dapat menghambat zona pertumbuhan *Escherichia coli* 9,038 mm (Sawitti *et al.*, 2013).

Ekstrak gambir dengan kandungan utamanya senyawa katechin, tannin dan querchitin bersifat antimikrobia, sehingga mampu menekan pertumbuhan koloni dan biomassa cendawan uji. Hasil uji *in vitro* dan *in planta* oleh

Idris (2007), ekstrak gambir dapat menekan pertumbuhan koloni dan konidia cendawan *Fusarium* penyebab penyakit bercak pada tanaman seraiwangi. Tertekannya perkembangan konidia menyebabkan perkembangan generasi berikutnya akan terganggu, karena konidia merupakan alat perkembangan aseksual pada kelas Deutero-mycetes. Pada kondisi yang menguntungkan jumlah konidia berbanding lurus dengan laju perkembangan cendawan. Ini sesuai dengan yang dikemukakan Sogawa dan Sakamura (1987) serta Grainge dan Ahmed (1988), senyawa katechin, tanin dan querchitin dapat bersifat fungisidal, nematisidal dan hormonal insektisida terhadap serangga, serta bersifat anti bakteri dan mampu menghambat pertumbuhan *Ralstonia solana-cearum* penyebab penyakit layu nilam (Nurmansyah, 2007).

KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semua ekstrak etanol tanaman obat yang diuji (sirih-sirihan, sambiloto dan gambir) mempunyai potensi yang cukup baik sebagai pestisida nabati, untuk mengendalikan jamur *C. gloeosporioides*. Pada konsentrasi 1% ekstrak sirih-sirihan dan sambiloto 2% mampu menekan pertumbuhan diameter dan biomassa koloni *C. gloeosporioides* 100% dan lebih efektif dibanding ekstrak gambir dengan penekanan diameter koloni 91,26% dan biomassa koloni 83,74% pada tingkat konsentrasi yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

Adria. 1998. Pengaruh ekstrak daun gambir terhadap hama terong KB *Epilachna varivestis*, Mulsant. *Jurnal Littri* 4(4): 103-108.

Ali M, F Puspita dan MM Siburian. 2013. Uji beberapa konsentrasi ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L) terhadap penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum capsici* pada buah cabai merah pascapanen. *Jurnal Universitas Riau*. Pekanbaru. 16 hlm. <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=105946&val=2286> Di akses Juli 2014.

Arneti. 2012. Bioaktivitas Ekstrak Buah *Piper aduncum*, L (Piperaceae) terhadap *Crociodolomia pavonana* (F) (Lepidoptera: Crambidae) dan Formulasinya sebagai Insektisida Botani. Artikel Disertasi Program Pasca Sarjana. Univ. Andalas. Padang.

Bakhtiar A. 1991. Manfaat dari tanaman gambir. Makalah penataran petani serta pedagang pengumpul gambir (29-30 November 1991). Kanwil Deptan Sumatera Barat. 23 hlm.

Balfas R dan M Willis. 2009. Pengaruh ekstrak tanaman obat terhadap mortalitas dan kelangsungan hidup *Spodoptera litura*, F (Lepidoptera, Noctuidae). *Bul. Litro* 20(2): 148-156.

Bastos CN, P Sergio and B Albuquerque. 2004. Efeito do Oleo de *Piper aduncum* No Controle Emposcolheita de *Colletotricum musae* em Banana Fitopatologia Brasileira. 29 (5) http://www.researchgate.net/publication/228970819_Efeito_do_leo_de_Piper_aduncum_no_contr_ole_em_ps-colheita_de_Colletotricum_musae_em_banana di akses Juli 2014.

Burke B and Nair. 1986. Phenylpropene, Benzoic Acid and Flavonoid Derivatives From Fruits of Jamaica *Piper sp.* *Phytochemistry*. 25(6): 1427-1430.

Cowan MM. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology review*. Department of Microbiology Miami University. Ohio. 12(4): 564-582.

Grainge M and S Ahmed. 1988. Handbook of plant with pest control properties. John Wiley & Son. New York.

Hagerman AE. 2002. Biological activities of tannins. Department of Chemistry and Biochemistry. Miami University. USA. 116 p.

Idris H. 2007. Pemakaian fungisida gambir terhadap penyakit bercak *Fusarium sp* pada daun seraiwangi. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia* (Edisi khusus). Hlm. 379-385.

Noveriza R dan Miftakhurohmah. 2010. Efektivitas ekstrak methanol daun salam (*Eugenia polyantha*) dan daun jeruk purut (*Cytrus hystrix*) sebagai antijamur pada pertumbuhan *Fusarium oxysporum*. *Jurnal Littri* 16(1): 6-11.

Nurmansyah. 1997. Kajian awal gulma sirih-sirih (*Piper aduncum* L) sebagai fungisida nabati. *Jurnal Biologi* 2: 48-56.

- , 2007. Pengaruh ekstrak daun gambir terhadap bakteri *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu nilam. *Dinamika Pertanian*. 22(3): 201-205.
 - , 2012. Minyak atsiri *Piper aduncum* sebagai bahan baku pestisida nabati untuk pengendali jamur penyakit tanaman. Bunga Rampai. Inovasi Tanaman Atsiri Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. Hlm. 121-127.
 - , 2014. Pengaruh pestisida nabati minyak sirih-sirih (*Piper aduncum*) terhadap hama pengisap buah kakao *Helopeltis antonii*. *Jurnal Tambua* 13(3): 296-302.
- Orjala J, CAJ Erdeimeier, AD Wright, TT Ralt and Sticher. 1993. Two Chromenens and Prenylate Benzoic Acid Derivate From *Piper aduncum*. *Phytochemistry* 34: 813-818.
- Prapanza E dan LM Marianto. 2003. Khasiat & Manfaat Sambiloto: Raja Pahit Penakluk Aneka Penyakit. Agro Media Pustaka. Hlm. 3-9.
- Rahmansyah. 1993. Pengendalian ulat daun kubis (*Spodoptera litura*) memakai bahan alami dari tanaman gambir (*Uncaria gambir*, Roxb). Tesis sarjana Pertanian Univ. Andalas. Padang. 61 hlm.
- Sabir A. 2005. Aktifitas antibakteri flavonoid propolis *Trigona sp* terhadap bakteri *Streptococcus mutans* (in vitro). Bagian Konservasi gigi. FKG. Univ Hasanuddin. Makasar 38(3): 135-141.
- Sawitti MY, Mahatma dan INK Besung. 2013. Daya hambat perasan daun sambiloto terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Indonesia Medicus Veterinus* 2(2): 142-150.
- Shahabuddin dan Anshary. 2010. Uji Aktivitas Insektisida Ekstrak Daun Serai terhadap Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella*, L) di Laboratorium. *J. Agroland* 17(3): 178-183.
- Sogawa K and S Sakamura. 1987. Botanical Insecticides by Tanine and Kuersitine Active Ingradient. Kanazawa University Press. Japan.
- Sudrajat, Dwi Susanto, Djoko Mintargo. 2011. Bioekologi dan potensi senyawa bioaktif sirih hutan (*Piper aduncum*, L) sebagai sumber bahan baku larvasida nyamuk *Aedes aegypti*, L *Mulawarman Scientifie*. 10(1): 63-74.
- Suherdi. 1995. Pengaruh cara pengolahan gambir (*Uncaria gambir* Roxb) terhadap rendemen dan mutu hasil. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. No. 06-1995. Sub Balittro Solok. Hlm. 18-24.
- Yeni G, EG Said, K Syamsu dan E Mardiyati. 2014. Penentuan kondisi terbaik antioksidan dari gambir menggunakan metode permukaan respon. *Jurnal Litbang Industri* 4(1): 39-48.
- Wiratno, M Rizal dan IW Laba. 2011. Potensi Ekstrak Tanaman Obat dan Aromatik sebagai Pengendali Keong Mas. *Bul. Littro*. 22(1): 54-64.

KETAHANAN EMPAT KLON SERAIWANGI TERHADAP *Fusarium* sp, *Pestalotia* sp dan *Curvularia* sp PATOGEN PENYEBAB BERCAK DAUN

Resistance four clones of citronella grass against Fusarium sp, Pestalotia sp and Curvularia sp pathogens causing leaves spot diseases

Herwita Idris dan Nurmansyah

Kebun Percobaan Laing, Solok - Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111

Telp 0251-8321879 Faks 0251-8327010

balittro@litbang.pertanian.go.id

idrisherwita@yahoo.co.id

(diterima 24 Juni 2014, direvisi 05 Mei 2015, disetujui 21 Oktober 2015)

ABSTRAK

Penelitian ketahanan beberapa klon seraiwangi (*Andropogon nardus*) terhadap tiga jenis patogen penyebab penyakit bercak daun telah dilakukan di Kebun Percobaan Laing Solok sejak Maret sampai Desember 2012. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dalam faktorial masing-masing tiga ulangan, sebagai faktor I klon seraiwangi (G113, G115, G127 dan G132), faktor II jenis patogen (*Fusarium* sp, *Pestalotia* sp, dan *Curvularia* sp). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua klon seraiwangi yang di uji toleran terhadap serangan ketiga patogen penyebab penyakit bercak daun (*Fusarium* sp, *Pestalotia* sp dan *Curvularia* sp). Klon G132 menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap *Fusarium*, dengan intensitas serangan penyakit terendah yaitu 6,10%, dan tidak berbeda nyata dengan klon G127 (6,16%), G115 (7,67%) dan klon G113 (7,21%). Klon G127 menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap *Curvularia*, dengan intensitas serangan terendah yaitu 4,70%, tidak berbeda nyata dengan klon G132 (5,14%) dan klon G115 (5,74%). Intensitas serangan penyakit tertinggi terdapat pada klon G113 (10,13%). Klon G127 juga menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap *Pestalotia* dengan intensitas penyakit terendah yaitu 4,54%, berbeda nyata dengan klon G132 (6,70%), klon G113 (8,64%) dan klon G115 (9,45%). Penyakit bercak daun mempengaruhi pertumbuhan vegetatif terhadap tinggi, jumlah daun, jumlah anakan, produksi tera dan rendemen minyak. Total geraniol dan kandungan sitronella tertinggi diperlihatkan pada klon G115 dan G127 masing-masing (81,21 dan 47,53%) serta (80,44 dan 45,26%).

Kata kunci: *Andropogon nardus*, klon, ketahanan, penyakit bercak daun

ABSTRACT

Resistance of some clones citronella grass (*Andropogon nardus* L) against three pathogens causing leaves spot diseases was conducted in Laing Solok research station from March until December 2012. Experiments were arranged in randomized block design in factorial. The first factor was three types of pathogens (*Fusarium* sp, *Pestalotia* sp and *Curvularia* sp) and the second factor are clones of citronella grass (G113, G115, G127 and G132), and three replications. The results showed that all of clones citronella grass tested are tolerant against *Fusarium* sp, *Pestalotia* sp and *Curvularia* sp. G132 clones showed more resistance than others against *Fusarium* sp, with the lowest disease incidence 6.10%, but it was not statistically significantly with the G127 clone (6.16%), G115 clone (7.67%) and G113 clone (7.21%). G127 clone showed higher resistance against *Curvularia* sp, with the lowest disease incidence 4.70%, not significantly different with the G132 clone (5.14%), G115 clone (5.74%) and G113 clone (10.13%). G127 clone also showed higher resistance against *Pestalotia* sp with the lowest disease incidence is 4.54%, significantly different from the G132 clone (6.70%), G113 clone (8.64%) and G115 clone (9.45%). The disease have affects to plant height, number of leaves, number of tillers, herb and oil yield. The total content of geraniol and highest sitronellal shown in G115 clones and G127 (81.21 and 47.53%) and (80.44 and 45.26%) respectively.

Key words: *Andropogon nardus*, clone, resistance, leaves spot disease

PENDAHULUAN

Seraiwangi (*Andropogon nardus* L) merupakan tanaman penghasil minyak atsiri, yang dikenal dengan nama Java citronella oil, telah menjadi komoditi ekspor sejak dahulu. Data BPS (2006) mengatakan bahwa rata-rata volume ekspor minyak seraiwangi Indonesia berkisar antara 100-150 t th⁻¹ (BPS, 2006). Di Indonesia tanaman seraiwangi sudah lama dikenal, namun pengembangannya masih terkendala, hal ini disebabkan terbatasnya ketersediaan varietas unggul, sehingga petani masih memakai varietas lokal yang produktifitasnya relatif rendah dan mutu minyak yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar ekspor. Selain itu serangan penyakit daun dinilai juga memiliki andil dalam penurunan produktifitas tanaman dan mutu minyak seraiwangi. Jenis patogen yang cukup penting menyerang tanaman seraiwangi adalah *Fusarium* sp, *Pestalotia* sp dan *Curvularia* sp (Idris dan Nurmansyah, 2014). *Fusarium* sp dengan gejala serangan berbentuk lurik panjang warna kemerahan dengan persentase serangan 20-30%, Bentuk gejala serangan *Pestalotia* sp adalah bercak agak membulat warna kecoklatan dengan intensitas serangan di dataran tinggi (Alahan Panjang) 13,54% lebih rendah dibanding dataran menengah (Kota Solok) 26,44%, sedangkan *Curvularia* sp gejala serangannya seperti bercak warna merah dengan persentase serangan 15-28% (Suryani dan Nurmansyah, 2013; Idris dan Nurmansyah, 2014). Akibat serangan berat oleh cendawan *Fusarium* sp, dapat menurunkan rendemen minyak sebesar 54,81% dan menurunkan kualitas minyak dalam hal ini kandungan sitronella dan geraniol (Idris dan Nurmansyah, 1997).

Minyak seraiwangi banyak digunakan dalam berbagai industri parfum, kosmetik, makanan, minuman dan obat-obatan (Rosman, 2012). Minyak seraiwangi juga dapat digunakan sebagai bahan pestisida nabati untuk pengendalian hama dan penyakit tanaman, diantaranya ekstrak daun seraiwangi dilaporkan

efektif terhadap serangga penggerek buah dan busuk buah kakao (Nurmansyah, 2010; Nurmansyah (2011a), hama pengorok daun bawang (Suryaningsih, 2006), dan rayap tanah (Latumahina, 2010). Disamping itu Shahabuddin dan Anshary (2010) juga telah melakukan pengujian ekstrak seraiwangi untuk pengendali ulat daun kubis yang dapat menyebabkan mortalitas sebesar 66,67% dengan daya hambat makan sebesar 82,66%. Samarasekara *et al.* (2006) mengatakan bahwa ekstrak seraiwangi dapat mengendalikan lalat rumah *Musca domestica*.

Kandungan utama minyak seraiwangi adalah sitronella 32-45%, geraniol 10-12%, geraniol acetat 3-8% dan seskuiterpen dalam jumlah sedikit serta senyawa lainnya (Masada, 1976 dalam Daswir dan Kusuma, 2006). Di dalam minyak seraiwangi juga terdapat methylheptanon yang bersifat penolak serangga (Soetrisno, 1972). Sitronella merupakan penyebab aroma utama pada minyak seraiwangi, sehingga minyak seraiwangi dengan kadar sitronella yang tinggi lebih disukai konsumen. Standar ekspor kandungan sitronella dan geraniol 35 dan 85% (Ditjenbun, 2007). Serangan penyakit dapat terjadi pada semua tanaman budidaya dan tanaman yang belum diketahui nilai ekonominya, hal ini disebabkan karena sangat banyak patogen yang berpeluang menimbulkan penyakit. Natawigena (1988) berpendapat bahwa sekecil apapun gejala penyakit di lapangan mesti dikendalikan lebih dini karena perkembangan patogen relatif sangat cepat.

Sampai saat ini belum banyak dilaporkan mengenai serangan penyakit pada tanaman seraiwangi, demikian juga dengan klon-klon seraiwangi yang tahan terhadap serangan penyakit daun, oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian mengenai respon serta ketahanan beberapa klon seraiwangi terhadap patogen *Fusarium* sp, *Pestalotia* sp dan *Curvularia* sp penyebab penyakit bercak daun pada tanaman seraiwangi, sebagai dasar untuk mencari teknologi pengendalian yang efektif dan efisien.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Laing Solok Sumatera Barat Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, pada ketinggian tempat 460 m dpl sejak Maret sampai Desember 2012. Bahan tanaman yang digunakan adalah empat klon seraiwangi yaitu G113, G115, G127 dan G132 yang merupakan koleksi KP Laing Solok. Isolat *Fusarium* (F05), *Curvularia* (C03) dan *Pestalotia* (P03), di peroleh dari hasil isolasi dari tanaman seraiwangi yang terserang penyakit bercak daun di KP Laing Solok.

Penelitian dilakukan dengan menanam seraiwangi yang diuji pada polibag berdiameter 45 cm dengan media tumbuh tanah andosol dan pupuk kandang (3:1), diaduk rata dan masing-masing kantong diisi 5 kg. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial. Sebagai faktor pertama adalah klon seraiwangi (klon G113, G115, G127 dan G132). Sebagai faktor ke dua adalah jenis patogen (*Fusarium sp*, *Curvularia sp* dan *Pestalotia sp*), masing-masing dengan tiga ulangan, dan masing-masing perlakuan terdiri dari lima tanaman.

Untuk pengujian ketahanan dilakukan dengan cara inokulasi buatan menggunakan suspensi konidia yang sudah diperbanyak dalam media Agar Kentang Dekstrosa. Untuk menjaga kelembapan sebelum inokulasi tanaman disemprot dengan air terlebih dahulu. Suspensi konidia yang digunakan berumur tujuh hari pada cawan petri, selanjutnya ditambahkan akuades steril sebanyak 10 ml setiap cawan, lalu digores dengan jarum ose steril ke permukaan koloni yang menyebabkan konidia terlepas, selanjutnya diatur kepekannya menjadi 10^6 konidia ml^{-1} . Suspensi konidia yang diperoleh diinokulasikan/ disemprotkan ketanaman seraiwangi sampai menetes sesuai dengan klon yang akan di uji. Inokulasi dilakukan setelah tanaman berumur empat minggu di dalam polibag. Parameter yang diamati meliputi, kejadian penyakit, persentase luas serangan (P) dengan menggunakan rumus (Natawigena, 1988):

$$P = \frac{\text{Jumlah daun terserang}}{\text{Jumlah daun yang diamati}} \times 100\%$$

Ketahanan tanaman dihitung berdasarkan Intensitas Penyakit (IP) dengan lima kategori berdasarkan Idris dan Nurmansyah (1997) yaitu tahan (IP <3%), toleran IP, 3-10%), agak rentan (IP >11-25%), rentan (IP 26-50%), dan sangat rentan (IP >50%). Nilai Intensitas penyakit dihitung menggunakan rumus yang diusulkan oleh Natawigena (1988).

$$IP = \sum \frac{N \times v}{N \times V} \times 100\%$$

Keterangan/Note:

- IP = Intensitas serangan penyakit/intensity of disease
- n = jumlah daun terserang/leave damages
- v = nilai skoring kategori serangan/score value of damage
- N = jumlah daun yang diamati/total leave of observation
- V = nilai skoring tertinggi/higher of score value

Pengamatan dilakukan satu minggu setelah inokulasi terhadap kejadian penyakit dan intensitas penyakit dengan interval pengamatan satu kali dua minggu begitu juga pengamatan terhadap tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah daun sampai tanaman umur enam bulan. Serta pengamatan terhadap ukuran stomata, produksi terna, rendemen minyak dan kualitas minyak seraiwangi yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua klon seraiwangi yang di uji (klon G113, G115, G127 dan G132), toleran terhadap serangan ketiga patogen penyebab penyakit bercak daun (*Fusarium sp*, *Curvularia sp* dan *Pestalotia sp*). Secara statistik klon G127 menunjukkan intensitas serangan penyakit terendah, tidak berbeda nyata dengan klon G132, tetapi berbeda nyata dengan klon G115 dan G113, dengan intensitas serangan penyakit rata-rata dari ketiga patogen masing-masing adalah Klon G127 (5,13%), G132 (5,98%), klon G115 (7,62%) dan tertinggi klon G113 (8,73%) (Tabel 1).

Interaksi antara klon dan patogen menunjukkan bahwa klon yang sama dapat memberikan respon yang berbeda terhadap ketiga patogen. Reaksi klon berbeda terhadap ke 3 patogen. Intensitas serangan klon G 113 terhadap ke 3 patogen berbeda yaitu 7,21; 10,13 dan 8,84% masing-masing terhadap *Fusarium* sp, *Curvularia* sp, dan *Pestalotia* sp. Tingkat serangan *Fusarium* sp dan *Pestalotia* sp tidak berbeda nyata tetapi berbeda nyata dengan tingkat serangan *Curvularia* sp (Tabel 1). Klon G132 menunjukkan ketahanan yang lebih tinggi terhadap *Fusarium* sp, hal ini terlihat pada intensitas serangan penyakit terendah dibandingkan klon lainnya yaitu 6,10%, berdasarkan analisa statistik tidak berbeda nyata dengan klon G127 (6,16%), klon G115 (7,67%) dan klon G113 (7,21%). Klon G127 menunjukkan ketahanan yang lebih tinggi terhadap *Curvularia* sp, dengan intensitas serangan terendah yaitu 4,70%, tidak berbeda nyata dengan klon G132 (5,14%) dan klon G115 (5,74%). Intensitas serangan penyakit tertinggi terdapat pada klon G113 (10,13%). Klon G127 juga menunjukkan ketahanan yang lebih dari klon lain terhadap *Pestalotia* sp dengan intensitas penyakit terendah

yaitu 4,54%, dan berbeda nyata dengan klon G132 (6,70%), klon G113 (8,84%) dan intensitas serangan tertinggi terdapat pada klon G115 (9,45%) (Tabel 1).

Tingkat patogenisitas dari ketiga patogen terhadap ke empat klon seraiwangi yang di uji terhadap *Pestalotia* sp, menunjukkan bahwa persentase dan intensitas serangan penyakit tertinggi yaitu 21,58 dan 7,39%, diikuti *Fusarium* sp 19,50 dan 6,78% serta terendah serangan *Curvularia* sp 19,11 dan 6,43%. Adanya perbedaan ini disebabkan kemampuan dari patogen dalam melakukan penetrasi dan menginvasi ke dalam jaringan tanaman berbeda (Hemingway, 1957 dalam Yudiwanti, 2007) (Tabel 1). Selain itu kandungan metabolit sekunder seperti sitronella, geraniol dan unsur lainnya yang terkandung dalam tanaman seraiwangi diketahui bersifat antifungal akan berpengaruh terhadap invasi patogen ke dalam jaringan tanaman, sehingga tanggap masing-masing klon seraiwangi terhadap serangan patogen juga akan berbeda. Nakahara *et al.* (2003), melaporkan bahwa dalam minyak seraiwangi terdapat komponen sitronella, linalool, α pinen, β pinen, menthone, geraniol, sitral dan

Tabel 1. Kejadian dan intensitas penyakit bercak daun pada berbagai klon seraiwangi setelah diinokulasi *Fusarium* sp, *Curvularia* sp dan *Pestalotia* sp (tanaman umur enam bulan).
Table 1. Percentage disease incidence and disease severity intensity symptom of leaf bligh at some clones of citronellal grass after inoculation of *Fusarium* sp, *Curvularia* sp and *Pestalotia* sp (six months after planting).

Perlakuan	Klon				Rata-rata
	G113	G115	G127	G132	
1. Kejadian penyakit					
<i>Fusarium</i> sp	20,33 abc	20,67 abc	19,16 bc	17,86 c	19,50
<i>Curvularia</i> sp	24,55 a	18,22 c	17,10 c	16,60 c	19,11
<i>Pestalotia</i> sp	23,19 ab	24,32 a	16,41 c	22,42 ab	21,58
Rata-rata	22,69 a	21,07 ab	17,56 c	18,96 bc	
2. Intensitas penyakit					
<i>Fusarium</i> sp	7,21 cd	7,67 bcd	6,16 def	6,10 def	6,78
<i>Curvularia</i> sp	10,13 a	5,74 def	4,70 ef	5,14 ef	6,43
<i>Pestalotia</i> sp	8,84 abc	9,45 ab	4,54 f	6,70 de	7,39
Rata-rata	8,73 a	7,62 b	5,13 c	5,98 c	
Kategori Ketahanan	Toleran	Toleran	Toleran	Toleran	
KK (%)	12,51	14,19			

Keterangan/Note : Angka diikuti huruf yang sama pada tiap kolom dan baris tidak berbeda nyata menurut DMRT 5%/The numbers followed by the same letter in the same column and row are not significantly different according the DMRT 5%.

terpen yang mempunyai potensi sangat besar sebagai antifungal.

Adanya perbedaan ketahanan dari masing-masing klon terhadap serangan ketiga patogen, disebabkan oleh berbagai faktor antara lain struktur dari sel seperti; jumlah, ukuran panjang dan lebar dari stomata serta senyawa metabolit sekunder seperti sitronella, geraniol dan zat lain yang terkandung di dalam sel tanaman dari masing-masing klon. Adapun jumlah dan ukuran stomata pada daun klon G113 relatif tinggi, hampir sama dengan klon G127 dan klon G132, namun ukurannya paling lebar dibanding klon lainnya (Tabel 2). Stomata dalam setiap tanaman akan mempengaruhi inhibisi cairan ke dalam jaringan tanaman, semakin banyak jumlah stomata dan semakin besar ukurannya akan semakin mempermudah penetrasi patogen ke dalam jaringan tanaman seraiwangi. Sempitnya pembukaan stomata berperan sebagai mekanisme pertahanan struktural (Yudiwanti, 2007).

Ketahanan tanaman terhadap patogen secara umum dibedakan atas ketahanan mekanik dan biokemis. Ketahanan mekanik misalnya struktur lobang alami (stomata, lenti sel dan hidatoda), tebal kutikula, terbentuknya lapisan gabus dan lignifikasi dinding sel. Ketahanan biokemis melibatkan senyawa-senyawa seperti fenol, fitoaleksin dan guinon (Mahrotra, 1980).

Tabel 2. Jumlah dan ukuran stomata pada bagian bawah daun masing-masing klon seraiwangi.
Table 2. Stomata density of lower leaf surface of each citronela grass clone.

Klon	Stomata (bagian bawah)		
	Jumlah mm ⁻²	Ukuran (µm)	
		Panjang	Lebar
G 113	134,40±11,31	9,00±0,89	5,00±0,71
G 115	118,00±14,31	12,00±0,26	3,40±0,45
G 127	137,60±8,76	6,20±0,45	4,50±0,50
G 132	136,80±23,73	10,80±1,10	4,40±0,55

Ketahanan suatu klon atau varietas tanaman terhadap serangan penyakit tercermin pada keadaan struktur jaringannya dan perubahan-perubahan kimiawi yang terdapat di

dalam sel-selnya (Brammall and Higin, 1988). Salah satu senyawa kimia yang terlibat dalam pertahanan tanaman terhadap serangan patogen adalah senyawa fenolik yang dapat dioksidasi oleh enzim peroksidase.

Hasil pengamatan pertumbuhan vegetatif terhadap tinggi, jumlah daun dan jumlah anakan, menunjukkan bahwa tanggap dari masing-masing klon terhadap serangan ke tiga patogen memperlihatkan pengaruh yang berbeda-beda. (Tabel 3).

Kurangnya pertumbuhan pada klon G113 disebabkan oleh persentase dan intensitas daun terserang paling tinggi, sehingga pertumbuhan jadi terhambat, hal ini senada dengan apa yang dikemukakan Nurmansyah (2011b), bahwa makin tinggi tingkat serangan *Synchytrium pogostemonis* pada tanaman nilam menyebabkan pertumbuhan tanaman makin terhambat.

Produksi terna tertinggi terdapat pada klon G115 sebesar 134,45 g dan tidak berbeda nyata dengan klon G127 dengan produksi 129,26 g, produksi terendah terdapat pada klon G132 dengan produksi 85,52 g (Tabel 4). Hasil yang sama dikemukakan Suryani dan Nurmansyah (2013) dari hasil penelitian lapang di KP Laing Solok, menyatakan klon G113 memiliki produksi terendah yaitu 312,38 g rumpun⁻¹ dan klon G115 memiliki produksi tertinggi yaitu 369,25 rumpun⁻¹.

Rendemen minyak tertinggi terdapat pada klon G 127 yaitu 1,19% diikuti klon G115 1,12%, klon G132 1,11% dan terendah pada klon G 113 sebesar 0,90% (Tabel 4). Jika dibandingkan dengan kontrol terdapat perbedaan yang nyata. Rendahnya rendemen pada klon G113 diduga karena pengaruh intensitas serangan penyakit yang relatif tinggi dibanding klon lainnya, hal yang sama dikemukakan oleh Idris dan Nurmansyah (1997), akibat serangan *Fusarium sp* dengan tingkat intensitas serangan sangat berat dapat menurunkan rendemen minyak seraiwangi 54,81%. Hasil penelitian ini hampir sama dengan yang dikemukakan Suryani dan Nurmansyah (2013), bahwa rendemen minyak tertinggi pada

Tabel 3. Tinggi tanaman, jumlah anakan serta jumlah daun pada berbagai klon seraiwangi setelah inokulasi *Fusarium* sp, *Pestalotia* sp dan *Curvularia* sp (tanaman umur enam bulan).

Table 3. Plant height, number of tillers and number of leaves at four clones citronela grass after inoculation of *Fusarium* sp, *Curvularia* sp and *Pestalotia* sp (six months after planting).

Patogen	Klon							
	G 113		G 115		G 127		G 132	
Tinggi tanaman 6 (BST)	Tinggi	Penekanan %	Tinggi	Penekanan %	Tinggi	Penekanan %	Tinggi	Penekanan %
<i>Fusarium</i> sp	121,36 bc	15,96	124,59 b	5,47	135,36 a	14,16	111,41 cd	12,10
<i>Curvularia</i> sp	126,09 b	12,68	121,81 bc	7,58	135,36 a	15,93	111,41 cd	12,10
<i>Pestalotia</i> sp	116,57 c	19,27	127,88 ab	2,97	136,40 a	13,50	109,25 d	13,81
Tanpa patogen (Kontrol)	144,40	0,0	131,80	0,0	157,68	0,0	126,75	0,00
KK CV (%)	6,84							
Jumlah daun 6 (BST)	(buah).....							
<i>Fusarium</i> sp	42,25 f	52,66	87,75 bc	15,22	80,25 c	28,98	79,50 cd	25,87
<i>Curvularia</i> sp	80,75 c	9,52	89,00 c	14,01	107,25 a	5,09	43,33 f	59,60
<i>Pestalotia</i> sp	63,75 e	28,57	76,75 d	25,85	85,00 bc	24,78	84,5 bc	21,21
Tanpa patogen (Kontrol)	89,25	0,0	103,5	0,00	113,00	0,0	107,25	0,0
KK CV %	11,66							
Jumlah Anakan 6 (BST)	(buah).....							
<i>Fusarium</i> sp	14,17 d	27,15	18,36 b	31,65	16,11 c	43,07	9,78 g	46,62
<i>Curvularia</i> sp	16,09 c	17,27	18,47 b	31,27	22,27 a	21,31	18,01 b	1,69
<i>Pestalotia</i> sp	12,40 e	36,25	18,49 b	31,16	17,18 bc	39,29	10,42 f	43,12
Tanpa patogen (Kontrol)	19,45	0,0	26,86	0,0	28,30	0,0	18,32	0,0
KK CV %	26,90							
Keterangan/Note	BST : bulan setelah tanam/months after planting Angka diikuti huruf yang sama pada tiap kolom dan baris yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT (The numbers followed by the same letter in the same column and row are not significantly different according to the DMRT 5%).							

Tabel 4. Produksi terna dan rendemen minyak pada empat klon seraiwangi setelah inokulasi *Fusarium* sp, *Pestalotia* sp dan *Curvularia* sp (tanaman umur enam bulan).

Table 4. Production of fresh rendament oil at four clones citronela grass after inoculation of *Fusarium* sp, *Curvularia* sp and *Pestalotia* sp (six months after planting).

Klon/Patogen	Klon							
	G 113		G 115		G 127		G 132	
Produksi terna/ rumpun (g)	Produksi terna (g)	Rendemen %	Produksi terna (g)	Rendemen %	Produksi terna (g)	Rendemen %	Produksi terna (g)	Rendemen %
<i>Fusarium</i> sp	97,76 de	0,91	134,33 b	1,12	145,83 a	1,19	85,24 e	1,11
<i>Curvularia</i> sp	108,33 cd	0,90	144,17 ab	1,02	143,33 ab	1,09	85,42 e	1,09
<i>Pestalotia</i> sp	97,22 de	0,92	124,86 c	1,12	98,61 d	1,10	85,89 e	1,10
Tanpa patogen (Pembanding +)	116,67	1,40	150,56	1,18	175,00	1,23	152,08	1,43
KK CV %	12,47							

Keterangan/Note: Angka diikuti huruf yang sama pada tiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5% (The numbers followed by the same letter in the same column and row are not significantly different according to DMRT 5%).

penanaman seraiwangi di dataran sedang KP Laing Solok terdapat pada klon G127 yaitu 1,21%.

Hasil analisa sitronella dan total geraniol didapat bahwa klon G115 mengandung kadar sitronella dan geraniol tertinggi dibanding klon lainnya yaitu berkisar antara 46,70-48,00% dan total geraniol berkisar antara 80,10-87,27%. Klon yang mengandung sitronella dan geraniol

terendah terdapat pada klon G113 dengan kandungan sitronella 40,44-45,67% dan total geraniol 78,50-80,56% (Tabel 5).

Hasil penelitian ini sejalan dengan Suryani dan Nurmansyah (2013) yang mendapatkan total geraniol terendah pada klon G113 di KP laing Solok yaitu 80,50%. Klon G132 memperlihatkan total geraniol tertinggi yaitu 86,48%. Semua klon

Tabel 5. Total geraniol dan sitronellal pada berbagai klon seraiwangi setelah inokulasi *Fusarium sp*, *Pestalotia sp* dan *Curvularia sp* (tanaman umur enam bulan).Table 5. Total geraniol and citronellal on four clones citronellal grass after inoculation of *Fusarium sp*, *Pestalotia sp* and *Curvularia sp* (six months after planting).

Perlakuan	Klon							
	G 113		G 115		G 127		G 132	
	Sitronella (%)	Geraniol (%)	Sitronella (%)	Geraniol (%)	Sitronella (%)	Geraniol (%)	Sitronella (%)	Geraniol (%)
<i>Fusarium sp</i>	45,65	80,56	47,89	87,27	44,34	81,12	45,53	81,50
<i>Curvularia sp</i>	40,44	78,50	48,00	80,10	46,20	80,40	46,20	80,40
<i>Pestalotia sp</i>	45,60	79,49	46,70	81,25	46,20	80,40	38,60	80,05
Jumlah	131,69	238,55	142,59	246,62	136,74	241,92	130,33	241,95
Rata-rata	43,90	79,52	47,53	82,87	45,58	80,64	43,44	80,65

memiliki kadar sitronella yang memenuhi standar ekspor, namun dari total geraniol masih rendah untuk semua perlakuan, hal ini kemungkinan ada pengaruh dari serangan patogen ataupun pengaruh lingkungan abiotis lainnya. Adapun standar mutu ekspor sitronella minimal adalah 35% dan total geraniol minimal 85% (Daswir dan Kusuma, 2006).

KESIMPULAN

Empat klon seraiwangi yaitu klon G113, G115, G127 dan G132, toleran terhadap serangan bercak daun yang disebabkan oleh *Fusarium sp*, *Pestalotia sp* dan *Curvularia sp*. Klon G132 menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap *Fusarium sp*. Klon G127 menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap *Curvularia sp*, dan *Pestalotia sp*. Total geraniol dan kandungan sitronella tertinggi diperlihatkan pada klon G115 dan G127 masing-masing 81,21 dan 47,53% untuk geraniol serta 80,44 dan 45,26% untuk sitronella.

DAFTAR PUSTAKA

- Brammall RA and VJ Higgins. 1988. A. Histological comparison of fungal colonization in tomato seedling susceptible or resistant to *Fusarium crown and root rot disease*. *Can. J. Bot.* 66: 915-925.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2006. Statistik Ekspor. Biro Pusat Statistik, Jakarta. Hlm. 200-205.
- Daswir dan Kusuma I. 2006. Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat. *Jurnal Littri*. 17(1): 12-22.
- Ditjenbun (Direktorat Jenderal Perkebunan). 2007. Statistik Perkebunan. Direktorat Jendral Perkebunan. Jakarta. 63 hlm.
- Idris H dan Nurmansyah. 1997. Efek Serangan *Fusarium sp* terhadap Rendemen dan Sifat Fisika Kimia Minyak Seraiwangi Risalah Kongres Nasional XIII dan Seminar Ilmiah PFI. Mataram. Hlm. 286-289.
- Idris H dan Nurmansyah. 2014. Identifikasi dan Karakterisasi Patogen Penyebab Penyakit Bercak Daun pada Tanaman Seraiwangi di Sumatera Barat. Prosiding Konfrensi Nasional Minyak Atsiri 2013. 06-08 Nopember 2013. Padang. Hlm. 44-52.
- Latumahina. 2010. Efektifitas Insektisida Nabati Seraiwangi (*Andropogon nardus* L) terhadap Rayap Tanah (*Mactotermes gilvus*, hagen) pada Tegakan Tusam dalam Kawasan Hutan Lindung Gunung Nona kota Ambon. <http://latumahinaforester.blogspot.com/2010/05/efektivitas-insektisida-nabati-serai.html> 23 Desember 2014.
- Mahrotra RS. 1980. Plant Pathology. Tata Mc Raw Hill Publishing Co. Ltd. New Delhi. pp. 159-183.
- Nakahara K, NS Alzoreky, T Yoshihashi, HTT Nguyen and G Trakoontivakorn. 2003. Chemical Composition and Antifungal Activity of Essential Oil from *Cymbopogon nardus* (*Citronella grass*). *JARQ* 37(4): 249-252.
- Natawigena H. 1988. Dasar-dasar Perlindungan Tanaman. Fakultas Pertanian Univ. Padjadjaran. Bandung. 118 hlm.
- Nurmansyah. 2010. Efektivitas Minyak Seraiwangi dan Fraksi Sitronellal terhadap Pertumbuhan Jamur *Phytophthora palmivora* penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao. *Bul. Litro*. 21(1): 43-52.

- Nurmansyah. 2011a. Efektifitas Pestisida Nabati Seraiwangi (*Cymbopogon nardus*) terhadap Hama Pengisap Buah Kakao *Helopeltis antonii*. *Bul. Littro*. 22(2): 205-213.
- Nurmansyah. 2011b. Pengaruh Penyakit Budok terhadap Produksi Tanaman Nilam. *Bul. Littro*. 22(1): 65-73.
- Rosman R. 2012. Kesesuaian Lahan dan Iklim Tanaman Seraiwangi. Bunga Rampai Inovasi Tanaman Atsiri Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. Jakarta. Hlm. 65-70.
- Shahabuddin dan Anshary. 2010. Uji Aktivitas Insektisida Ekstrak Daun Serai terhadap Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella* L) di Laboratorium. *J. Agroland* 17(3): 178-183.
- Samarasekara R, KS Kalhari, and IS Weerasinghe. 2006. Insecticidal activity of essential oil of Ceylon *Cinnamomum* and *Cymbopogon* species against *Musca domestica*. *Essential Oil Research*. 18: 352-354.
- Soetrisno R. 1972. *Ichtsar Farmakognosi*. Edisi III. Tunas Harapan Djakarta. 186 hlm.
- Suryani E dan Nurmansyah. 2013. Penampilan Beberapa Klon Unggul Seraiwangi pada Dua Agroekologi Berbeda di Sumatera Barat. *Bul. Littro*. 24(2): 73-78.
- Suryaningsih E. 2006. Pengendalian Lalat Penggorok Daun pada Tanaman Kentang Menggunakan Pestisida Biorasional Dirotasi dengan Pestisida Sintetik Secara Bergiliran. *J. Hort*. 16(30): 229-235.
- Yudiwanti. 2007. Pengaruh Antagonis Stomata terhadap Ketahanan pada Penyakit Bercak Daun dan Daya Hasil pada Kacang Tanah. Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi Pemuliaan Tanaman, 1-2 Agustus 2006. Departemen Agronomi dan Hortikultura Faperta IPB. Bogor. Hlm. 329 – 334.

PENGKAJIAN USAHATANI INTEGRASI SERAIWANGI-TERNAK SAPI

Assessment of integrated farming of lemon grass and cow

Ermianti, Ekwasita Rini Pribadi dan Agus Wahyudi

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111
Telp 0251-8321879 Faks 0251-8327010
balittro@litbang.pertanian.go.id
erfaz99@yahoo.com

(diterima 15 Januari 2015, direvisi 29 Mei 2015, disetujui 11 Juni 2015)

Sistem usahatani integrasi seraiwangi-ternak sapi dapat meningkatkan nilai tambah, menjamin kelestarian sumber daya alam, meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani. Penelitian bertujuan untuk mengkaji sistem usahatani seraiwangi-ternak sapi yang dilakukan di Kebun Percobaan Manoko Lembang, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Indonesia pada April 2014. Parameter yang diamati meliputi; produksi seraiwangi, ampas hasil penyulingan minyak seraiwangi, minyak seraiwangi, kotoran sapi, harga sapi dan produksi susu sapi. Data dianalisa menggunakan analisis *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (B/C) rasio dan *Internal Rate of Return* (IRR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem usahatani seraiwangi-ternak sapi layak diusahakan dan memberi keuntungan ganda kepada petani. Untuk usahatani seraiwangi dengan total produksi sebanyak 270.000 kg ha⁻¹ (=1.755 liter minyak seraiwangi), @ Rp 500,- kg⁻¹ basah dengan DF 15% per tahun, memberikan NPV sebesar Rp 37.462.817,-, B/C rasio = 1,44 dan IRR = 35,96%. Penyulingan minyak seraiwangi berbahan bakar kayu dengan harga minyak Rp 170.000,- liter⁻¹, memberikan NPV sebesar Rp 38.947.118,-, B/C Rasio 1,28 dan IRR 29,45%. Sedangkan dengan memakai biogas memberikan NPV, B/C Rasio dan IRR lebih tinggi, masing-masing Rp 64.575.654,-, 1,55 dan 36,27%. Limbah penyulingan daun seraiwangi yang dihasilkan sekitar 44.797 kg ha⁻¹ tahun⁻¹, ini dapat digunakan sebagai pakan 5-6 ekor sapi. Untuk budidaya ternak sapi, memberikan NPV Rp 61.302.125,-, B/C Rasio 1,42 dan IRR 42,60 % selama 6 tahun.

Kata kunci: pengkajian, usahatani, integrasi, seraiwangi-ternak sapi

ABSTRACT

Farming integration system of crops and livestock has a good prospect conserves natural resources, improve productivity and farmer income. A study to assess the model integration citronella-cattle was done in Manoko Research Station of Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute in April 2014. The parameters observed were citronella production, dregs production of citronella oil refining, production of essential oils, cow dung and milk production. Feasibility of farming based on NPV, IRR and B/C ratio. The study showed that integration citronella crop farming and cattle gave positive value added in the form of cow dung as a fine compost, thus reducing the cost of purchasing manure and produce biogas as a substitute elpigi gas for cooking. Average production of citronella leaves until the age of six years, as many as 270,000 kg ha⁻¹ year⁻¹ (1,755 liter of oil citronella) and the price of Rp 500, - kg⁻¹ with DF 15% year⁻¹, giving NPV of Rp 37,462,817, -, IRR 35.96% and B/C ratio 1.44. Citronella oil refining wood-fired and oil price Rp 170,000, - liter⁻¹, giving NPV Rp 38,947,118, -, B/C of 1.28 and 29.5% IRR. Distillation using biogas fuel generating higher revenues than refining the fuel wood, which was Rp 64,575,654,- B/C ratio 1.55 and 36.27% of IRR. Residue of the distillation of citronella leaves produced as mani as 44,797 kg ha⁻¹ year which can be used as feed 5-6 cows, after six years of maintenance of the dairy cow gave a NPV Rp 61,302,125,-, B/C ratio 1.42 and 42.62% of IRR.

Key words: *Assessment, farming, integration, lemon grass-cow*

PENDAHULUAN

Sistem usahatani di Indonesia pada umumnya adalah polikultur. Satu rumah tangga

tani mengusahakan berbagai jenis usaha dengan basis utama tanaman pangan dan ternak yang berkembang menjadi sistem integrasi usahatani ternak dan pangan (Rohaeni *et al.*, 2006).

Kemudian disusul pengembangan integrasi ternak sapi dengan tanaman perkebunan, yaitu kelapa sawit (Batubara, 2003). Keuntungan sistem integrasi tanaman dan ternak adalah (1) diversifikasi penggunaan sumberdaya, (2) mengurangi resiko usaha, (3) efisiensi penggunaan tenaga kerja, (4) efisiensi penggunaan input, (5) mengurangi ketergantungan energi kimia, (6) ramah lingkungan, (7) meningkatkan produksi dan (8) pendapatan petani (Handaka *et al.*, 2009).

Ciri utama integrasi tanaman-ternak, yaitu adanya sinergisme atau keterkaitan yang saling menguntungkan antara tanaman dan ternak yang memberikan nilai tambah optimal. Tanaman semusim atau tanaman tahunan menghasilkan produk utama dan juga menghasilkan produk samping berupa limbah pertanian yang dengan cara sederhana dapat diubah menjadi pakan ternak (Badan Litbang Pertanian, 2000). Sistem integrasi ternak dengan tanaman pangan mampu menjamin keberlanjutan produktivitas lahan melalui kelestarian sumber daya alam yang ada. Sistem ini dikenal sebagai *crop-livestock system* (CLS) dan akhir-akhir ini sudah banyak dikembangkan di berbagai negara Asia (Dwiyanto dan Haryanto, 2003).

Adanya sistem integrasi ternak dengan tanaman, petani dapat mengatasi permasalahan pakan dengan memanfaatkan limbah tanaman, baik limbah tanaman pangan maupun perkebunan yang berpotensi dalam penyediaan pakan hijau untuk ruminansia, seperti sapi, kambing dan domba. Limbah perkebunan yang telah digunakan sebagai pakan ternak antara lain limbah kelapa sawit, kakao dan tebu (Badan Litbang Pertanian, 2000). Limbah seraiwangi berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber pakan ternak setelah kandungan minyak atsirinya diambil melalui proses penyulingan.

Seraiwangi merupakan salah satu tanaman dari famili rumput-rumputan (*Graminae*) yang seluruh hasil panennya berupa daun dengan biomas yang cukup banyak (Sukamto *et al.*, 2012). Seraiwangi berperan sebagai sumber devisa dan

pendapatan petani serta penyerapan tenaga kerja. Budidaya seraiwangi di Indonesia didominasi oleh perkebunan rakyat dengan rata-rata luas tanam 20.239 ha dengan produksi minyak sebanyak 2.565 ton per tahun (Ditjenbun, 2013). Apabila limbah penyulingan digunakan sebagai pakan ternak, akan tersedia lebih kurang 394.589 ton pakan ternak setiap tahunnya. Pakan ini oleh ternak dapat ditransformasi menjadi pangan yang bermutu tinggi (daging dan susu) (Rohaeni *et al.*, 2006).

Kelebihan dari pemanfaatan limbah seraiwangi sebagai pakan ternak, selain meningkatkan ketahanan pakan terutama pada musim kemarau, juga menghemat tenaga kerja dalam mencari rumput, penggunaan pupuk buatan (anorganik) dan memperbaiki ketersediaan hara. Limbah seraiwangi mempunyai mutu lebih baik dibanding jerami karena kadar proteinnya lebih tinggi (Sukamto *et al.*, 2012) (Tabel 1).

Tabel 1. Kandungan gizi limbah seraiwangi, rumput gajah dan jerami (10% kadar air).

Table 1. Nutrient content of citronella waste grass and hay (10% moisture content).

Gizi	Limbah seraiwangi	Rumput gajah	Jerami
Protein (%)	7,00	10,19	3,93
Lemak (%)	2,35	1,64	0,87
Energi (kkg/GE/kg)	3.353,00	4.031,00	3.167,00
Serat kasar (%)	25,73	34,15	32,99
Ca (%)	0,35	0,48	1,20
P (%)	0,14	0,23	1,20
Kadar abu	7,91	11,73	22,40

Sumber/Source: Sukamto *et al.*, 2012.

Selain menghasilkan produk utama, ternak juga menghasilkan hasil samping berupa feses dan urine yang selama ini jadi masalah, tapi sekarang dengan inovasi sederhana dapat diubah menjadi kompos yang bermutu dengan nilai yang cukup tinggi. Penggunaan kompos pada lahan pertanian juga akan mendukung kelestarian lingkungan sekaligus mewujudkan *Organic Farming* yang berdaya saing tinggi (Badan Litbang Pertanian, 2000). Selain itu disamping sebagai tenaga kerja,

ternak sapi juga berfungsi sebagai tabungan yang memberikan rasa aman bagi petani pada saat kekurangan pangan/musim paceklik (Najib et al., 1997).

Atas dasar potensi di atas, di Kebun Percobaan Manoko, Lembang, Bandung telah dikembangkan model integrasi ternak dengan seraiwangi. Model pengembangan tersebut diharapkan dapat dijadikan model untuk pengembangan usaha ternak yang lebih luas pada ekosistem perkebunan seraiwangi secara terpadu yang berwawasan agribisnis untuk menunjang peningkatan produksi atsiri Indonesia dan swasembada daging, serta menciptakan petani yang mandiri (Sukamto et al., 2012).

Penelitian bertujuan untuk mengkaji usahatani integrasi seraiwangi-ternak sapi di Kebun Percobaan Manoko-Lembang, Bandung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Manoko, Lembang, Bandung pada April 2014 karena di Kebun Percobaan Manoko sudah sejak tahun 2003 melakukan usaha integrasi seraiwangi-sapi yang sekarang sudah mencapai 12 hektar dengan populasi ternak sapi dara atau sapi perah sebanyak 50 ekor. Secara geografis daerah ini terletak pada ketinggian 1.200 m dpl dengan suhu rata-rata 20,93°C dengan kelembaban 82,66%, serta curah hujan 9,466 mm tahun⁻¹

Pengumpulan data primer dilakukan dengan metode wawancara dan mencatat langsung semua data yang dibutuhkan. Data yang dikumpulkan, yaitu semua data asupan (*input*) usahatani seraiwangi, penyulingan daun segar seraiwangi, minyak seraiwangi dan budidaya sapi serta pengolahan biogas. Sedangkan data keluaran (*output*), yaitu produksi daun segar seraiwangi, produksi minyak seraiwangi, produksi limbah sisa hasil penyulingan minyak seraiwangi, produksi kotoran sapi atau pupuk kandang serta produksi anak dan susu sapi yang dihasilkan (sampai umur tanaman enam tahun). Data sekunder berupa literatur pendukung dan data statistik perkebunan

seraiwangi diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan instansi-instansi terkait.

Untuk mengetahui besar pendapatan dari usahatani integrasi seraiwangi-sapi dilakukan analisis pendapatan dengan cara tabulasi dan diuraikan secara deskriptif (Adnyana, 1989). Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \sum_{t=1}^n B_t - \sum_{t=1}^n C_t$$

Dimana/Where:

P = Pendapatan/*income*

B = Penerimaan atau nilai produksi/*production value*

C = Biaya produksi/*production cost*

Untuk mengetahui apakah usahatani integrasi seraiwangi - sapi ini menguntungkan dan layak untuk dikembangkan, maka dilakukan analisis finansial dengan rumus matematik sebagai berikut (Gettinger, 1986):

$$B/C \text{ Rasio} = \frac{\sum_{t=1}^n [R_t / (1+r)^t]}{\sum_{t=1}^n [C_t / (1+r)^t]}$$

Apabila B/C Rasio >1, maka usahatani menguntungkan dan layak diusahakan.

$$NPV = \sum_{t=1}^n (R_t - C_t) / (1+i)^t$$

Apabila: NPV >0, berarti usahatani menguntungkan dan layak diusahakan.

$$IRR = i + (i' - i'') NPV / (NPV' + NPV'')$$

Apabila IRR > Sosial Discount Rate, berarti usahatani menguntungkan dan layak diusahakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi, analisa biaya, pendapatan dan kelayakan usahatani seraiwangi dan ternak sapi

Untuk usahatani seraiwangi biaya terbesar yang harus dikeluarkan, yaitu pada tahun pertama, diantaranya untuk pembukaan lahan, pengolahan tanah, pembelian bibit dan upah pemeliharaan (penyiangan, pembumbunan dan pemupukan). Pada tahun kedua dan seterusnya, diperlukan biaya panen serta pemeliharaan. Pemupukan tanaman seraiwangi di Kebun Percobaan Manoko hanya menggunakan pupuk

kandang yang berasal dari kotoran sapi yang difermentasi melalui proses pembuatan biogas, sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya untuk pembelian pupuk buatan.

Pada tahun pertama pupuk kandang diberikan pada saat sebelum tanam dan setelah panen ke dua, masing-masing 20 t ha^{-1} , tanpa memberikan pupuk anorganik. Pemberian pupuk organik pada lahan marginal, selain dapat meningkatkan produktivitas tanaman juga merupakan salah satu komponen budidaya yang ramah lingkungan. Petani pada umumnya menanam seraiwangi pada lahan-lahan marginal dengan topografi yang beragam, mulai yang datar sampai yang berlereng secara monokultur. Produksi pada panen tahun pertama sampai tahun ke tiga meningkat, akan tetapi panen berikutnya sampai tahun ke tujuh produksi turun hampir mencapai 50%. Penurunan ini disebabkan karena dengan meningkatnya umur, rumpun tanamanpun makin ke atas, sehingga akar baru tumbuh tidak sampai mencapai tanah yang menyediakan hara, oleh karena itu produksi anakan akan segera menurun bila pembumbunan dan pemupukan tidak segera dilaksanakan (Mansyur, 1990).

Pemakaian kotoran ternak sebagai pupuk organik dapat meningkatkan kesuburan tanah yang berdampak positif pada peningkatan hasil panen, sehingga mewujudkan usaha agribisnis yang berdaya saing dan ramah lingkungan (Pamungkas dan Hartati, 2004). Kotoran sapi dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah serta meningkatkan produktivitas tanaman dengan catatan diolah atau difermentasi terlebih dahulu karena C/N kotoran sapi cukup tinggi (Anonim, 2000). Suatu bahan organik dikatakan matang dan siap di aplikasikan bila C/N sama atau kurang dari 25 (Anwar, 2003). Pemberian pupuk organik yang tepat dapat memperbaiki kualitas tanah, tersedianya air yang optimal sehingga memperlancar serapan hara, serta merangsang pertumbuhan akar (Hayati *et al.*, 2012). Hasil penelitian Rohaeni *et al.* (2006) menunjukkan bahwa, kotoran sapi yang difermentasi dapat

memperbaiki kualitas pupuk karena menurunnya kadar C/N dari 33,67 menjadi 23,40. Pupuk dari kotoran sapi sebanyak 80 zak ha^{-1} (setara $2,5 \text{ t ha}^{-1}$) meningkatkan produksi jagung pipil kering dari 5 t ha^{-1} menjadi $5,6 \text{ t ha}^{-1}$.

Seraiwangi dapat tumbuh dan dipanen sampai umur enam tahun, bahkan bisa mencapai umur sepuluh tahun, tergantung pada pemeliharaan, bibit atau varietas yang ditanam serta teknik budidaya. Seraiwangi mulai dipanen pada umur enam bulan setelah tanam dan kemudian selang waktu tiga bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panen daun segar seraiwangi pada tahun I sampai tahun IV terus naik, secara berturut-turut yaitu sebanyak lebih kurang 20.000; 44.000; 56.000 dan 60.000 kg ha^{-1} . Sedangkan produksi pada tahun ke V dan VI, mulai turun sekitar 20% tahun⁻¹, yakni masing-masing menjadi 50.000 dan 40.000 kg ha^{-1} . Total produksi selama enam tahun sebanyak 270.000 kg ha^{-1} dengan rata-rata per tahun sebanyak 45.000 kg ha^{-1} .

Hasil analisis diketahui bahwa, total biaya yang harus dikeluarkan untuk memproduksi daun segar seraiwangi selama enam tahun penanaman, sebesar Rp 67.610.592,- atau per tahun sebanyak Rp 11.268.432,- ha^{-1} . Berdasarkan pendapatan yang diterima dan biaya produksi yang dikeluarkan, diketahui harga pokok daun segar seraiwangi sebesar Rp 250,- kg^{-1} . Sedangkan harga jual yang berlaku saat penelitian dilaksanakan Rp 500,- kg^{-1} , berarti ada selisih sebesar Rp 250,- kg^{-1} dan ini merupakan keuntungan petani. Total pendapatan yang diterima oleh petani sebesar Rp 67.389.408,-, atau Rp 11.231.568,- ha^{-1} tahun⁻¹ atau sebesar Rp 935.964,- bulan⁻¹ (Tabel 2).

Hasil analisis kelayakan dengan discount factor 15%, menunjukkan bahwa usahatani tersebut memberikan keuntungan kepada petani, sehingga layak untuk di usahakan. Hal ini ditunjukkan oleh kriteria NPV (+), yaitu sebesar Rp 37.462.817,-, B/C rasio = 1,44 dan IRR = 35,96% di atas suku bunga bank yang berlaku ($15\% \text{ th}^{-1}$) (Tabel 2).

Tabel 2. Kelayakan usaha tani integrasi seraiwangi-sapi di Kebun Percobaan Manoko, Lembang, Bandung sampai umur enam tahun (2014).

Table 2. Feasibility farming system of citronella-cattle in the Manoko-Lembang Research Station until six years cows years old (2014).

Uraian	Nilai
Total Produksi (kg)	270.000,-
Harga yang berlaku (Rp kg ⁻¹)	500,-
Harga pokok (Rp kg ⁻¹)	250,-
Discount Faktor (% tahun ⁻¹)	15
Total pendapatan selama enam tahun (Rp ha ⁻¹)	67.389.408,-
Pendapatan per tahun (Rp ha ⁻¹)	11.231.568,-
Pendapatan per bulan (Rp ha ⁻¹)	935.964,-
NPV (Rp)	37.462.817,-
IRR (%)	35,96
Net B/C rasio	1,44

Rusli (2008), mengatakan bahwa kelayakan usahatani seraiwangi dengan memakai pupuk anorganik dan non integrasi memberikan NPV Rp 4. 281.273,-, IRR 25,25% dan B/C rasio 1,33 yang nilainya lebih rendah dari pada sistem integrasi. Hasil pengkajian diketahui bahwa sistem integrasi dapat meningkatkan pendapatan dan nilai B/C rasio.

Hasil penelitian Damanik (2007) dengan menggunakan varietas unggul (G1, G2, G3, G115, G127) dan menerapkan teknik budidaya anjuran selama dua tahun, memberikan produksi, pendapatan dan B/C rasio yang lebih tinggi, secara berturut-turut masing-masing, rata-rata 58,125 t th⁻¹, Rp 11.750.000,- dan 1,75. Sedangkan hasil penelitian di Kebun Percobaan Manoko, selama dua tahun rata-rata produksi hanya 32 t th⁻¹, dengan pendapatan Rp 2.544.901,- dan B/C rasio 1,19 (Lampiran 1). Data tersebut menunjukkan bahwa, produksi usahatani seraiwangi masih bisa ditingkatkan, tergantung pada varietas dan teknik budidaya yang digunakan.

Jangka waktu titik impas/Break event point (BEP) usahatani seraiwangi

Waktu titik impas BEP yaitu biaya investasi (modal) yang diperoleh dengan yang ditanamkan

sama dengan penerimaan dapat dihitung seperti berikut (Lampiran 1):

$$(\text{Rp } 7.485.099,-) + \text{Rp } 12.574.901 = \text{Rp } 5.089.802,-$$

$$\text{Satu tahun} + \frac{\text{Rp } 5.089.802,-}{\text{Rp } 12.574.901} \times 1 \text{ tahun} = 1,40 \text{ tahun atau } 1 \text{ tahun } 5 \text{ bulan}$$

Biaya usahatani Rp 7.485.099,- ha⁻¹, maka jangka WTT terjadi setelah tanaman seraiwangi berumur 1,4 tahun atau 1 tahun 5 bulan atau setelah panen ke 4, dihitung dari harga real. Untuk tahun berikutnya sampai dengan tahun ke enam, usahatani integrasi seraiwangi-ternak sapi ini menguntungkan dengan pendapatan Rp 11.231.568,- th⁻¹ atau Rp 935.964,- bulan⁻¹ (Tabel 2, Lampiran 1).

Informasi tentang taksiran jangka waktu titik impas suatu usaha sangat penting untuk mengetahui lamanya modal yang tertanam dan membandingkannya dengan usaha-usaha lain akan dapat ditentukan pilihan penggunaan modal yang paling baik. Disamping itu kriteria lain seperti NPV dan BC ratio, jika keduanya lebih besar dari 0, maka harus dipilih yang memberikan NPV atau B/C ratio positif terbesar pada perbandingan jangka waktu yang sama (Ariyoto, 1991).

Hasil analisis kelayakan dengan discount faktor 15%, menunjukkan bahwa usahatani tersebut memberikan keuntungan kepada petani sehingga layak untuk di usahakan. Hal ini ditunjukkan oleh kriteria NPV (+), yaitu sebesar Rp 37.462.817,-, B/C ratio 1,44 dan IRR = 35,96% diatas suku bunga bank yang berlaku (15% th⁻¹) (Tabel 2). Rusli (2008) mengatkan bahwa kelayakan usahatani seraiwangi dengan memakai pupuk anorganik dan non integrasi memberikan NPV Rp 4. 281.273,- dan IRR 25,25% dengan B/C rasio 1,33 nilainya lebih rendah dari sistem integrasi. Jadi, dari hasil pengkajian dapat diketahui bahwa sistem integrasi dapat meningkatkan pendapatan dan nilai B/C rasio.

Analisis biaya, produksi dan kelayakan usaha penyulingan minyak seraiwangi

Menurut Daswir dan Indra Kusuma (2007), usaha perkebunan dan penyulingan seraiwangi menguntungkan dan dapat meningkatkan pendapatan petani. Luasan usahatani yang optimum untuk seorang petani adalah 1 ha kebun monokultur seraiwangi. Sedangkan luasan skala usaha optimum perkebunan seraiwangi yaitu 10-20 ha tetapi didukung oleh satu alat penyulingan dengan kapasitas 1 ton. Di Kebun Percobaan Manoko-Lembang, Bandung dengan 12 ha kebun seraiwangi, didukung oleh satu alat penyulingan dengan kapasitas 700 kg. Jika rata-rata produksi daun segar seraiwangi per tahun sebanyak 45.000 kg ha⁻¹, untuk 12 ha harus melakukan penyulingan 2 x 1 hari.

Produksi minyak seraiwangi tergantung pada varietas, budidaya dan teknik penyulingan. Rendemen minyak yang dihasilkan menurut Damanik (2007), berkisar antara 0,60-0,70% dan menurut Risfaheri (1990), rendemen minyak seraiwangi bisa mencapai 0,80-1,20%.

1. Penyulingan minyak seraiwangi dengan memakai kayu bakar

Rendemen minyak seraiwangi yang didapat pada saat penelitian di laksanakan berkisar antara 0,60-0,70%, rata-rata 0,65%. Total produksi daun segar sebesar 270.000 kg (6 tahun), maka dihasilkan minyak seraiwangi lebih kurang 1.755 liter, dengan harga minyak seraiwangi sebesar Rp 170.000,- l⁻¹, maka diperoleh pendapatan sebesar Rp 64.070.000,- atau Rp 10.678.333,- th⁻¹ ha⁻² atau Rp 889.861,- ha⁻¹ bulan⁻², yang penyulingannya memakai kayu bakar.

Hasil analisis kelayakan, usaha penyulingan minyak seraiwangi di Kebun Percobaan Manoko dengan memakai kayu bakar menguntungkan dan layak untuk diusahakan karena NPV (+) = Rp 38.947.118,-, IRR = 29,45%, di atas suku bunga bank yang berlaku (15%/tahun) dan B/C ratio > 1 (1.28) (Tabel 3). Hasil ini lebih

tinggi dari B/C ratio hasil penelitian Rusli (2008) tentang kelayakan penyulingan seraiwangi dengan memakai pupuk an-organik yang B/C rasionya hanya sebesar 1,12.

Tabel 3. Biaya, produksi, pendapatan dan kelayakan usaha penyulingan minyak seraiwangi di Kebun Percobaan Manoko-Lembang, Bandung ha⁻¹ sampai umur enam tahun (2014).

Table 3. Costs, production, income and feasibility of citronella oil refining in Manoko-Lembang, Bandung Research Station ha⁻¹ until six years Citronella old (2014).

Uraian	Bahan bakar	
	Kayu bakar	Biogas
Produksi daun segar (kg)	270.000	270.000
Produksi minyak seraiwangi (kg)	1.755	1.755
Total biaya (Rp)	234.280.000	191.380.000
Harga minyak seraiwangi (Rp kg ⁻¹)	170.000	170.000
Total Penerimaan (Rp)	298.350.000	298.350.000
Total pendapatan (Rp)	64.070.000	106.970.000
Total pendapatan tahun ⁻¹ (Rp)	10.678.333	17.828.333
Total pendapatan bulan ⁻¹ (Rp)	889.861	1.485.694
NPV (DF 15%) (Rp)	38.947.118	64.575.654
B/C ratio	1,28	1,55
IRR (%)	29,45	36,27

2. Penyulingan minyak seraiwangi memakai bahan bakar biogas

Penyulingan minyak seraiwangi menggunakan biogas yang berasal dari kotoran sapi akan menghemat biaya sebesar Rp 150.000,- dalam satu kali penyulingan, karena kayu bakar yang dibutuhkan untuk satu kali penyulingan lebih kurang 1 m³ seharga Rp 150.000,-. Dengan demikian, untuk 270 kali penyulingan selama enam tahun menghemat biaya sebesar Rp 40.500.000,-. Pemanfaatan biogas ini akan meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani. Tabel 3 menunjukkan bahwa, pendapatan yang diperoleh oleh petani dari penyulingan minyak seraiwangi dengan biogas, lebih tinggi dibandingkan dengan memakai bahan kayu bakar, yaitu sebanyak Rp 106.970.000,- selama enam tahun atau Rp 17.828.333,- tahun⁻¹ atau Rp 1.485.694,-bulan⁻¹ ha⁻¹. Ini berarti bahwa usaha

penyulingan minyak seraiwangi dengan memakai bahan bakar biogas, lebih menguntungkan dibanding memakai kayu bakar (Tabel 3). Hasil penelitian Damanik (2007), dengan menggunakan varietas unggul (G1, G2, G3, G115, G127) dan penerapan teknologi budidaya anjuran memberikan pendapatan lebih tinggi, yaitu berkisar antara Rp 1,8-4,9 juta. Hal ini berarti, bahwa produksi daun segar dan minyak seraiwangi masih bisa ditingkatkan dengan cara menggunakan varietas unggul dengan teknologi budidaya anjuran.

Kelayakan usahatani sapi dara

Sapi yang dipelihara dalam usahatani integrasi seraiwangi-sapi, yaitu sapi betina hamil tujuh bulan atau yang dikenal dengan sapi dara dengan harga beli sebesar Rp 14 500 000,- ekor⁻¹. Untuk budidaya sapi, pengkajian dilakukan pada satu ekor sapi dara selama dua tahun pemeliharaan (Tabel 4).

Tabel 4. Biaya pemeliharaan 1 ekor sapi perah dan pendapatan dari penjualan sapi dan susu selama 2 tahun.

Table 4. Maintenance costs of dairy cow and revenues from the sale of cattle and milk cows for 2 years.

1. Biaya (Rp)	Nilai (Rp.)
a. Tahun ke-1	22.350.000,-
b. Tahun ke-2	7.650.000,-
Total biaya	30.000.000,-
2. Penerimaan dari susu sapi	
a. Tahun ke-1	13.530.000,-
b. Tahun ke-2	14.400.000,-
Total total penerimaan	27.930.000,-
3. Pendapatan selama dua tahun	
a. Susu	-2.070.000,-
b. Anak sapi umur satu bulan	1.500.000,-
c. Induk sapi setelah dua tahun pemeliharaan	11.000.000,-
Total pendapatan selama dua tahun	10.430.000,-
Total pendapatan tahun⁻¹	5.215.000,-

Limbah dari hasil penyulingan tanaman seraiwangi dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak sapi, dengan cara dirajang dan dicampur dengan ampas tahu dan konsentrat. Modal utama

yang harus dikeluarkan dalam pemeliharaan sapi, yaitu biaya pembelian induk sapi dara (Rp 14.500.000,- ekor⁻¹) dan sewa kandang (Rp 10.000,- bulan⁻¹). Biaya lain yang harus dikeluarkan, yaitu biaya pemeliharaan berupa pakan yang terdiri dari: ampas seraiwangi, ampas tahu dan konsentrat, masing-masing 10, 5 dan 2 kg untuk sekali makan. Sapi makan dua kali yaitu pagi dan sore dalam satu hari, sehingga kebutuhan pakan sapi sebanyak 600 kg limbah seraiwangi, 300 kg ampas tahu dan 120 kg konsentrat bulan⁻¹. Biaya lain yang harus dikeluarkan, berupa biaya tenaga kerja dan biaya melahirkan anak sapi.

Hasil pengkajian pemeliharaan sapi selama dua tahun, dengan total biaya sebesar Rp 30.000.000,- diperoleh pendapatan bersih sebesar Rp 10.430.000,- atau rata-rata Rp 5.125.000,-tahun⁻¹. Jika dibandingkan dengan deposito dengan tingkat suku bunga per tahun 7,5% memberikan jasa per tahun sebesar Rp 2.250.000,-. Ini menunjukkan, bahwa pemeliharaan ternak sapi dara selama dua tahun lebih menguntungkan dari pada deposito (Tabel 4). Kelayakan budidaya sapi selama enam tahun dapat dilihat pada Tabel 5.

Pada Tabel 5, diketahui budidaya sapi dara dalam integrasi seraiwangi-sapi menguntungkan dan layak untuk diusahakan karena memberikan NPV (+) = Rp 61.302.125,-, B/C rasio 1,4 dan IRR 42,60%.

Biogas kotoran sapi dan keuntungan sistem integrasi seraiwangi dan sapi

Biogas dari kotoran sapi diperoleh dari dekomposisi anaerobik dengan bantuan mikroorganisme, untuk menghasilkan gas yang sebagian besar berupa gas metan (memiliki sifat mudah terbakar) dan karbon dioksida. Proses fermentasi untuk pembentukan biogas mampu merombak bahan-bahan organik secara optimal untuk menghasilkan gas metan (Anon, 2013).

Tabel 5. Kelayakan budidaya sapi dara dalam Integrasi seraiwangi-sapi selama enam tahun.

Tabel 5. *Feasibility cultivation heifers in Integration citronella-cow for six years.*

Tahun	Biaya	Penerimaan	Pendapatan bersih	Biaya (DF 15%)	Pendapatan (DF 15%)	Pendapatan bersih (DF 15%)
1	22.350.000	15.030.000	-7.320.000	25.702.500	17.284.500	-8.418.000
2	7.650.000	25.400.000	17.750.000	10.117.125	33.591.500	23.474.375
3	22.350.000	15.030.000	-7.320.000	33.991.556	22.858.751	-11.132.805
4	7.650.000	25.400.000	17.750.000	13.379.898	44.424.759	31.044.861
5	22.350.000	15.030.000	-7.320.000	44.953.833	30.230.699	-14.723.135
6	7.650.000	25.400.000	17.750.000	17.694.915	58.751.743	41.056.829
				145.839.827	207.141.952	61.302.125

Proses pembentukan biogas di KP. Manoko dilakukan dengan cara sebagai berikut: kotoran sapi yang dihasilkan dicampur dengan air (1:1) diaduk rata sampai berbentuk lumpur, kemudian dialirkan ke dalam bak penampungan (*digester*).

Biogas akan terbentuk secara sempurna setelah lebih kurang dua minggu fermentasi, kemudian dapat dimanfaatkan untuk proses penyulingan. Digester ini harus diisi secara berkala dengan kotoran sapi, agar dihasilkan biogas yang optimal dan terus menerus. Namun pengukuran terhadap biogas yang dihasilkan dari satu hektar lahan pertanaman seraiwangi dengan pemeliharaan 5-6 ekor sapi, belum pernah dilakukan. Akan tetapi selagi proses pembuatan biogas dengan cara fermentasi kotoran sapi berjalan, biogas yang dihasilkan bisa digunakan untuk penyulingan minyak seraiwangi atau untuk memasak keperluan rumah tangga di sekitar lokasi kandang sapi dan pembuatan biogas. Di lokasi penelitian KP Manoko-Lembang, Bandung sumber biogas bisa digunakan oleh 7-10 rumah yang berada di sekitar lokasi sebagai pengganti gas LPG.

Untuk pupuk organik, kompos yang keluar dari digester ditampung dalam sebuah bak penampungan dan kemudian dijadikan kompos kering dengan cara menjemurnya di suatu ruangan terbuka yang di beri atap dengan plastik bening (UV) selama lebih kurang satu minggu.

Kendala yang dihadapi yaitu keterbatasan modal, terutama untuk membeli alat penyulingan, rumah penyulingan, gudang dan kandang sapi. Oleh karena itu untuk pengembangan usaha

integrasi ternak dan seraiwangi ini perlu koordinasi terpadu antara anggota kelompok tani atau gapoktan untuk mendapatkan modal usaha dari lembaga permodalan UKM atau Pemda setempat.

KESIMPULAN

Usahatani integrasi seraiwangi-ternak sapi, menguntungkan dan layak di usahakan karena memberikan NPV(+) = Rp 37.462.817,-, IRR = 35,96% dan B/C ratio = 1,44 lebih tinggi dari usahatani seraiwangi memakai pupuk anorganik. Pemanfaatan biogas dari kotoran sapi untuk penyulingan minyak seraiwangi lebih menguntungkan dan layak diusahakan karena memberikan pendapatan lebih tinggi dengan NPV (+) = Rp 64.575.654,-, IRR = 36,27% dan B/C rasio = 1,55. Budidaya sapi dara dalam integrasi seraiwangi-ternak sapi dengan memanfaatkan limbah penyulingan seraiwangi untuk pakan ternak, menguntungkan karena memberikan NPV (+) Rp 61.302.125,-, B/C Rasio 1,42 dan IRR 42,60%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana IMO. 1989. Analisa ekonomi dalam penelitian sistem usahatani. Latihan metodologi penelitian sistem usahatani. Badan Litbang Pertanian. Jakarta. Hlm. 1-12.
- Anon. 2000. Pembuatan kompos dari sampah organik. Liptan. LPTP Puntik Kayu. Sumatera Selatan. Hlm. 1-7.
- Anwar K. 2003. Pengelolaan dan pemanfaatan kotoran ternak dalam peningkatan produksi tanaman pangan Makalah Temu Aplikasi Paket Teknologi

- Pertanian di BPTP Kalimantan Selatan. Tanggal 8-9 Desember 2003. 16 hlm.
- Anon, 2013. Griya sampah. Cara membuat biogas dari kotoran sapi. <http://griyasampah.blogspot.com/2013/05/cara-membuat-biogas-dari-kotoran-sapi.html> Di akses; Hari Senin, 19 Mei 2014: Hlm. 1-4.
- Ariyoto. 1991. Feasibility study. Teknik Evaluasi Gagasan Usaha. Mutiara Sumber Widya Jakarta. Cetakan 5. 150 hlm.
- Badan Litbang Pertanian. 2000. Integrasi sapi di lahan pertanian (*Crop livestock production systems*). Badan Litbang.Pertanian. Jakarta. Hlm. 128-139.
- Batubara LP. 2003. Potensi integrasi peternakan dengan perkebunan kelapa sawit sebagai simpul agribisnis ruminant. *Wartazoa* 3: 83-91.
- Damanik S. 2007. Analisis usahatani seraiwangi (Studi kasus Kecamatan Gunung Halu Kabupaten Bandung Selatan). *Buletin Littri* 18(2): 203-221.
- Daswir dan Indra Kusuma. 2007. Pengembangan tanaman seraiwangi (*Andropogon nardus* Java de Jone) di Sawah Lunto Sumatera Barat. *Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat*. Puslitbangbun 15(1): 12-22.
- Ditjenbun. 2011-2013. Statistik Perkebunan Indonesia Tanaman Semusim 2011-2013. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta. 131 hlm.
- Dwiyanto K dan B Haryanto. 2003. Integrasi ternak dengan usaha tanaman pangan. Makalah disampaikan pada Temu Aplikasi Paket Teknologi di BPTP Kalimantan Selatan, 8-9 Desember 2003 di Banjarbaru.
- Gettinger JP. 1986. Analisa ekonomi proyek-proyek pertanian. Edisi kedua. Universitas Indonesia. Jakarta. 579 hlm.
- Hayati ET Mahmud dan Riza Fazil. 2012. Pengaruh jenis pupuk organik dan varietas terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai (*Capsicum annum*). Fakultas Pertanian Unsyiah, Jl. Tgk. H. Krueng Kalee, No.3, Darussalam, Banda Aceh. *Jurnal Floratek* 9(2): 1-5.
- Handaka A Hendriadi dan T Alamsyah. 2009. Perspektif pengembangan mekanisasi pertanian dalam sistem integrasi ternak-tanaman berbasis sawit, padi dan kakao. Prosiding Workshop Nasional Dinamika dan Keragaan Sistem Integrasi Ternak-Tanaman: Padi, Sawit, Kakao (In Press). Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor.
- Mansyur M. 1990. Mutu dan produksi minyak klon unggul T-ANG 1,2,3 dan 1,1,3. Prosiding Simposium I Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Buku VII; Tanaman Atsiri, Seri Pengembangan. Puslitbangtri. Bogor 13: 1062-1067.
- Najib MES Rohaeni dan Tarmudji. 1997. Peranan ternak sapi dalam sistem usahatani tanaman pangan dilahan kering. Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Buku ke II. Bogor, 18-19 November 1997. Hlm. 759-766.
- Pamungkas D dan Hartati. 2004. Peranan ternak dalam kesinambungan sistem usaha pertanian. Prosiding Seminar Nasional: Sistem Integrasi Tanaman Ternak. Denpasar 20-22 Juli 2004. Hlm. 304-312.
- Risfaheri. 1990. Pengaruh penjemuran dan pelayuan daun segar seraiwangi terhadap rendemen dan mutu minyaknya. *Pemberitaan Littri*. 15(3): 124-128.
- Rusli S. 2008. Budidaya seraiwangi. Sirkuler Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Hlm. 1-11.
- Rohaeni ES, N Amali, Sumanto, A Darmawan dan A Subhan. 2006. Pengkajian integrasi usahatani jagung dan ternak selatan. *J. Pengk. dan Pengemb. Tek. Pertanian* 9(2): 129-139.
- Sukamto, D Suheryadi dan A Wahyudi. 2012. Sistem Integrasi usahatani seraiwangi dan ternak sapi sebagai simpul agribisnis terpadu. Bunga Rampai Inovasi Tanaman Atsiri Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. Hlm. 16-20.

Lampiran 1. Biaya produksi, pendapatan dan kelahyakan usahatani seraiwangi di Kebun Percobaan Manoko, Lembanhg, Bandung (2014).
Attachment 1. Costs, production, income and feasibility farming system of lemongrass in the Experiments Station Manoko, Lembang, Bandung (2014).

Uraian	1			2			3			4			5			6		
	Satuan	Vol.	Harga satuan	Jumlah	Vol.	Harga satuan	Jumlah	Vol.	Harga satuan	Jumlah	Vol.	Harga satuan	Jumlah	Vol.	Harga satuan	Jumlah	Vol.	Harga satuan
I. Tenaga Kerja																		
Pembukaan lahan dan pengolahan tanah	Paket	1	3.000.000	3.000.000	0													
Pembuatan drainase dan lubang tanam	HOK	30	20.000	600.000	0													
Pemupukan dasar/Pukan 1	HOK	30	20.000	600.000	0													
Penanaman	HOK	30	20.000	600.000	0													
Penyulaman	HOK	3	20.000	60.000	0													
PHT	HOK	0	0	0	0													
Penyiangan, pembum-bunan dan pemupukan	HOK	100	20.000	2.000.000	200	20.000	4.000.000	200	20.000	4.000.000	200	20.000	4.000.000	200	20.000	4.000.000	200	20.000
Penen dan processing (2x)	Rp.kg ⁻¹	20.000	100	2.000.000	44.000													
Total Biaya Tenaga kerja				8.860.000			8.400.000			9.600.000			10.000.000			9.000.000		8.000.000
II. Sarana Produksi																		
- Bibit	Serpih	22.000	300	6.600.000														
- Pupuk kandang	Ton	40	50.000	2.000.000	20	50.000	1.000.000	20	50.000	1.000.000	20	50.000	1.000.000	20	50.000	1.000.000	20	50.000
Total Biaya II				8.600.000			1.000.000			1.000.000			1.000.000			1.000.000		1.000.000
III. Biaya Penyusutan				25.099			25.099			25.099			25.099			25.099		25.099
Peralatan																		
Total Biaya Penyusutan III				25.099			25.099			25.099			25.099			25.099		25.099
Tot. Biaya Tahun I, II, III				17.485.099			9.425.099			10.625.099			11.025.099			10.025.099		9.025.099
Produksi Seraiwangi	Kg	20.000	500	10.000.000	44.000													
Pendapatan bersih				-7.485.099			22.000.000	56.000	500	28.000.000	60.000	500	30.000.000	50.000	500	25.000.000	40.000	500
NPV/ Net Present Value (DF 15%)				-6.508.781			12.574.901			17.374.901			18.974.901			14.974.901		10.974.901
							9.508.432			11.424.280			10.848.961			7.445.173		4.744.753

SIMULASI PENENTUAN SKALA EKONOMI DAN EKOLOGI SISTEM USAHATANI TERPADU SERAIWANGI DAN SAPI PERAH DI LEMBANG JAWA BARAT

Simulation of economic and ecological scale determination of Integrated farming system of lemongrass and dairy cattle in Lembang West Java

Amalia Dena Listyanti, Sri Mulatsih dan Suwarto

Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan - Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Baranangsiang Lt. 2
Jalan Pajajaran Bogor 16153
amalia.dena.listyanti@gmail.com

(diterima 18 Maret 2015, direvisi 30 September 2015, disetujui 10 November 2015)

ABSTRAK

Pengembangan keterpaduan subsektor pertanian merupakan upaya untuk mewujudkan usahatani yang berkelanjutan. Integrasi tanaman seraiwangi dan sapi perah berpotensi untuk dikembangkan di tingkat petani peternak rakyat. Tujuan penelitian adalah untuk simulasi menentukan skala usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah rakyat yang memenuhi kelayakan ekonomis dan kelayakan ekologis di Lembang Jawa Barat. Studi dilaksanakan sejak April sampai Oktober 2014. Responden berasal dari pengelola dan staf Kebun Percobaan Manoko serta peternak rakyat. Metode analisis menggunakan analisis deskriptif dan analisis dinamika sistem. Berdasarkan simulasi penghitungan skala usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah rakyat, skala usahatani yang layak secara ekonomi maupun ekologi berdasarkan kecukupan pupuk kandang adalah dengan luas minimum lahan tanaman seraiwangi seluas 3.000 m² dan kepemilikan sapi perah sebanyak 3 ekor. Usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah tidak menggunakan pupuk dan pestisida kimia. Usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah memiliki nilai positif karena mampu meminimalisir pencemaran lingkungan dan mengurangi ketergantungan input dari luar.

Kata kunci: Seraiwangi, sapi perah, usahatani terpadu, model

ABSTRACT

The development of agricultural sub-sector integration is an effort to actualize sustainable agriculture. The integration of lemongrass plant and dairy cattle has potential to develop at the micro scale dairy farmer's level. The research purpose is to simulate in determining of integrated farming of lemongrass and dairy cattle fulfilling economic feasibility and ecologic feasibility in Lembang West Java. This study was conducted from April to October 2014. The respondents are from Manoko Agricultural Experimental Station's manager, staffs, and micro scale dairy farmers. The method of data analysis uses descriptive analysis and system dynamics analysis. Integrated farming scale that economically as well as ecologically feasible based on manure's adequacy of lemongrass and dairy cattle integrated farming system is with minimum land area measuring 3.000 m² of lemongrass and 3 heads of dairy cattle. Integrated farming of lemongrass and dairy cattle doesn't use chemical fertilizer and pesticide, thus it has positive values because it can minimize pollution and lessen external input dependence.

Key words: Lemongrass, dairy cattle, integrated farming, model

PENDAHULUAN

Sebagian besar pendapatan masyarakat pedesaan di Indonesia berasal dari sektor pertanian. Beberapa permasalahan yang dihadapi di sektor pertanian di antaranya perubahan lahan pertanian menjadi nonpertanian dan penurunan

kualitas lingkungan yang mengancam keberlanjutan sistem pertanian, sehingga konsep keberlanjutan menjadi faktor penting dalam pengelolaan sektor pertanian.

Semakin sedikitnya lahan pertanian, maka diperlukan pengembangan diversifikasi pertanian melalui keterpaduan subsektor pertanian (Dillon,

2009). Usahatani terpadu yang mengombinasikan kegiatan budidaya tanaman dan ternak merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas lahan dan dapat mengurangi penggunaan input usahatani dari luar.

Pengembangan usahatani terpadu merupakan upaya untuk mewujudkan usahatani yang berkelanjutan. Usahatani akan berkelanjutan jika usahatani tersebut mampu memenuhi kebutuhan hidup rumah tangga petani yang terus berubah dan sekaligus dapat menjaga atau meningkatkan kualitas lingkungan. Prinsip keberlanjutan pada sistem usahatani terpadu yaitu lingkungan yang lestari (*environmentally sustainable*), secara ekonomi menguntungkan (*economically feasible*), dan dapat diterima masyarakat (*socially acceptable*).

Desa Cikahuripan adalah salah satu desa di Kecamatan Lembang Jawa Barat yang merupakan sentra pertanian dan peternakan sapi perah. Alih fungsi lahan di kawasan Lembang sangat cepat karena tingginya permintaan untuk industri pariwisata dan permukiman (Budiarti *et al.*, 2013). Penurunan luas lahan pertanian berpengaruh pada berkurangnya sumber pakan hijauan bagi ternak sapi perah, namun Desa Cikahuripan masih memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai penghasil hijauan pakan ternak (Zahra, 2012).

Di Desa Cikahuripan terdapat Kebun Percobaan Manoko (KP Manoko) milik Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balittro) yang mengembangkan tanaman seraiwangi (*Cymbopogon nardus* L). Seraiwangi adalah salah satu tanaman utama penghasil minyak atsiri yang banyak digunakan dalam industri kosmetik dan farmasi (Balittro, 2010). Minyak seraiwangi juga dapat digunakan sebagai insektisida, antibakteri, dan antijamur (Sukanto dan Djazuli, 2011). Seraiwangi juga dapat digunakan sebagai minuman teh herbal dan mengandung citral-a, citral-b, dan geraniol (Verma *et al.*, 1987).

KP Manoko mulai mengembangkan sistem usahatani terpadu tanaman seraiwangi dan sapi

perah sejak tahun 2011. Di KP Manoko terdapat usaha ternak sapi perah dengan metode budidaya yang hampir serupa dengan peternak sapi perah rakyat di Desa Cikahuripan. Pada usaha ternak sapi perah tersebut terdapat instalasi pengolahan biogas. Hasil samping pengolahan biogas yaitu seluri (*slurry*), dapat digunakan langsung sebagai pupuk kandang (Kaswan *et al.*, 2012). Limbah dari usaha ternak sapi perah dapat menjadi input pada usahatani seraiwangi, begitu juga sebaliknya.

Penggunaan pupuk organik dilaporkan dapat meningkatkan hara, metabolisme tanaman, pertumbuhan dan produksi seraiwangi (Punam *et al.*, 2012). Dilaporkan pula bahwa aplikasi pupuk organik dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (Sharma, 1983), unsur makro (Widowati dan Setyorini, 2014), porositas, kemantapan agregat, dan tahanan geser tanah (Vadari *et al.*, 2014). Pada awalnya, sumber hijauan pakan ternak yang digunakan di KP Manoko adalah rumput gajah, kemudian limbah daun seraiwangi dari proses penyulingan digunakan sebagai pakan hijauan sapi perah.

Kelayakan ekologis dapat dilihat dari jumlah limbah daun seraiwangi sebagai pakan sapi perah dan/atau jumlah pupuk kandang yang dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan lahan seraiwangi. Kelayakan ekonomis dapat dilihat dari gabungan pendapatan dari usahatani terpadu seraiwangi dan usaha ternak sapi perah yang dapat memenuhi kebutuhan layak hidup rumah tangga petani.

Skala usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah yang memenuhi kelayakan ekologis dan kelayakan ekonomis dibagi menjadi usahatani terpadu yang memiliki luas lahan seraiwangi minimum yang dapat memenuhi seluruh atau sebagian kebutuhan pakan hijauan ternak sapi perah yang ada dan/atau usahatani terpadu yang memiliki jumlah sapi perah minimum yang dapat memenuhi kebutuhan pupuk kandang untuk lahan seraiwangi dengan luasan tertentu.

Sistem usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah yang telah dilakukan di KP Manoko

tersebut memiliki potensi untuk dikembangkan di tingkat petani peternak rakyat di Desa Cikahuripan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan skala usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah rakyat yang memenuhi kelayakan ekonomis dan kelayakan ekologis.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini berlokasi di Desa Cikahuripan, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat sejak April sampai Oktober 2014. Data yang terkait dengan tanaman seraiwangi diambil dari wawancara dengan *key person* (kepala kebun, pegawai administrasi, dan pegawai lapang) di KP Manoko yang melakukan integrasi tanaman seraiwangi dengan peternakan sapi perah. Data yang terkait dengan sapi perah rakyat diambil dari responden peternak sapi perah di Desa Cikahuripan sebanyak 30 responden yang ditetapkan berdasarkan pertimbangan tertentu (*judgment sampling*).

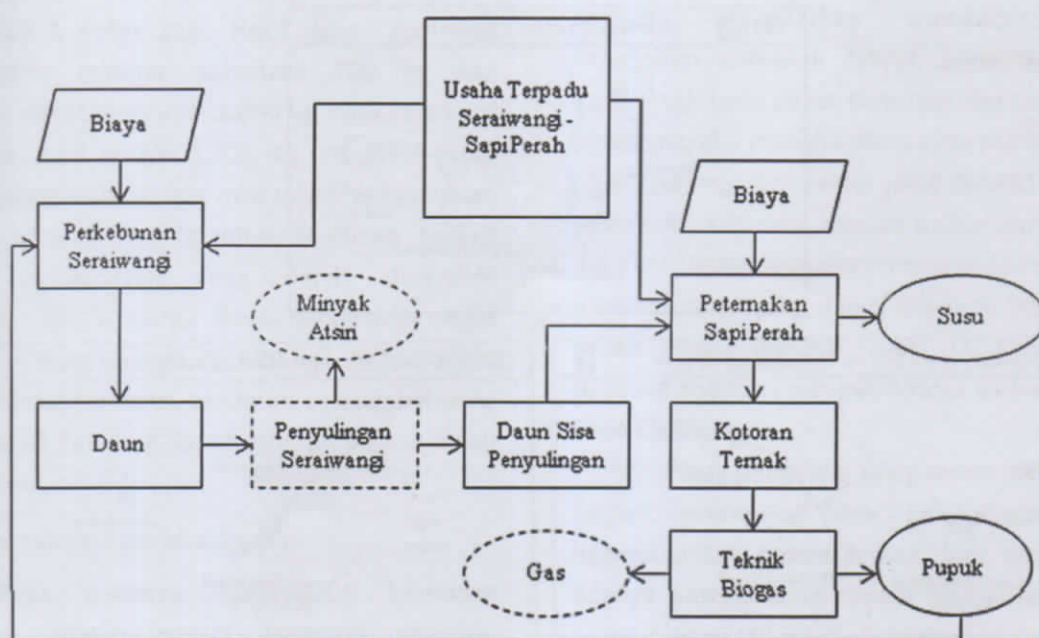
Penilaian usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah yang berkelanjutan dapat diperoleh dengan pendekatan dinamika sistem (*system dynamics*) dengan pembuatan model.

Model adalah penyederhanaan sistem, sehingga model disusun dan digunakan guna memudahkan dalam pengkajian sistem yang sulit dan hampir tidak mungkin bekerja pada kondisi sebenarnya (Hartrisari, 2007).

Model dinamika sistem tersebut digunakan untuk menentukan skala usahatani berdasarkan kriteria kelayakan usahatani secara ekologis maupun ekonomis usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah rakyat di Desa Cikahuripan. Model dinamika sistem dapat menunjukkan perubahan dinamis, umpan balik, dan proses lainnya dalam suatu sistem (Fu et al., 2012).

Skala usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah rakyat tersebut dibuat dengan membuat model integrasi usahatani (Gambar 1). Di dalam diagram tersebut disajikan jenis dan aliran bahan dari output usahatani seraiwangi yang dapat menjadi input usahatani sapi perah.

Pada diagram tersebut juga disajikan jenis dan aliran bahan dari output usahatani sapi perah yang dapat menjadi input usahatani seraiwangi. Penyulingan seraiwangi tidak menjadi komponen yang dianalisis. Potensi gas dari instalasi biogas

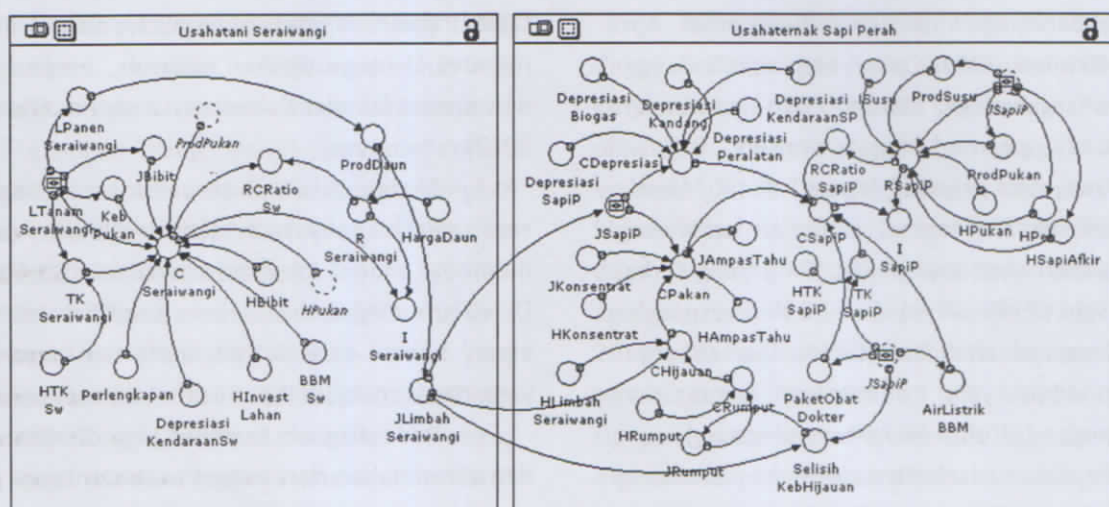


Gambar 1. Komponen analisis usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah.
Figure 1. Analysis components of integrated farming of lemongrass and dairy cattle.

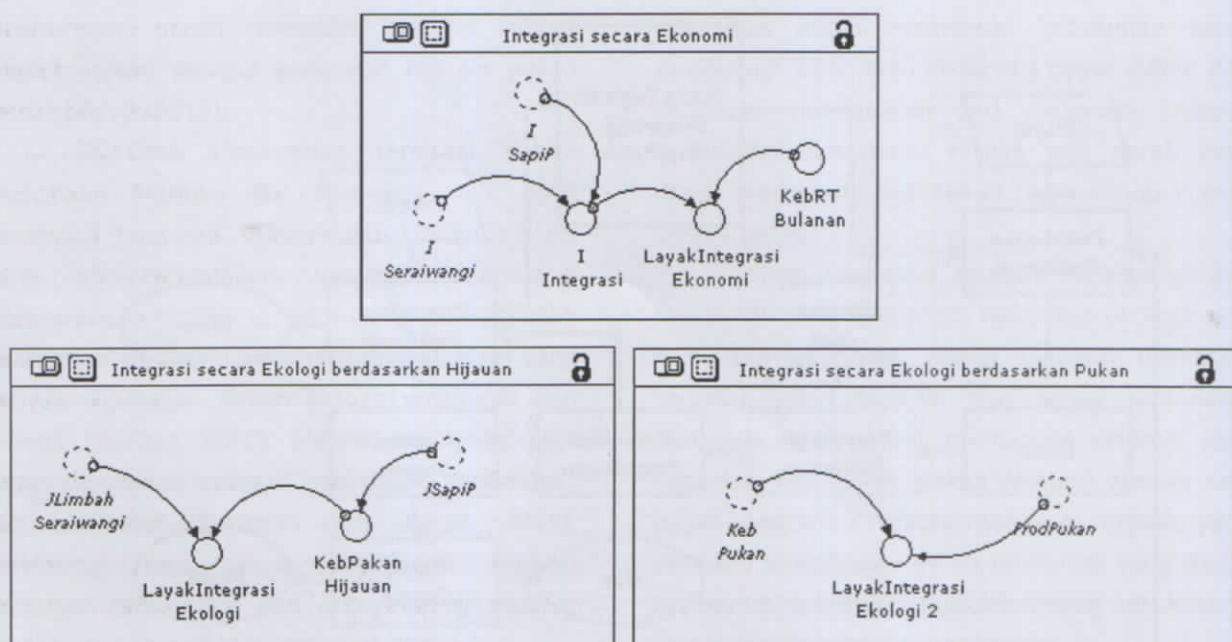
dihitung secara terpisah dengan mengkonversikan gas elpiji 3 kg yang dapat disubstitusi.

Skala usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah yang memenuhi kelayakan ekonomis dan kelayakan ekologis dibagi menjadi usahatani terpadu yang memiliki luas lahan seraiwangi minimum yang dapat memenuhi seluruh atau sebagian kebutuhan pakan hijauan ternak sapi perah yang ada dan/atau usahatani terpadu yang

memiliki jumlah sapi perah minimum yang dapat memenuhi kebutuhan pupuk kandang untuk lahan seraiwangi dengan luasan tertentu. Model disusun untuk memperoleh skala usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah rakyat dengan yang memenuhi kelayakan integrasi secara ekonomi, dan ekologis berdasarkan kebutuhan pakan hijauan dan/atau pupuk kandang (Gambar 2 dan 3). Validasi model dilakukan dengan menggunakan



Gambar 2. Model usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah rakyat.
Figure 2. Model of integrated farming of lemongrass and micro scale dairy farmer.



Gambar 3. Kelayakan integrasi secara ekonomi dan ekologi model usahatani seraiwangi dan sapi perah.
Figure 3. Economical and ecological feasibility of integrated farming of lemongrass and dairy cattle.

data komponen usahatani yang berasal dari sistem usahatani terpadu di KP Manoko.

Hasil kelayakan model tersebut dapat dipertimbangkan mengenai skala usahatani yang memungkinkan untuk diterapkan di Desa Cikahuripan, terkait dengan kepemilikan lahan dan kepemilikan jumlah ternak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Usahatani tanaman seraiwangi

Penanaman seraiwangi di KP Manoko untuk produksi dimulai tahun 2008, dengan luas lahan sekitar 0,5 ha. Pada tahun 2013, luas lahan untuk tanaman seraiwangi di KP Manoko adalah 9 ha, terbagi menjadi 90 petak. Tanaman seraiwangi ditanam dengan jarak tanam 1 m x 1 m. Jumlah bibit per lubang yaitu 1-2 bibit. Seraiwangi diberi pupuk kandang dua kali dalam setahun pada awal musim tanam. Pemberian pertama sekitar 5 kg rumpun⁻¹, kemudian pemberian kedua sekitar 1-2 kg tiap rumpunnya. Masa produktif tanaman seraiwangi sekitar 6-10 tahun. Panen dilakukan setiap 3 bulan sekali, kecuali panen pertama kali yang dilakukan setelah usia tanaman 6 bulan.

Berdasarkan jumlah petak yang ada, setiap harinya daun seraiwangi yang dipanen hanya dari 1 petak saja. Hasil panen dari tiap petak yaitu minimal sebanyak 700 kg dan maksimal dapat mencapai 2.000 kg. Rata-rata hasil panen per hari sekitar 1.125 kg. Produksi seraiwangi dipengaruhi secara nyata oleh penggunaan varietas unggul. Hal tersebut tentunya terkait dengan pendapatan yang dapat diperoleh (Damanik, 2007). Harga daun seraiwangi segar yaitu Rp 500 kg⁻¹ hingga Rp 600 kg⁻¹. Berdasarkan data produksi tersebut, tanaman seraiwangi yang diberi pupuk kandang dapat tumbuh baik di lahan KP Manoko.

Usaha ternak sapi perah rakyat

Pada awalnya, masyarakat Lembang mayoritas adalah petani tanaman sayuran, kemudian para petani juga menanam bunga potong. Pada tahun 1970-1980 masyarakat desa

mulai memelihara sapi perah. Hingga saat ini, usaha ternak sapi perah dijalankan secara tradisional di tingkat rumah tangga dan umumnya merupakan usaha turun-temurun.

Semua peternak merupakan anggota Koperasi Peternak Sapi Bandung Utara (KPSBU). Harga susu sapi sudah ditentukan oleh pihak KPSBU, yaitu sekitar Rp 4.200 l⁻¹, namun jika kualitasnya lebih rendah, harga susu sapi hanya sekitar Rp 3.800,- l⁻¹. Sebagian besar responden peternak rakyat, yaitu sebanyak 80%, memasang instalasi biogas dengan kapasitas alat 4-6 m³. Feses dari 1 ekor sapi perah sebanyak 15 kg hari⁻¹ yang dimasukkan ke alat penghasil biogas tersebut, akan menghasilkan gas yang menjadi sumber bahan bakar kompor. Dari 15 kg kotoran sapi perah tersebut dapat menghasilkan pupuk kandang sekitar 6 kg.

Para peternak rakyat di Desa Cikahuripan menggunakan rumput gajah dan jerami sebagai pakan hijauan untuk sapi perah mereka. Pemberian hijauan pada tiap ekor sapi per harinya berkisar antara 20 kg hingga 40 kg. Harga rumput gajah sekitar Rp 200 kg⁻¹, sementara jerami Rp 100 kg⁻¹. Rumput gajah umumnya ditanam sendiri oleh petani, baik di lahan milik sendiri maupun di lahan sewaan. Berdasarkan wawancara dengan responden peternak rakyat, total biaya pakan yang tinggi baru dapat tertutupi jika tiap ekor sapi perah mereka menghasilkan susu minimal 10 liter hari⁻¹. Jumlah sapi perah yang dimiliki responden peternak bervariasi, namun paling banyak adalah 3-5 ekor (40%). Sebanyak 8 responden (27%) tidak memiliki lahan yang dapat ditanami hijauan untuk pakan ternak mereka (Tabel 1). Para peternak tersebut mencari rumput hingga di luar kawasan Desa Cikahuripan.

Pihak pengelola KP Manoko menggunakan limbah seraiwangi sisa penyulingan sebagai hijauan untuk pakan ternak sapi perah karena adanya keterbatasan dalam penyediaan hijauan untuk pakan sapi perah. Berdasarkan pengamatan tidak terdapat permasalahan pada kondisi fisik sapi perah serta kuantitas dan kualitas produk

susu, sehingga pemberian limbah seraiwangi terus dilanjutkan hingga saat ini.

Kandungan gizi limbah seraiwangi lebih baik dibandingkan dengan jerami (Tabel 2). Berdasarkan kandungan serat kasar, limbah seraiwangi lebih baik dibandingkan dengan rumput gajah dan jerami karena lebih mudah dicerna. Serat kasar dibutuhkan bagi ternak, khususnya sapi perah. Jika kadar serat terlalu tinggi, ternak akan mengalami kesulitan untuk mencernanya, sementara jika terlalu rendah akan menyebabkan gangguan pencernaan dan dapat menurunkan kadar lemak susu (Bekti, 2010).

Nilai serat kasar sebesar 25,73 dianggap memadai untuk menghasilkan susu dengan kadar lemak susu yang cukup baik. Kualitas susu sapi perah menentukan harga yang diberikan oleh KPSBU. Pihak KPSBU selalu melakukan uji kualitas susu dengan sistem *sampling*. Susu yang dihasilkan relatif baik, karena memperoleh harga susu kualitas A, yaitu Rp 4.200 l⁻¹.

Skala ekonomi usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah rakyat

Berdasarkan data teknis usaha seraiwangi di KP Manoko dan usaha sapi perah rakyat (Tabel 3 dan 4). Model dinamika sistem disusun untuk mengetahui skala usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah. Hasil penghitungan komponen-komponen tersebut digunakan untuk melihat kelayakan usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah tersebut, baik secara ekonomis maupun ekologis. Pada usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah, pupuk kandang yang dihasilkan dari usaha ternak sapi perah digunakan di lahan seraiwangi, sehingga petani peternak tidak perlu mengeluarkan biaya pupuk.

Penentuan skala usahatani seraiwangi dan sapi perah yang layak baik secara ekonomis maupun ekologis dilakukan dengan melakukan simulasi model yang telah disusun. Kelayakan usahatani secara ekonomis diukur dari luas minimum lahan seraiwangi dan/atau sapi perah

Tabel 1. Kepemilikan lahan pertanian dan sapi perah responden peternak rakyat.
Table 1. Farming land and dairy cattle ownership of micro scale dairy farmer respondents.

Kepemilikan lahan (m ²)	Jumlah (orang)	Persentase (%)	Kepemilikan sapi perah (ekor)	Jumlah (orang)	Persentase (%)
0	8	27	1-2	4	13
200-500	6	20	3-5	12	40
>500-1 000	9	30	5-7	7	23
>1 000-5 000	4	13	7-10	4	13
>5 000-10 000	3	10	>10	3	10
Jumlah	30	100		30	100

Tabel 2. Perbandingan kandungan gizi limbah seraiwangi, rumput gajah dan jerami.
Table 2. Nutrient contents comparison of lemongrass waste, cane grass, and hay.

Gizi	Satuan	Limbah seraiwangi	Rumput gajah	Jerami
Protein	%	7,00	10,19	3,93
Lemak	%	2,35	1,64	0,87
Energi	kg GE ⁻¹ kg ⁻¹	3 353,00	4 031,00	3 167,00
Serat kasar	%	25,73	34,15	32,99
Ca	%	0,35	0,48	1,20
P	%	0,14	0,23	1,20
Kadar abu	%	7,91	11,73	22,44

Sumber: KP Manoko (hasil uji di laboratorium Balai Penelitian Ternak Ciawi).

Tabel 3. Komponen data teknis usahatani seraiwangi.

Table 3. Technical data components of lemongrass farming.

Uraian	Nilai	Satuan
Masa produktif	6,00	tahun
Jumlah petak	90,00	petak
Produksi daun rata-rata	1,13	kg m ⁻² hari ⁻¹
Harga daun segar	500,00	Rp kg ⁻¹
Harga bibit	300,00	Rp bibit
Kebutuhan bibit	10.000,00	bibit ha ⁻¹
Harga pupuk	5,00	Rp kg ⁻¹
Kebutuhan pupuk	18.333,33	kg ha tahun ⁻²
Biaya tenaga kerja	184.000,00	Rp ha bulan ⁻²
Biaya depresiasi perlengkapan	15.000,00	Rp bulan ⁻¹
Biaya depresiasi kendaraan	66.666,67	Rp bulan ⁻¹
Biaya BBM	14.800,00	Rp bulan ⁻¹

Tabel 4. Komponen data teknis usaha ternak sapi perah rakyat.

Table 4. Technical data components of micro scale dairy farmer.

Uraian	Nilai	Satuan
Masa produktif	6,00	tahun
Produksi susu rata-rata	11,00	l ekor hari ⁻²
Harga susu	4.200,00	Rp l ⁻¹
Harga anak sapi (pedet)	1.600.000,00	Rp ekor ⁻¹
Harga sapi afkir	12.000.000,00	Rp ekor ⁻¹
Produksi feses rata-rata	15,00	kg hari ⁻¹
Produksi pupuk kandang rata-rata	6,00	kg hari ⁻¹
Harga pupuk	5,00	Rp
Biaya depresiasi sapi	5.000.000,00	Rp ekor ⁻¹
Biaya depresiasi kandang	30.000,00	Rp ekor ⁻¹
Biaya depresiasi peralatan	15.000,00	Rp ekor ⁻¹
Biaya depresiasi kendaraan	66.666,67	Rp bulan ⁻¹
Biaya depresiasi biogas	23.333,33	Rp bulan ⁻¹
Kebutuhan hijauan	40,00	kg hari ⁻¹
Harga jerami	100,00	Rp kg ⁻¹
Kebutuhan konsentrat	3,00	kg hari ⁻¹
Harga konsentrat	2.000,00	Rp kg ⁻¹
Kebutuhan ampas tahu	5,00	kg hari ⁻¹
Harga ampas tahu	620,00	Rp kg ⁻¹
Biaya paket obat-obatan dan dokter	20.000,00	Rp ekor bulan ⁻²
Biaya listrik, air, dan BBM	10.000,00	Rp ekor bulan ⁻²
Biaya tenaga kerja	100.000,00	Rp ekor bulan ⁻²

yang dimiliki untuk memenuhi kebutuhan minimum bulanan rumah tangga petani peternak di Desa Cikahuripan sebesar Rp 1.980.000,-.

Pada usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah, selain kelayakan secara ekonomis, dilihat pula kelayakan secara ekologis. Kelayakan secara ekologis dihitung dari luas lahan seraiwangi dengan produksi daun yang dapat memenuhi

kebutuhan jumlah limbah seraiwangi untuk pakan hijauan sapi perah dan/atau produksi pupuk kandang yang dapat memenuhi kebutuhan di lahan seraiwangi. Nilai kelayakan tersebut harus lebih besar atau sama dengan 1.

Secara umum, peternak di Desa Cikahuripan menjalankan usaha ternak sapi perah mereka dengan dibantu oleh keluarga. Peternak

yang memiliki ternak sekitar 3 hingga 5 ekor mampu melakukan sebagian besar pekerjaannya sendiri. Penghitungan kelayakan ekonomis sistem usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah menggunakan batas maksimal kepemilikan sapi perah 5 ekor, karena penghitungan kelayakan usaha ternak sapi perah parsial adalah 4-5 ekor. Mayoritas responden di Desa Cikahuripan memiliki ternak sapi perah sebanyak 3-5 ekor. Usaha ternak sapi perah yang dijalankan secara tradisional oleh 1 orang pemilik dan 1 orang anggota keluarganya hanya mampu memelihara dengan jumlah tersebut.

Mayoritas responden memiliki lahan seluas antara 500 hingga 1.000 m². Sebanyak 13% memiliki lahan antara 1.000 hingga 5.000 m² dan 10% responden memiliki lahan berkisar antara 5.000 hingga 10.000 m². Lahan yang dimiliki oleh responden peternak umumnya ditanami sayuran dan rumput gajah untuk hijauan ternak. Batas lahan maksimal untuk penghitungan kelayakan ekonomis adalah 10.000 m².

Biaya tenaga kerja usahatani seraiwangi berasal dari data teknis KP Manoko. Jika luas lahan 10.000 m², maka setiap harinya petani peternak hanya dapat memanen dengan luas lahan 111 m². Tenaga kerja panen tersebut dapat dilakukan oleh peternak sendiri. Penghitungan kelayakan ekonomis maupun ekologis model usahatani seraiwangi dan sapi perah disimulasikan dengan beberapa kombinasi jumlah luasan lahan serta jumlah sapi perah yang dimiliki. Pada penghitungan kelayakan tersebut diasumsikan bahwa peternak dapat mengambil limbah seraiwangi yang telah disuling dengan harga murah, yaitu Rp 50 kg⁻¹.

Kepemilikan lahan dan ternak responden petani peternak menjadi pertimbangan dalam penghitungan skala usaha yang layak secara ekonomis dan ekologis, sehingga hijauan yang digunakan berasal dari hasil limbah seraiwangi maupun juga dari luar, berupa rumput gajah. Kombinasi luas lahan dan ternak sapi perah yang

dimiliki tersebut ada yang layak secara ekonomis dan/atau secara ekologis (Tabel 5 dan 6).

Luas lahan yang disimulasikan pada mode integrasi seraiwangi dan sapi perah adalah dimulai dengan 500 m², karena kepemilikan lahan mayoritas responden petani peternak adalah antara 500 hingga 1.000 m². Berdasarkan simulasi model, luas lahan 500 m² dapat disebut layak secara ekonomi jika ditambah dengan 4 ekor sapi perah. Luasan lahan tersebut tentu petani peternak tidak mampu memenuhi sumber hijauan dari seraiwangi saja, sehingga rumput gajah harus dibeli dari luar. Simulasi selanjutnya yang dilakukan hingga luas lahan 2.000 m² masih menunjukkan bahwa petani peternak harus memiliki 4 ekor sapi perah untuk memenuhi kebutuhan hidup rumah tangganya.

Berdasarkan hasil simulasi berikutnya, lahan seraiwangi seluas 3.000 m² dan sapi perah sebanyak 3 ekor mampu memenuhi kebutuhan hidup rumah tangga peternak. Simulasi yang dilakukan hanya pada luasan lahan maksimal 5.000 m², karena terkait dengan data kelayakan yang dihasilkan dan data kepemilikan lahan yang dimiliki oleh responden petani peternak.

Kombinasi antara luas lahan dan jumlah ternak sapi perah telah layak secara ekonomi dan/atau ekologi tersebut dapat digunakan untuk menghitung kelayakan usahatani terpadu dengan kombinasi luas lahan dan ternak sapi perah dengan kelipatan 2, 3, dan selanjutnya. Kelayakan ekonomis pada luas lahan seluas 3.000 m² hingga 5.000 m² adalah dengan kepemilikan 3 ekor sapi perah (Tabel 5).

Kelayakan secara ekologis berdasarkan kecukupan pupuk kandang, luas lahan seraiwangi antara 500 hingga 1.000 m² mampu disuplai kebutuhan pupuk kandangnya oleh 1 ekor sapi perah (Tabel 6). Kelayakan ekologis berdasarkan kecukupan pakan hijauan, luas lahan tanaman seraiwangi sebesar 3.000 m² mampu memenuhi kebutuhan pakan hijauan 1 ekor sapi perah berupa limbah seraiwangi, namun 1 ekor sapi

Tabel 5. Kelayakan ekonomis usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah.

Table 5. Economic feasibility of integrated farming of lemongrass and dairy cattle.

Luas lahan (m ²)	Jumlah sapi (ekor)	Pendapatan seraiwangi (Rp)	Pendapatan sapi perah (Rp)	Pendapatan integrasi (Rp)	Kebutuhan rumah tangga bulanan (Rp)	Layak ekonomi
500	1	8.528	229.417	237.944	1.980.000	0,12
	4	8.528	2.057.667	2.066.194	1.980.000	1,04
1 000	1	49.211	263.167	312.378	1.980.000	0,16
	4	49.211	2.192.667	2.241.878	1.980.000	1,13
2 000	2	130.578	921.333	1.051.911	1.980.000	0,53
	4	130.578	2.462.667	2.593.244	1.980.000	1,31
3 000	1	211.944	398.167	610.111	1.980.000	0,31
	3	211.944	1.834.500	2.046.444	1.980.000	1,03
4 000	1	211.944	465.667	758.978	1.980.000	0,38
	3	211.944	2.037.000	2.330.311	1.980.000	1,18
5 000	3	374.678	2.239.500	2.614.178	1.980.000	1,32
	5	374.678	4.425.833	4.800.511	1.980.000	2,42

Tabel 6. Kelayakan ekologis usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah.

Table 6. Ecologic feasibility of integrated farming of lemongrass and dairy cattle.

Luas lahan (m ²)	Σ sapi (ekor)	Kebutuhan (kg)			Layak ekologi pakan hijauan	Pupuk kandang (kg)		Layak ekologi pupuk kandang
		Pakan	Limbah seraiwangi	Rumput gajah		Kebutu-han	Produksi	
500	1	1 200	225	975	0,19	76	180	2,36
	4	4 800	225	4 575	0,05	76	720	9,43
1 000	1	1 200	450	750	0,38	153	180	1,18
	4	4 800	450	4 350	0,09	153	720	4,71
2 000	2	2400	900	1 500	0,38	306	360	1,18
	4	4 800	900	3 900	0,19	306	720	2,36
3 000	1	1 200	1 350	0	1,13	458	180	0,39
	3	3 600	1 350	2 250	0,38	458	540	1,18
4 000	1	1 200	1 800	0	1,50	611	180	0,29
	3	3 600	1 800	1 800	0,50	611	540	0,88
5 000	3	3 600	2 250	1 350	0,63	764	540	0,71
	5	6 000	2 250	3 750	0,38	764	900	1,18

perah tidak mencukupi kebutuhan rumah tangga petani peternak (Tabel 6).

Luasan lahan 3.000 m² diperlukan 3 ekor sapi perah untuk memenuhi kelayakan secara ekonomis dan kelayakan secara ekologis berdasarkan kecukupan pupuk kandang untuk lahan seraiwangi (Tabel 6). Kelayakan ekologis berdasarkan pakan hijauan belum terpenuhi, sehingga memerlukan input dari luar berupa rumput gajah. Berdasarkan konsep *Low External Input Sustainable Agriculture (LEISA)*, diperbolehkan untuk menggunakan input luar jika terkait dengan kebutuhan yang tidak atau belum dapat

dipenuhi.

Penerapan integrasi seraiwangi dan sapi perah rakyat

Di Desa Cikahuripan, masyarakat masih melaksanakan usahatani di lahan-lahan yang miring. Menurut Daswir (2010), seraiwangi dapat ditanam di lahan-lahan kritis dengan kemiringan lebih dari 30% untuk mengurangi tingkat erosi tanah dan volume aliran permukaan pada saat hujan. Tanaman seraiwangi juga dapat tumbuh di dataran rendah hingga dataran tinggi dengan ketinggian lokasi 1.200 m dpl serta pada berbagai tipe tanah (Daswir dan Kusuma, 2006). Dengan

demikian, selain sebagai tanaman produksi, seraiwangi juga baik jika dikembangkan sebagai tanaman konservasi.

Model usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah rakyat yang dibuat tidak memperhitungkan usaha penyulingan. Unit penyulingan diasumsikan hanya berada di KP Manoko. Jika petani peternak di Desa Cikahuripan ingin mengembangkan usaha tanaman seraiwangi, para petani peternak tersebut dapat bekerja sama dengan pihak KP Manoko.

Kelayakan ekonomi usahatani terpadu maupun ekologi berdasarkan kecukupan pakan hijauan tidak dapat dipenuhi tanpa input pakan hijauan dari luar, sehingga skala usahatani terpadu yang digunakan adalah yang memenuhi kelayakan ekonomi dan kelayakan ekologi berdasarkan kecukupan pupuk kandang (Tabel 5 dan 6).

Skala usahatani terpadu tersebut dapat dipenuhi dengan luas lahan untuk ditanami seraiwangi sebesar 3.000 m² dan 3 ekor sapi perah. Kekurangan pakan hijauan dapat dipenuhi dengan cara membeli dari luar. Berdasarkan data kepemilikan lahan responden, kriteria kelayakan ekonomi maupun ekologi dapat dipenuhi oleh 7 responden petani peternak rakyat.

Penghitungan kelayakan usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah rakyat mengasumsikan bahwa pihak peternak rakyat dapat mengambil kembali limbah seraiwangi, dengan memperhitungkan jumlah daun yang disetorkan serta harga beli limbah penyulingan seraiwangi tersebut yang harus lebih murah daripada biaya pakan hijauan baik rumput gajah maupun jerami, yaitu Rp 50 kg⁻¹.

Berdasarkan wawancara kepada responden peternak rakyat, dari 30 orang responden, hanya 30% yang mengetahui tentang penggunaan tanaman seraiwangi sebagai pakan ternak dan hanya 3,33% atau 1 orang peternak yang mau mencoba untuk menanam seraiwangi. Berdasarkan usia peternak dan usaha yang turun-temurun, peternak rakyat di Desa Cikahuripan telah terbiasa menanam rumput gajah sebagai

sumber pakan hijauan ternak mereka.

Secara umum, usahatani seraiwangi di Desa Cikahuripan dapat menjaga kualitas lingkungan karena tidak menggunakan pupuk dan pestisida kimia dan bermanfaat sebagai tanaman konservasi. Usahatani seraiwangi hanya membutuhkan pupuk kandang yang berasal dari kotoran sapi perah usaha ternak rakyat. Peternak dapat menjual pupuk kandangnya seharga Rp 50 kg basah⁻¹. Pemanfaatan limbah seraiwangi untuk pakan ternak, peternak tidak tergantung dengan pakan hijauan dari luar dan dapat menghemat biaya produksi. Usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah memiliki nilai positif karena meminimalisir pencemaran lingkungan dan mengurangi ketergantungan input dari luar. Usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah sesuai dengan konsep LEISA yang memaksimalkan daur ulang dan mengurangi kerusakan lingkungan, sehingga usahatani terpadu tersebut dapat menjadi usahatani berkelanjutan.

KESIMPULAN

Skala usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah rakyat di Lembang yang memenuhi kelayakan secara ekonomis dan kelayakan secara ekologis berdasarkan kecukupan pupuk kandang adalah dengan luas lahan seraiwangi sebesar 3.000 m² dengan jumlah sapi perah sebanyak 3 ekor. Pada umumnya para peternak sudah memenuhi kelayakan secara ekonomis dengan kepemilikan 3-5 ekor sapi perah.

DAFTAR PUSTAKA

- Balittro (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat). 2010. Penggunaan Minyak Seraiwangi sebagai Bahan Bioaditif Bahan Bakar Minyak. <http://pustaka.litbang.deptan.go.id/inovasi/kl10114.pdf>. [13 Juni 2013].
- Bekti E. 2010. Pemberian Pakan pada Sapi Perah. <http://disnak.jabarprov.go.id/index.php/pages/download/>. [31 Juli 2015].
- Budiarti T, Suwanto dan I Muflikhati. 2013. Pengembangan agrowisata berbasis masyarakat pada usahatani terpadu guna meningkatkan

- kesejahteraan petani dan keberlanjutan sistem pertanian. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 18(3): 200-207.
- Damanik S. 2007. Analisis ekonomi usahatani seraiwangi (studi kasus Kecamatan Gunung Halu, Kabupaten Bandung Selatan). *Bul. Littro.* 18(2): 203-221.
- Daswir. 2010. Peran seraiwangi sebagai tanaman konservasi pada pertanaman kakao di lahan kritis. *Bul. Littro.* 21(2): 117-128.
- Daswir dan I Kusuma. 2006. Pengembangan tanaman seraiwangi di Sawah Lunto Sumatera Barat (*Andropogon nardus* Java de Jone). *Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat* 18(1): 12-22.
- Dillon HS. 2009. Pertanian Membangun Bangsa. Di dalam: Pertanian Mandiri: Pandangan Strategis Para Pakar untuk Kemajuan Pertanian Indonesia. Penebar Swadaya. Jakarta. Hlm. 23-36.
- Fu JL, CD Suo dan L Fei. 2012. A system dynamics model for analyzing the eco-agriculture system with policy recommendations. *Ecological Modelling* 227: 34-45.
- Hartrisari. 2007. Dinamika sistem: Konsep Sistem dan Pemodelan untuk Industri dan Lingkungan. SEAMEO BIOTROP. Bogor. 125 hlm.
- Kaswan S, V Kaswan dan R Kumar. 2012. Organic farming as a basis for sustainable agriculture - a review. *Agri Reviews* 33(1): 27-36.
- Punam P, R Kumar, S Sharma and D Atul. 2012. *Journal of Organic System* 7(2): 36-48.
- Sharma HL. 1983. Studies on the utilization of crop residue, FYM and N-fertilization in rice-wheat cropping system under sub-temperate climate. Ph.D Thesis. Department of Agronomy, HPKV, Palampur.
- Sukanto dan M Djazuli. 2011. Limbah Seraiwangi Potensial sebagai Pakan Ternak. <http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/wr336114.pdf>. [6 Juni 2013].
- Vadari T, N Dian, S Handayani dan Sukristiyonu bowo. 2014. Perubahan fisik tanah dalam pertanian organik. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik. Inovasi Teknologi Pertanian Organik. Bogor 18-19 Juni 2014. Hlm. 143-152.
- Verma V, SN Sobti & CK Atal. 1987. Chemical composition and inheritance pattern of five *Cymbopogon* species. *Indian Perfumer*, 31: 295-305.
- Widowati LR dan D Setyorini. 2014. Pupuk kandang dan pupuk hijau sebagai sumber pupuk organik untuk mendukung pengembangan pertanian organik. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik. Inovasi Teknologi Pertanian Organik. Bogor 18-19 Juni 2014. Hlm. 189-198.
- Zahra WA. 2012. Simulation Model of Sustainable Forage Supply for Dairy Farming in Lembang Sub District West Java [tesis]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

**KELAYAKAN EKONOMI PENGENDALIAN HAMA PENGISAP BUAH LADA
(*Dasynus piperis* China) DENGAN INSEKTISIDA NABATI BERBAHAN AKTIF
MINYAK SERAIWANGI DAN CENGKEH**

*The economic feasibility on pest control of Dasynus piperis China with botanical pesticide
based active compound of lemongrass and clove*

Ekwasita Rini Pribadi¹⁾, I Wayan Laba¹⁾, Rohimatus¹⁾, Kiki Yolanda²⁾, dan Mahrita Willis¹⁾

¹⁾ Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111

Telp 0251-8321879 Faks 0251-8327010

balittro@litbang.pertanian.go.id

pribadi_ekwasita@yahoo.com

²⁾ Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kepulauan Bangka Belitung

Jalan Mentok Km. 4 Palangkaraya, Bangkla

(diterima 15 April 2015, direvisi 17 September 2015, disetujui 12 November 2015)

ABSTRAK

Pengisap buah lada (*Dasynus piperis* China) merupakan salah satu hama utama lada, yang dapat dikendalikan dengan pestisida. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kelayakan teknis dan ekonomi penggunaan minyak seraiwangi dan cengkeh dipadukan dengan pestisida sintetik untuk mengendalikan hama penghisap buah lada. Penelitian dilaksanakan di kebun petani di desa Petaling, kecamatan Mendo Barat, Bangka pada lada berumur 4 tahun, sejak Pebruari sampai Oktober 2014. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok, terdiri dari lima perlakuan dan lima ulangan (1) minyak seraiwangi konsentrasi 2,5 ml l⁻¹ + minyak cengkeh 2,5 ml l⁻¹; (2) minyak seraiwangi 2,5 ml l⁻¹ + fenil organophosphat (OF) 500 EC 1 ml l⁻¹; (3) minyak cengkeh 2,5 ml l⁻¹ + fenil organophosphat (OF) 500 EC 1 ml l⁻¹; (4) fenil organophosphat (OF) 500 EC 2 ml l⁻¹; (5) Kontrol. Masing-masing perlakuan diujikan pada lahan seluas 0,25 ha (1.250 tanaman). Data yang dikumpulkan adalah input-output usahatani, harga masukan dan keluaran berdasarkan harga pada saat penelitian dilakukan. Efisiensi teknis diukur berdasarkan produksi buah lada putih kering ha⁻¹ dan kelayakan ekonomi diukur berdasarkan *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Benefit Cost Ratio* (B/C). Hasil penelitian menunjukkan penggunaan pestisida sintetik OF menghasilkan kelayakan ekonomi yang terbesar ditunjukkan oleh B/C rasio 1,87 dan NPV Rp 281.357.916,- dan IRR sebesar 63%. Petani menyadari penggunaan insektisida nabati aman bagi lingkungan, tetapi mereka berpendapat kurang efektif dalam pengendalian hama lada. Hal tersebut karena cara aplikasi, perolehan insektisida nabati dan pengendalian dengan cara ini adalah sesuatu yang baru bagi petani lada di Bangka. Oleh karena itu pengembangan lebih lanjut perlu disertai dengan pelatihan cara pembuatan dan teknik aplikasi di lapang.

Kata kunci: *Dasynus piperis* China, minyak cengkeh, minyak seraiwangi, kelayakan, ekonomi

ABSTARCT

Pepper a fruit sucker (Dasynus piperis China) is one of the major pest of pepper, which can be controlled by using insecticides. The research aimed to find out the technically and economically the use of lemongrass and clove oil combined with synthetic insecticide commonly used by farmer. The research was carried out in the farmer field in Petaling village, Mendo Barat Sub-district, Bangka Province, in February until October 2014. The research was designed with a random group design (RGD), consisting of five treatments and five replicates (1) lemongrass oil 2.5 ml l⁻¹ + clove oil 2.5 ml l⁻¹; (2) lemongrass oil 2,5 ml l⁻¹ + fenil organophosphat (OF) 500 EC 1 ml l⁻¹; (3) clove oil 2.5 ml l⁻¹ + fenil organophosphat (OF) 500 ml EC 1⁻¹; (4) fenil organophosphat (OF) 500 EC 2 ml l⁻¹; (5) control. Each of the treatment to be tested on a land area of 0.25 ha (1,250 plants). The data collected was the input-output of farming each treatment, the price of inputs and outputs based on the price at the time of the research. Technical efficiency was measured by the production of dried fruit of white pepper ha⁻¹ and economic faesibility was measured by the Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), and Benefit Cost Ratio (B/C). The results showed that the synthetic

insecticides produced the greatest economic feasibility indicated by B/C ratio of 1.87 and a NPV of Rp 281,357,916,- and an IRR of 63%. Farmer's cooperator realized that bio-insecticide environmentally safe but they argued ineffective in controlling pests of pepper. It was due to the way applications, bio insecticide acquisition and control in this manner is something new for farmers pepper in Bangka. Therefore, the further development of bio-insecticide should be accompanied with the training and technical support how to manufacture and applications in the field.

Key words: *Dasynus piperis* China, clove oil, lemongrass oil, feasibility, economic

PENDAHULUAN

Propinsi Kepulauan Bangka Belitung menjadi salah satu sentra produksi utama lada di Indonesia dan dikenal di pasar internasional melalui produk lada putih dengan sebutan "Muntok White Pepper". Produktivitas lada putih cenderung menurun. Tahun 2011 produktivitas lada putih Bangka mencapai angka 1.830 kg ha^{-1} sedangkan pada tahun 2013 hanya mencapai 1.643 kg ha^{-1} .

Salah satu faktor utama penurunan produksi lada adalah serangan hama dan penyakit yang terjadi sejak pembibitan hingga produksi (Laba dan Trisawa, 2006). Salah satu hama yang menyerang lada adalah pengisap buah lada *Dasynus piperis* China (Hemiptera: Coreidae) yang dijumpai hampir di seluruh daerah pertanaman lada di Indonesia (Kalshoven, 1981), dengan tingkat kerusakan yang ditimbulkan dapat mencapai 36,80% (Laba et al., 2004). Salah satu upaya pengendalian yang sering dan mudah dilakukan petani adalah penggunaan pestisida sintetik. Menurut Trisawa (2011), pengendalian *D. piperis* dengan pestisida sintetik dilakukan dengan frekuensi satu kali sebulan sejak berbunga hingga panen atau sekitar 10 kali penyemprotan dalam setahun.

Penggunaan pestisida sintetik secara terus menerus dikhawatirkan akan menimbulkan terjadinya resistensi hama, pencemaran lingkungan, dan ditolaknya produk ekspor akibat residu pestisida. Selain itu, akan menambah biaya produksi pertanian (Djunaedy, 2009). Secara alamiah tanaman diketahui menghasilkan senyawa sekunder yang dapat dimanfaatkan untuk melindungi dirinya dari serangan Organisme

Pengganggu Tanaman (OPT). Hasil ekstraksi senyawa kimia ini berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pestisida nabati yang lebih selektif dan kurang persisten di alam, jika dibandingkan dengan bahan aktif pestisida sintetis sehingga aman bagi para petani, pengguna, dan lingkungan di sekitarnya (Regnault-Roger, 2005).

Minyak atsiri dari tanaman rempah dan obat (TRO) diketahui mengandung senyawa aktif yang dapat digunakan sebagai bahan baku pestisida. Hal ini berkaitan dengan sifatnya yang mampu membunuh, mengusir, dan menghambat hama untuk makan, serta mengendalikan penyakit tanaman. Oleh karena itu, perlu dicari metode pengendalian hama lada yang efektif dan efisien serta ramah lingkungan, yaitu dengan menggunakan pestisida nabati dari tanaman obat dan aromatik, diantaranya dari cengkeh dan seraiwangi. Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) mengandung saponin, flavonoid, tanin, minyak atsiri, eugenol efektif mengendalikan nematoda, jamur patogen, bakteri dan serangga hama (Asmaliyah et al., 2010; Manohara dan Noveriza, 1999; Wiratno, 2009). Mekanisme antimikroba eugenol antara lain mengganggu fungsi membran sel, menginaktivasi enzim, menghambat sintesis kitin, sintesis asam nukleat dan protein serta menghambat produksi energi oleh ATP (adenosine triphosphate) (Oyedemi et al., 2008). Seraiwangi adalah salah satu spesies tanaman dari keluarga Graminae, mengandung senyawa biotoksin sitrol, citronella, geraniol, nerol, farnesol, metil heptenon, dan dipentena. Farnesol adalah senyawa seskuiterpen bersifat toksik dan allergen (Grainge and Ahmed, 1988) serta berpotensi sebagai penolak berbagai serangga hama (Koul et al., 2008).

Studi kelayakan merupakan suatu kegiatan pengkajian secara sistematis dari suatu pengembangan usaha yang sudah ada, untuk menentukan kelayakan suatu usaha, berdasarkan manfaat dan keuntungan yang dihasilkan. Salah satu aspek yang sangat penting untuk studi kelayakan yaitu analisis aspek finansial, yang terdiri dari likuiditas dan pencapaian laba, taksiran biaya investasi dan modal kerja, serta sumber pendanaan. Terdapat dua metode yang dapat digunakan untuk perhitungannya, yaitu perhitungan nilai biaya dan pendapatan yang tidak memperhatikan faktor waktu terdiri atas *Revenue-Cost Ratio* (R/C), Periode pengembalian investasi (*Payback period*), dan *Break Event Point* (BEP). Sedangkan untuk analisis yang memperhatikan nilai biaya dan pendapatan, karena faktor waktu digunakan analisis *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (B/C), dan *Internal Rate of Return* (IRR) (Nurmalina et al., 2012). Tulisan ini menguraikan kelayakan ekonomi penggunaan pestisida nabati berbahan baku minyak cengkeh dan seraiwangi untuk pengendalian hama utama lada *Dasynus piperis China*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di kebun petani di daerah endemik hama yaitu desa Petaling, kecamatan Mendo Barat, Bangka pada lada berumur 4 tahun (penanaman tahun 2011), sejak Februari sampai Oktober 2014. Penelitian dirancang dengan rancangan acak kelompok (RAK), yang terdiri dari 5 perlakuan dan 5 ulangan, yaitu (1) minyak seraiwangi konsentrasi 2,5 ml l⁻¹ + minyak cengkeh 2,5 ml l⁻¹; (2) minyak seraiwangi 2,5 ml l⁻¹ + pestisida sintetis 1 ml l⁻¹; (3) minyak cengkeh 2,5 ml l⁻¹ + pestisida sintetis 1 ml; (4) pestisida sintetis 2 ml l⁻¹; (5) Kontrol (tanpa pengendalian). Pestisida sintetis yang digunakan adalah insektisida dengan bahan aktif fenil organophosphat (OF) 500 EC.

Masing-masing perlakuan diujikan pada lahan seluas 0,25 ha, dengan jarak tanam 1 m x 2 m. Aplikasi pestisida dilakukan dengan meng-

gunakan alat semprot mini *knapsack sprayer* yang bertekanan 4 atm. Setiap penyemprotan dilakukan dengan cara mengarahkan nozzle ke buah tempat imago dan nimfa *D. piperis*. Awal aplikasi dilakukan sejak tanaman lada berbuah (dengan asumsi belum ada serangan). Penyemprotan dilaksanakan tujuh kali dengan interval dua minggu.

Data yang dikumpulkan adalah input-output usahatani dari masing-masing perlakuan, serta pendapat petani tentang pestisida nabati uji. Harga dan biaya produksi serta hasil lada berdasarkan harga pada saat penelitian dilakukan, serta data pendukung lainnya. Analisa data dilakukan secara diskriptif. Pengukuran kelayakan ekonomi penggunaan pestisida nabati untuk pengendalian hama lada menggunakan dua pendekatan, yaitu dengan mengukur tingkat efisiensi teknis dan kelayakan ekonomis. Efisiensi teknis diukur berdasarkan produksi buah lada putih kering yaitu potensi produksi lada putih kering yang dihasilkan per satuan luas, agar tidak terjadi bias produksi maka perhitungan potensi produksi per hektar berdasarkan rata-rata produksi hektar panen⁻¹ dikalikan 3 kali panen tahun⁻¹, dengan faktor koreksi berat basah biji lada ke berat kering lada putih sebesar 70%. Kelayakan ekonomi diukur berdasarkan kriteria yang digunakan untuk menentukan kelayakan usahatani yaitu *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Benefit Cost Ratio* (B/C) (Nurmalina et al., 2009), yang dirumuskan sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t}$$

$$B/C \text{ rasio} = \frac{\sum_{t=1}^n Rt}{\sum_{t=1}^n Ct}$$

$$IRR = i' + \frac{NPV}{NPV' + NPV''} (i' - i'')$$

Apabila B/C rasio lebih besar dari satu, NPV lebih besar dari 0, dan IRR lebih besar dari tingkat bunga bank yang berlaku, berarti pengendalian hama tersebut layak dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efisiensi teknis

Terdapat kecenderungan pengendalian menggunakan pestisida sintetik (fenil organophosphat (OF) 500 EC) baik pada perlakuan tunggal maupun campuran dengan pestisida nabati menghasilkan potensi produksi yang lebih tinggi dari pada potensi produksi lada yang hanya dikendalikan dengan pestisida nabati atau kontrol. Potensi produksi dengan cara pengendalian tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan potensi produksi petani peserta Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu lada di Bangka tahun 2004 yaitu sebesar 1.148,75 kg ha⁻¹ (Agustian dan Hutabarat, 2005).

Potensi produksi tertinggi dicapai pada perlakuan pengendalian menggunakan OF 500 EC 2 ml l⁻¹ (Tabel 1). Produksi yang tinggi pada usahatani menggunakan OF mungkin disebabkan kemampuan pestisida tersebut lebih baik dalam pengendalian hama (Tabel 2), OF merupakan pestisida sintetik serangga muda, sehingga pengendalian hama dilakukan mulai saat hama masih dalam bentuk nimfa, dan bahan aktifnya bekerja melalui kulit atau menembus saluran darah (Budiyo, 2012). Minyak seraiwangi dan cengkeh merupakan pestisida yang berdaya kerja menolak (*repellent*) dan kontak (Trongkotit *et al.*, 2005; Yan *et al.*, 2002). Sitronella yang dikandung seraiwangi tidak membunuh serangga secara cepat, tetapi berpengaruh terhadap pengurangan nafsu makan, pertumbuhan, daya reproduksi, proses ganti kulit, penghambatan menjadi serangga dewasa, dan sebagai pemandul. Hal serupa juga terdapat pada eugenol yang dikandung oleh cengkeh (Kim *et al.*, 2004; Thorsell *et al.*, 2006). Tetapi OF lebih toksik terhadap hewan-hewan bertulang belakang termasuk

Tabel 1. Potensi produksi lada kering.
Table 1. Potential production of dry pepper.

No.	Perlakuan	Potensi produksi kg ha tahun ⁻²
1	Minyak seraiwangi 2,5 ml l ⁻¹ + minyak cengkeh 2,5 ml l ⁻¹	1.260
2	Minyak seraiwangi 2,5 ml l ⁻¹ + fenil organophosphat 500 EC 1 ml l ⁻¹	1.725
3	Minyak cengkeh 2,5 ml l ⁻¹ + fenil organophosphat 500 EC 1 ml l ⁻¹	1.625
4	Fenil organophosphat 500 EC 2 ml l ⁻¹	1.980
5	Kontrol	1.060

Tabel 2. Tingkat serangan *D. piperis* sebelum dan sesudah perlakuan (%).
Table 2. *D. piperis* attack level before and after treatment (%).

No.	Perlakuan	Minggu pertama		Minggu ke-tujuh	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Minyak seraiwangi 2,5 ml l ⁻¹ + minyak cengkeh 2,5 ml l ⁻¹	2,0	1,2	2,8	0,4
2	Minyak seraiwangi 2,5 ml l ⁻¹ + fenil organophosphat 500 EC 1 ml l ⁻¹	3,0	0,2	0,8	0,8
3	Minyak cengkeh 2,5 ml l ⁻¹ + fenil organophosphat 500 EC 1 ml l ⁻¹	4,2	1,4	3,8	0,6
4	Fenil organophosphat 500 EC 2 ml l ⁻¹	5,2	0,6	3,6	0,0
5	Kontrol	4,4	3,6	7,8	2,4

manusia, karena mempengaruhi sistem syaraf (Karalliedde, 2001).

Kelayakan ekonomi

Perlakuan pengendalian hama penghisap buah lada dilakukan pada areal pertanaman lada milik petani di desa Petaling Bangka yang ditanam pada tahun 2011. Dengan kondisi tersebut sampai tahun ke tiga (sebelum dilakukan penelitian pengendalian) biaya usahatani dan produksi yang dihasilkan pada semua petak percobaan relatif sama (Tabel Lampiran 1).

Varietas lada yang ditanam petani adalah jenis lada Lampung berdaun lebar dengan tiang panjat hidup dan pengadaan benih lada ini umumnya bersumber dari petani sendiri atau petani sekitar yang memproduksi benih setek. Meskipun secara umum budidaya lada di Bangka menggunakan tiang panjat mati, akan tetapi petani di lokasi penelitian menggunakan tiang panjat hidup dengan alasan harga tiang panjat mati terlalu mahal.

Pembiayaan sarana produksi pada kegiatan usahatani lada di daerah penelitian sepenuhnya dari swadana petani, karena tidak ada paket kredit program dari pemerintah, demikian pula pola kemitraan dengan pengusaha. Oleh sebab itu, tingkat pemeliharaan dan pemupukan akan sangat dipengaruhi oleh tingkat harga jual ladanya. Pada saat harga lada tinggi, tanaman akan terpelihara dan pupuk yang diberikan cukup, akan tetapi saat

harga lada turun, biasanya pemberian pupuk juga menjadi terbatas. Pada saat penelitian dilakukan harga lada sekitar Rp 90.000,- sehingga petani melakukan pemeliharaan dan melakukan pemupukan tanaman secara optimal sesuai dengan SOP lada anjuran (Zaubin et al., 2001).

Pada umur tanaman lada empat tahun, biaya usahatani dan pendapatan lada setelah dilakukan perlakuan menggunakan pestisida nabati dan pestisida sintetik beragam, biaya terbesar pada perlakuan pengendalian menggunakan campuran pestisida nabati yaitu sebesar Rp 22.600.000,- ha⁻¹. Sedangkan biaya terendah pada perlakuan kontrol yaitu Rp 12.100.000,- ha⁻¹ (Tabel Lampiran 2). Pendapatan kotor (sebelum dikurangi biaya), tertinggi dicapai pada pengendalian dengan menggunakan pestisida sintetik OF yaitu sebesar Rp 178.200.000,- (Tabel Lampiran 2).

Selisih biaya saprodi usahatani lada menggunakan pestisida sintetik lebih rendah dibandingkan dengan campuran pestisida nabati dan pestisida sintetik. Hal ini karena pengendalian hama lada dengan menggunakan pestisida nabati memerlukan dosis yang lebih tinggi dan aplikasi lebih sering agar efektivitasnya menyamai pengendalian dengan pestisida sintetik. Akan tetapi selisih total biaya pengendalian dengan menggunakan pestisida sintetik terhadap kontrol tertinggi dibandingkan dengan usahatani dengan pengendalian lainnya (Tabel 3) karena volume

Tabel 3. Perbedaan biaya dan pendapatan usahatani lada dengan pestisida nabati dan sintetik terhadap usahatani yang dilakukan petani (kontrol) pada tahun ke-empat.

Table 3. The difference costs and farm income of pepper with botanical and synthetic pesticides to farming farmers do in the fourth year.

No	Selisih terhadap budidaya petani (kontrol)	Minyak seraiwangi 2,5 ml l ⁻¹ + minyak cengkeh 2,5 ml l ⁻¹		Minyak seraiwangi 2,5 ml l ⁻¹ + pestisida sintetik 2,5 ml l ⁻¹		Minyak cengkeh 2,5 ml l ⁻¹ + pestisida sintetik 2,5 ml l ⁻¹		Pestisida sintetik 2 ml l ⁻¹	
		Nilai	(%)	Nilai	(%)	Nilai	(%)	Nilai	(%)
1	Biaya								
	- Tenaga kerja (Rp.)	4.800.000	20,17	10.000.000	42,02	9.000.000	37,82	12.400.000	52,10
	- Bahan/saprodi (Rp.)	10.500.000	86,78	8.610.000	71,16	8.610.000	71,16	6.720.000	55,54
	- Total (Rp.)	15.300.000	42,62	18.610.000	51,84	17.610.000	49,05	19.120.000	53,26
2	Hasil								
	- Produksi (Kg)	200	18,87	665	62,74	565	53,30	920	86,79
	- Pendapatan bersih (Rp.)	18.000.000	18,87	59.850.000	62,74	50.850.000	53,30	82.800.000	86,79

produksi menggunakan pestisida sintetik terbesar, menyebabkan biaya panen dan pasca panen juga tinggi. Salah satu sifat pestisida nabati adalah daya urai yang cepat. Sifat ini mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya adalah tidak meninggalkan residu pada produk pertanian sehingga lebih aman untuk dikonsumsi karena berkurangnya daya racun pestisida tersebut. Akan tetapi karena penurunan efikasi yang cepat maka perlu aplikasi lebih sering agar daya berantasnya efektif (Dadang dan Prijono, 2008).

Analisis ekonomi menunjukkan bahwa usahatani lada dengan beberapa cara pengendalian hama penghisap menghasilkan kelayakan ekonomi yang bervariasi. Pengendalian yang paling layak untuk dilakukan adalah menggunakan pestisida sintetik OF (Tabel 4) akan tetapi karena resiko terhadap lingkungan maka direkomendasikan untuk melakukan pengendalian menggunakan perpaduan antara pestisida nabati dan sintetik. Meskipun menghasilkan kelayakan lebih rendah dibandingkan dengan pengendalian menggunakan pestisida sintetik, akan tetapi produksi lada, nilai pendapatan bersih, B/C rasio, NPV dan IRR pengendalian menggunakan campuran pestisida sintetik dan pestisida nabati lebih tinggi dibandingkan dengan lada yang dikendalikan hama pengisap buahnya hanya menggunakan pestisida nabati dan kontrol (Tabel 4).

Pada tingkat suku bunga 18% selama 4 tahun masa produksi dan harga lada putih kering Rp 90.000,-, penggunaan pestisida OF menghasilkan B/C rasio 1,87 dan NPV Rp 281.357.916,- dan

IRR sebesar 63%. Pada usahatani lada dengan pengendalian hama buah lada menggunakan campuran pestisida nabati dan pestisida sintetik atau pestisida sintetik saja, menghasilkan B/C rasio, NPV, dan IRR yang lebih tinggi dibandingkan dengan usahatani lada di Kabupaten Lahat Sumatera Selatan dengan B/C rasio 1,5 NPV Rp 46.311.732,- dan IRR 37,5% (Sumantri *et al.*, 2004).

Salah satu permasalahan yang berpengaruh terhadap peningkatan produksi lada adalah tingkat serangan OPT, hal ini disadari oleh petani, sehingga mereka berupaya untuk mengendalikan OPT. Walaupun tingkat serangan OPT dibawah ambang ekonomi, pada saat harga lada tinggi petani tetap melakukan pemberantasan OPT.

Pengendalian OPT yang biasa dilakukan petani adalah dengan menggunakan pestisida kimia dengan alasan mudah diperoleh, reaksinya cepat, dan OPT cepat mati. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Ekawati *et al.* (2011), yang menunjukkan bahwa petani akan melakukan suatu tindakan yang dianggap baik dan bermanfaat pada usahataniya didasarkan pada faktor tepat guna. Pestisida merupakan racun yang mempunyai nilai ekonomis terutama bagi petani. Pestisida memiliki kemampuan membasmi organisme selektif (target organisme), tetapi pada praktiknya pemakaian pestisida dapat menimbulkan bahaya pada organisme non target.

Hasil observasi dan diskusi dengan petani menunjukkan bahwa pengetahuan petani tentang pestisida nabati hanya pada tingkatan pernah

Tabel 4. Kelayakan usahatani pengendalian *D.piperis* dengan pestisida nabati dan sintetik per ha.
Table 4. The Feasibility of *D. piperis* control with bio-pesticide and synthetic insecticide on pepper farming system per ha.

No	Cara pengendalian	Kriteria kelayakan		
		B/C	NPV (Rp.)	IRR (%)
1	Minyak seraiwangi 2,5 ml l ⁻¹ + minyak cengkeh 2,5 ml l ⁻¹	1,56	178.923.825	45
2	Minyak seraiwangi 2,5 ml l ⁻¹ + pestisida 500 EC 1 ml l ⁻¹	1,74	242.246.278	56
3	Minyak cengkeh 2,5 ml l ⁻¹ + pestisida 500 EC 1 ml l ⁻¹	1,72	231.344.022	56
4	pestisida fenil organophosphat (OF) 500 EC 2 ml l ⁻¹	1,87	281.357.916	63
5	Kontrol	1,50	156.669.638	32

mendengar bahwa beberapa tanaman dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Petani kooperator belum berupaya untuk mengetahui lebih mendalam tentang hal tersebut, karena menurut salah satu petani pestisida nabati hanya untuk tindakan preventif yaitu mengusir serangga akan tetapi tidak mematikan serangga target.

Petani kooperator menyadari bahwa pestisida nabati aman bagi lingkungan, akan tetapi karena mereka belum biasa, belum yakin akan efektivitasnya, belum mengetahui cara perolehannya serta tidak adanya insentif untuk lada organik, maka mereka berpendapat bahwa pengendalian hama dengan pestisida nabati akan lebih sulit diaplikasikan dan tidak praktis dalam penggunaannya. Untuk itu, pengembangan penggunaan pestisida nabati untuk pengendalian hama penghisap lada lebih lanjut perlu disertai dengan pelatihan cara pembuatan dan teknik aplikasi di lapang.

KESIMPULAN

Pengendalian hama buah pada usahatani lada paling efektif dan layak dilakukan menggunakan pestisida sintetik OF, ditunjukkan oleh potensi produksi sebesar 1.980 kg ha⁻¹ tahun⁻¹ pada lada umur 4 tahun, B/C rasio 1,87 dan NPV Rp 281.357.916,- dan IRR sebesar 63%. Pengendalian hama lada menggunakan campuran pestisida sintetik dan pestisida nabati meskipun daya kendalinya lambat akan tetapi masih layak untuk diaplikasikan dibandingkan dengan tanpa pengendalian (kontrol).

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian A dan B Hutabarat. 2005. Analisa tingkat penerapan dan manfaat teknologi pengendalian hama terpadu (PHT) pada usahatani lada di Propinsi Bangka Belitung. http://pse.litbang.pertanian.go.id/ind/pdf/Pros_2007-C_4.pdf. 9 hlm. [diunduh tanggal 25 Januari 2015].
- Asmaliyah EE, H Wati, S Utami, K Mulyadi, Yudhistira dan FW Sari. 2010. Pengenalan Tumbuhan Penghasil Pestisida Nabati dan Pemanfaatannya Secara Tradisional. Palembang : Kementerian Kehutanan. 58 hlm.
- Budiyo. 2012. Kajian sistematis dampak pestisida diazinon terhadap manusia, mamalia dan dampak lingkungan. Skripsi. UI. 180 p.
- Dadang dan D Priyono. 2008. Insektisida Nabati: Prinsip, Pemanfaatan, dan Pengembangan. Departemen Proteksi Tanaman. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. 163 hlm.
- Djunaedy A. 2009. Biopestisida sebagai Pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang Ramah Lingkungan. *Embryo* 6(1): 88-95.
- Ekawati I, Isdiantoni dan Z Purwanto. 2011. Faktor-faktor yang Mendasari Petani Menggunakan Pupuk Organik pada Budidaya Padi di Kabupaten Sumenep. *Jurnal Pertanian Cemara* 8(1): 8-14.
- Grainge M and S Ahmed. 1988. Handbook of Plants with Pest Control Properties. New York: John Wiley and Sons. 470 p.
- Kalshoven LGE. 1981. The Pest of Crops in Indonesia. Revised by Van der Laan. PT. Ichtar Baru – Van Hoeve. Jakarta. 701 p.
- Karalliedde. 2001. Organophosphat and health. Imperial Collage Press. London. 512 p.
- Kim SI, JH Yi, JH Tak and YJ Ahn. 2004. Acaricidal activity of plant essential oils against *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Veterinary Parasitology*. 120: 297-304.
- Koul O, S Walia and GS Dhaliwal. 2008. Essential oils as green pesticides: potential and constraints. *Biopestic. Int.* 4(1): 63-84.
- Laba IW, D Kilin dan IM Trisawa. 2004. Tingkat kerusakan dan serangan hama buah lada, *Dasynus piperis China* pada pertanaman lada di Bangka. *J Entomol Indonesia* 1(1): 34-40.
- Laba IW dan IM Trisawa. 2006. Pengelolaan ekosistem untuk pengendalian hama lada. *Perspektif* 5(2): 86-97.
- Manohara D dan R Noveriza. 1999. Potensi tanaman rempah dan obat sebagai pengendali jamur *Phytophthora capsici*. Prosiding Forum Komunikasi Ilmiah Pemanfaatan Pestisida Nabati. 406-421.
- Nurmalina R, Sarianti T dan Feryanto. 2012. Kelayakan industri bioetanol berbahan baku molases di Jawa Tengah. *Jurnal Manajemen dan Agribisnis* 9(2): 127-136.

- Oyedemi SO, Al Okoh, LV Mabinya, G Pirochenva and AJ Afolayan. 2008. The proposed mechanism of bactericidal action of eugenol, α -terpinol and γ -terpinene against *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus pyogenes*, *Proteus vulgaris* and *Escherichia coli*. *African Journal of Biotechnology* 8(7): 1280-1286.
- Regnault-Roger C. 2005. New Insecticides of Plant Origin for The Third Millenium. In: Regnault-Roger, B.J.R., C. Philogene, and C. Vincent (Eds.). *Biopesticides of Plant Origin*. Lavoisier Publishing Inc. pp. 17-35.
- Sumantri B, BS Priyono dan M Isronita. 2004. Analisa kelayakan usahatani lada di desa Kunduran, Kecamatan Ulu Musi, kabupaten Lahat Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia* 6(1): 32-42.
- Thorsell W, A Mikiver, and H Tunon. 2006. Repelling properties of some plant material on the tick *Ixodes ricinus* L. *Phytomedicine*. 13: 132-134.
- Trisawa IM. 2011. Kajian Ekologi Parasitoid *Anastatus dasynus* FERR. (Hymenoptera; Eupelmidae) sebagai Dasar Pengendalian Hayati Kepik Pengisap Buah Lada *Dasynus piperis* China (Hemiptera: Coreidae). Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 104 hlm.
- Trongkotit Y, CF Curtis and Y Rongsriyam. 2005. Efficacy of repellent products against caged and free flying *Anopheles stephensi* mosquitoes. *Southeast Asian J Trop Med Public* 36(6): 1423-1431.
- Yan H, SH Ho, HC Lee and YL Yap. 2002. Insecticidal properties of eugenol, isoeugenol, and methyleugenol and their effects on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castenum* Herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Products* 38(5): 403-412.
- Wiratno. 2009. Cengkeh berpotensi sebagai pestisida nabati. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 31(6): 5-7.
- Zaubin R, A Wahyudi dan YT Yuhono. 2001. Profil usahatani lada dan pengembangannya. Prosiding Simposium Rempah Indonesia. Hlm. 159-176.

Tabel Lampiran 1. Biaya usahatani dan produksi lada putih kering tahun 1 sampai 3 per ha.
Attachment Table 1. The cost of farming and production of white pepper in first to third year of production per ha.

No	Uraian	Satuan	Tahun 1		Tahun 2		Tahun 3		Tahun 4		
			Harga/ satuan (Rp)	Volume	Nilai	Volume	Nilai	Volume	Nilai	Volume	Nilai
I. Upah											
1	Pembukaan lahan	HOK	100.000	66	6.600.000						
2	Mengajir (1x2 m)	HOK	100.000	60	6.000.000						
3	Membuat dan menutup lubang tanam	HOK	100.000	75	7.500.000						
4	Mencampur tanah dan pupuk kandang	HOK	100.000	3	300.000						
5	Menanam tiang penegak	HOK	100.000	45	4.500.000						
6	Menanam stek/bibit lada	HOK	100.000	5	500.000						
7	Membuat drainase	HOK	100.000	15	1.500.000		0		0		0
8	Memupuk	HOK	100.000	7	700.000	13	1.300.000	18	1.800.000	45	4.500.000
9	Memangkas sulur lada	HOK	100.000	10	1.000.000	15	1.500.000	15	1.500.000	30	3.000.000
10	Pemeliharaan kebun	HOK	100.000	30	3.000.000	30	3.000.000	30	3.000.000	60	6.000.000
11	Panen	HOK	100.000	32	3.200.000	48	4.800.000	64	6.400.000	64	6.400.000
12	Prosesing	HOK	100.000	19	1.900.000	29	2.900.000	39	3.900.000	39	3.900.000
Sub Total					34.800.000	13.500.000		16.600.000		23.800.000	
II. Bahan dan Alat											
1	Bambu pengajir	batang	250	150	37.500						
2	Pupuk pengajir	Ton	500.000	5	2.500.000						0
3	Pupuk organik	Kg	4.500								0
	Pupuk an-organik	Kg	4.000	50	200.000	750	3.000.000	1.000	4.000.000	1.000	4.000.000
	Urea	Kg	4.500	50	225.000	750	3.375.000	1.000	4.500.000	1.000	4.500.000
	TSP	Kg	3.200	50	160.000	750	2.400.000	1.000	3.200.000	1.000	3.200.000
	Phonska	Kg	3.200	50	160.000	750	2.400.000	1.000	3.200.000	1.000	3.200.000
4	Stek pohon dadap cangkring	batang	10.000	6.000	60.000.000						
5	Stek bibit lada	batang	10.000	5.000	50.000.000						
6	Peralatan (cangkul, gunting, dsb)	unit	400.000	1	400.000	1	400.000	1,00	400.000	1,00	400.000
Sub Total					113.522.500	9.175.000		12.100.000		12.100.000	
Total					148.322.500	22.675.000		28.700.000		35.900.000	
III. Produksi											
		Kg	90.000	530	47.700.000	795	71.550.000	1.060	95.400.000	1.060	95.400.000

Keterangan/Note : HOK (Hari Orang Kerja/Man day).

Tabel Lampiran 2. Biaya usahatani dan pendapatan lada putih pada tahun ke-4 per ha.
Attachment Table 2. The cost of farming and production of white pepper in the fourth year of production per ha.

No	Uraian	Satuan	Minyak seraiwangi 2,5 ml l ⁻¹ + minyak cengkeh 2,5 ml l ⁻¹		Minyak seraiwangi 2,5 ml l ⁻¹ + pestisida sintetik 2,5 ml l ⁻¹		Minyak cengkeh 2,5 ml l ⁻¹ + pestisida sintetik 2,5 ml l ⁻¹		pestisida sintetik 2 ml l ⁻¹		Kontrol			
			Volume	Nilai (Rp.)	Volume	Nilai (Rp.)	Volume	Nilai (Rp.)	Volume	Nilai (Rp.)	Volume	Nilai		
I. Upah														
1	Memupuk	HOK	100,000	45	4,500,000	45	4,500,000	45	4,500,000	45	4,500,000	45	4,500,000	
2	Memangkas sulur lada	HOK	100,000	30	3,000,000	30	3,000,000	30	3,000,000	30	3,000,000	30	3,000,000	
3	Pemeliharaan kebun	HOK	100,000	60	6,000,000	60	6,000,000	60	6,000,000	60	6,000,000	60	6,000,000	
4	Pengendalian hama dan penyakit	HOK	100,000	28	2,800,000	35	3,500,000	35	3,500,000	35	3,500,000	60	6,000,000	
5	Panen	HOK	100,000	77	7,700,000	105	10,500,000	99	9,900,000	120	12,000,000	64	6,400,000	
6	Prosesing	HOK	100,000	46	4,600,000	63	6,300,000	59	5,900,000	72	7,200,000	39	3,900,000	
Sub Total			28,600,000 33,800,000 32,800,000 36,200,000 23,800,000											
II. Bahan dan Alat														
1 pupuk an-organik NPK (1:1:2)														
1	Urea	kg	4,000	1,000	4,000,000	1,000	4,000,000	1,000	4,000,000	1,000	4,000,000	1,000	4,000,000	
	TSP	kg	4,500	1,000	4,500,000	1,000	4,500,000	1,000	4,500,000	1,000	4,500,000	1,000	4,500,000	
	Phonska	kg	3,200	1,000	3,200,000	1,000	3,200,000	1,000	3,200,000	1,000	3,200,000	1,000	3,200,000	
2 Pestisida (aplikasi 7 kali/tahun)														
	- Pestisida A	liter	150,000	35	5,250,000	35	5,250,000	35	5,250,000					
	-, Pestisida B	liter	150,000	35	5,250,000	14	3,360,000	14	3,360,000	28	6,720,000			
7	Peralatan (cangkul, gunting, dsb)	unit	400,000	1,00	400,000	1,00	400,000		400,000	1,00	400,000	1	400,000	
8	Sprayer	buah	1,500,000		0		0		0		0			
Sub Total			22,600,000 20,710,000 20,710,000 18,820,000 12,100,000											
Total			51,200,000 54,510,000 53,510,000 55,020,000 35,900,000											
III. Produksi			Kg	90,000	1,260	113,400,000	1,725	155,250,000	1,625	146,250,000	1,980	178,200,000	1,060	95,400,000

Keterangan/Note : HOK (Hari Orang Kerja/Man day)

POTENSI PENGOLAHAN DAGING BUAH PALA MENJADI ANEKA PRODUK OLAHAN BERNILAI EKONOMI TINGGI

Potential of nutmeg fruit processing being various products with high value economic

Ratna Wylis Arief, Firdausil AB dan Robet Asnawi

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Lampung
Jalan Z.A. Pagar Alam No. 1A Rajabasa-Bandar Lampung
r_wylis@yahoo.co.id

(diterima 02 Januari 2015, direvisi 11 Juni 2015, disetujui 11 September 2015)

ABSTRAK

Di beberapa daerah daging buah pala dibuang sebagai limbah setelah diambil biji dan fulinya, padahal daging buah pala merupakan komponen terbesar dari buah pala segar dibanding fuli, tempurung biji, dan daging biji. Pemanfaatan daging buah pala secara optimal melalui diversifikasi produk olahan buah pala dapat meningkatkan pendapatan dan memberikan keuntungan ganda bagi petani pala. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peluang pengembangan diversifikasi pengolahan buah pala dan jenis olahan buah pala yang paling disukai oleh konsumen. Penelitian dilaksanakan di Desa Sinar Harapan, Kecamatan Kedondong, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung, sejak Maret sampai Mei 2012. Perlakuan yang diterapkan adalah pembuatan tiga jenis olahan buah pala yaitu manisan pala, sirup pala, dan selai pala dengan pembandingan manisan pepaya, sirup melon, dan selai nanas. Variabel pengamatan meliputi respon petani pala terhadap inovasi produk olahan pala, uji tingkat kesukaan konsumen/organoleptik (warna, aroma, dan rasa), dan analisis keuntungan. Data yang terkumpul dianalisis secara statistik dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari tiga jenis olahan daging buah pala yang diintroduksi, sirup pala merupakan jenis olahan buah pala yang paling disukai dan berpeluang besar untuk dikembangkan pada skala usaha di Kabupaten Pesawaran. Hasil analisis ekonomi terhadap tiga jenis olahan yang diintroduksi layak untuk dikembangkan dengan nilai R/C ratio berkisar antara 1,42 sampai 1,94.

Kata kunci: *Myristica fragrans* Houtt, diversifikasi produk, pengolahan

ABSTRACT

In some areas, meat nutmeg were discarded as waste after its taken seed and mace, and nutmeg fruits is the largest component of nutmeg fresh than fuli, shell beans, and seed. Utilization optimally of meat nutmeg through of nutmeg products diversification process can increase revenue and provide a double benefit for farmers. The objective of this experiment was to determine opportunity developing of nutmeg diversification process and nutmeg types process were most preferred by consumers. The research was conducted at Sinar Harapan village, Kedondong District, Pesawaran Regency, Lampung Province from March to May 2012. The treatment applied were manufacture of three types nutmeg process such as nutmeg sweet, nutmeg syrup, and nutmeg jam by comparison papaya sweets, melon syrup and pineapple jam. Variables observation were farmers response to innovation nutmeg, nutmeg refined products, test of consumer preference level/organoleptic (colour, flavor, and taste), and profit analysis. Data were analyzed statistically and continued with DMRT at 5% level. The results showed that the three types of meat nutmeg process were introduced, nutmeg syrup is a type of processed nutmeg most favored and has a great opportunity to be developed on the business scale in the Pesawaran Regency. The results of the economic analysis of three types processing are feasible to be developed with the R/C ratio ranged from 1.42 to 1.94.

Key words: *Myristica fragrans* Houtt, product diversification, processing

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang sangat besar, khususnya tanaman rempah dan tanaman obat, termasuk pala. Pala merupakan salah satu komoditi asli Nusantara dan kini telah tersebar luas ke penjuru dunia. Meskipun sekarang banyak negara penghasil pala, tetapi pala yang berasal dari Kepulauan Banda di Maluku tetap menjadi yang terbaik di dunia (Balitka, 2010).

Indonesia merupakan produsen utama pala terbesar didunia yang diikuti oleh Granada, dan kebutuhan pala dunia sebesar 90-95% dipenuhi oleh kedua negara tersebut. Indonesia sebagai pemasok pala terbesar di dunia berkisar antara 70-75% dengan daerah-daerah produsen utamanya adalah Provinsi Sulawesi Utara, Maluku, Sumatera Barat, Nangroe Aceh Darussalam dan Papua, disusul oleh Granada sekitar 20-25%, dan sisanya sebesar 5% diproduksi oleh Malaysia, India, dan Srilangka (Kakomole, 2012).

Pala adalah salah satu jenis rempah-rempah yang banyak digunakan dalam industri makanan, farmasi, dan kosmetik. Biji dan fuli pala (selaput biji) digunakan sebagai sumber rempah-rempah, sedangkan daging buah pala sering diolah menjadi berbagai produk pangan seperti manisan, sirup, jam, jeli, dan chutney. Nilai gizi yang terkandung dalam setiap 100 g daging buah pala adalah: kalori (42 kal); protein (0,30 g); lemak (0,20 g); karbohidrat (10,90 g); kalsium (32 mg); fosfor (24 mg); besi (1,50 mg); vitamin A (29,50 IU); vitamin C (22 mg); air (88,10 g) (Direktorat Gizi, 1981).

Upaya pengembangan agribisnis perkebunan pala perlu ditempuh melalui diversifikasi hasil perkebunan, dengan tidak saja menjual komoditas dalam bentuk produk primer tetapi juga dalam bentuk produk olahan. Demikian juga halnya dengan komoditas pala di Kabupaten Pesawaran, perlu diupayakan pengembangan melalui diversifikasi produk-produknya. Upaya diversifikasi tersebut merupakan bagian dari

kegiatan penanganan pascapanen yang harus dikembangkan sesuai dengan kebutuhan. Kegiatan penanganan pascapanen bertujuan mempertahankan mutu produk segar, agar tetap prima sampai ke konsumen, menekan kehilangan hasil (*losses*) karena penyusutan dan kerusakan, memperpanjang daya simpan, meningkatkan nilai ekonomis. Basis pengembangan industri pengolahan hasil perkebunan di pedesaan, dengan harapan selain akan memacu pertumbuhan ekonomi, daerah juga diarahkan untuk meningkatkan kesempatan kerja, pendapatan dan kesejahteraan petani serta masyarakat pedesaan pada umumnya. Untuk mendorong pengembangan industri pengolahan hasil perkebunan sebaiknya tersedia di tingkat petani dalam kawasan sentra produksi, dalam bentuk industri kecil, sarana pengolahan, kios sarana pengolahan, dan lembaga permodalan pedesaan untuk mempermudah akses masyarakat pedesaan (Ashari, 2006).

Agribisnis perkebunan pala memiliki nilai ekonomi tinggi, karena komoditas pala dalam negeri dapat memberikan kontribusi dalam perolehan devisa, membuka lapangan pekerjaan, mengatasi pengangguran dan meningkatkan kesejahteraan petani. Selain itu, hal yang perlu mendapatkan perhatian dari pemerintah maupun petani adalah daging buah pala, yang perbandingan hasil biji pala dengan daging buah pala adalah 1:4, namun daging buah pala sampai saat ini kurang mendapat perhatian, karena dianggap kurang mempunyai nilai ekonomi, jika dibandingkan dengan biji dan fulinya (Astuti, 2003), padahal daging buah pala merupakan komponen terbesar (77,9%), diban-dingkan dengan tempurung (5,1%), dan biji pala (17%) (Alegantina dan Mutiatikum, 2009).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pala biasa digunakan sebagai obat diare, kembung, serta meningkatkan daya cerna dan selera makan (Astawan, 2008). Pala juga berkhasiat sebagai korigensia, karminatif, mengatasi kejang lambung, pegel linu, susah tidur,

dan sariawan mulut (Alegantina dan Mutiatikum, 2009), juga untuk menghilangkan rasa mual, karena memiliki sifat antiemetik yaitu senyawa kimia yang bermanfaat untuk mengatasi rasa mual (Cahyo, 2012). Hasil penelitian Faridah *et al.* (2013), menunjukkan bahwa proses pengolahan sirup pala tidak menghilangkan senyawa bioaktif yang dapat berfungsi sebagai antioksidan, dan sirup pala mengandung kapasitas antioksidan setara dengan 776 mgL AEAC¹ persajian, total fenolik sebesar 141 mgL GAE¹.

Selama ini buah pala hasil kebun masyarakat di Desa Sinar Harapan, Kecamatan Kedondong, Kabupaten Pesawaran, hanya dimanfaatkan fulli dan bijinya saja sebagai rempah-rempah, sedangkan daging buahnya belum dimanfaatkan dan hanya menjadi limbah, padahal olahan daging buah pala menjadi sirup, selai, maupun manisan merupakan produk makanan yang cukup disukai dan memiliki nilai ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peluang pengembangan diversifikasi pengolahan buah pala dan jenis olahan buah pala yang disukai oleh konsumen.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Sinar Harapan, Kecamatan Kedondong, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung sejak Maret sampai Mei 2012. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah buah pala yang sudah tua, biji pala muda, gula pasir, natrium biosulfat, natrium benzoat, garam, agar-agar dan asam sitrat serta perbandingan manisan papaya, sirup melon, dan selai nanas yang diperoleh dari pasar di sekitar lokasi penelitian. Prosedur kerja pembuatan manisan pala, sirup pala, dan selai pala sebagai berikut:

Prosedur kerja pembuatan manisan pala, sirup pala, dan selai pala

Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan manisan pala, sirup pala, dan selai pala pada penelitian ini adalah buah pala yang sudah tua (*mature*), biji pala muda, gula pasir,

natrium bisulfit, natrium benzoat, garam, agar-agar, dan asam sitrat.

1. Prosedur kerja pembuatan manisan pala

Bahan:

- Daging buah pala 1 kg
- Gula pasir ½ kg
- Air putih untuk membuat larutan gula satu liter
- Natrium bisulfit 1 sdt (sedok teh) (Natrium bisulfit dapat diganti dengan kapur sirih)
- Garam 1 sdm (sendok makan)
- Air untuk merendam irisan pala 3 liter
- Natrium benzoat ½ sdt (sendok teh)

Cara membuat:

- Kupas kulit pala, pisahkan bijinya, kemudian iris tipis-tipis atau sesuai selera
- Buat larutan perendam (3 liter air + 1 sdt (sendok teh) natrium bisulfit + 1 sendok makan garam)
- Masukkan daging buah pala yang sudah diiris ke dalam larutan perendam, dan biarkan selama satu malam (12 jam)
- Cuci irisan pala yang sudah direndam sampai bersih dan tiriskan, kemudian siram dengan air panas
- Buat larutan gula (1 liter air + ½ kg gula pasir), rebus hingga mendidih dan dinginkan.
- Setelah dingin, masukkan irisan palanya dan biarkan semalam.
- Angkat pala, rebus kembali air gulanya hingga mendidih, tambahkan Natrium benzoat, dan dinginkan.
- Masukkan kembali irisan pala ke dalam larutan gula dan biarkan satu malam (12 jam)
- Manisan pala siap dinikmati

2. Prosedur kerja pembuatan sirup pala

Bahan:

- Daging buah pala 1 kg
- Fully (selaput biji) 20 g
- Biji pala muda 20 g
- Gula pasir 1 kg
- Air putih untuk membuat larutan pala 1,5 liter

Cara membuat:

- Kupas kulit pala, pisahkan bijinya, kemudian iris tipis-tipis
- Blender daging buah pala, fully, dan biji pala muda sampai halus, tambahkan air secukupnya
- Saring sari buah pala yang dihasilkan, pisahkan dengan ampasnya (penyaringan sebaiknya menggunakan kain saring)
- Tambahkan gula ke dalam sari buah pala, dan masak hingga mengental
- Dinginkan, sirup pala siap dinikmati

3. Prosedur kerja pembuatan selai pala

Bahan:

- Buah pala : 1 kg
- Gula pasir : ½ kg
- Agar-agar (pengental) : 2 g
- Asam sitrat : 1 g
- Natrium bisulfit (bisa diganti dengan garam): 1 g
- Natrium benzoat : 0,5 g

Cara membuat:

- Kupas kulit buah pala, potong kecil-kecil daging buah pala dan rendam dalam larutan Natrium bisulfit selama 20 menit
- Blender daging buah pala dengan menambahkan air bersih sebanyak 0,5 liter
- Tambahkan gula dan agar-agar, masak dengan api sedang sampai mendidih
- Tambahkan asam sitrat dan natrium benzoate, aduk terus sampai mengental
- Angkat dan dinginkan
- Siap dihidangkan sebagai olesan pada roti tawar.

Parameter pengamatan meliputi respon petani pala terhadap inovasi diversifikasi produk olahan pala, tingkat kesukaan konsumen (warna, aroma, rasa), dan analisis usaha tani. Untuk mengetahui respon petani terhadap introduksi produk olahan pala (inovasi) dilakukan dengan menggunakan kuisioner terstruktur dengan metode wawancara terhadap 30 orang responden petani pala, dan analisis data dilakukan secara diskriptif.

Untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen terhadap hasil olahan pala (manisan pala, sirup pala dan selai pala) dilakukan uji tingkat kesukaan konsumen (organoleptik) dari 20 orang panelis, menggunakan skala hedonik dengan skor 1-5, dimana skor 1 = tidak suka; 2 = agak tidak suka; 3 = netral; 4 = suka; 5 = sangat suka. Panelis terdiri dari 10 orang laki-laki dan 10 orang wanita dengan kisaran umur 30-55 tahun. Sebagai pembanding digunakan tiga jenis olahan lainnya yang banyak dijual pasar yaitu manisan pepaya, sirup melon, dan selai nanas. Data yang terkumpul dari tingkat kesukaan konsumen terhadap produk olahan pala dianalisis secara statistik dan bila terdapat perbedaan nilai tengah dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%. Untuk mengetahui kelayakan ekonominya, dilakukan analisis usahatani dari tiga jenis olahan buah pala yang diuji. Data yang terkumpul selanjutnya ditabulasi dan dianalisis dengan menggunakan analisis biaya dan keuntungan (Π) serta R/C ratio dengan rumus (Soekartawi, 1995):

$$\Pi = TR - TC$$

Dimana/Where:

- Π = Keuntungan (Rp)/Profit (IDR).
 TR = Total penerimaan adalah jumlah hasil olahan pala dikalikan dengan harga satuannya (Rp)/Reception total is total number of nutmeg incostant time to unit cost (IDR).
 TC = Total biaya adalah penjumlahan biaya usaha pengolahan pala (Rp)/Cost total is count up of effort process cost of nutmeg (IDR).

$$R/C = TR/TC$$

Dimana/Where:

- $R/C < 1$ = tidak menguntungkan/unprofitable
 $R/C > 1$ = menguntungkan/profitable

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis respon petani pala di lokasi penelitian terhadap inovasi produk olahan pala disajikan dalam Tabel 1.

Hasil analisis respon petani terhadap introduksi produk olahan pala menunjukkan bahwa 75-100% responden, setuju bahwa bahan baku pala cukup tersedia dan mereka berminat untuk mengolah daging buah pala menjadi

beberapa jenis olahan yang telah diintroduksi, walaupun belum untuk dijual, paling tidak untuk memenuhi konsumsi rumah tangganya.

Tabel 1. Hasil rata-rata respon petani terhadap introduksi produk olahan pala.

Table 1. The average of farmers response to the introduction of nutmeg products.

Parameter	Setuju (%)	Tidak setuju (%)
Bahan baku tersedia dalam jumlah yang cukup	100	0
Proses pembuatan olahan pala yang diintroduksi mudah	80	20
Menyukai produk olahan pala yang diintroduksi	90	10
Berminat untuk mengolah daging buah pala menjadi sirup, manisan, selai pala	75	25

Hasil analisis statistik tingkat kesukaan konsumen terhadap manisan pala dengan pembandingan manisan pepaya menunjukkan bahwa konsumen lebih menyukai warna dan rasa manisan pepaya dibandingkan dengan manisan pala, namun aromanya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hasil analisis tingkat kesukaan konsumen terhadap manisan pala dengan pembandingan manisan pepaya disajikan dalam Tabel 2.

Hasil analisis statistik tingkat kesukaan konsumen terhadap sirup pala dengan pembandingan sirup melon menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata dari warna, aroma, dan rasa kedua sirup yang diuji. Penerapan teknologi diversifikasi produk olahan buah pala diterapkan berdasarkan ketersediaan bahan baku, penerapan teknologi tepat guna, bernilai ekonomis, dan bermanfaat untuk kesehatan. Teknologi membuat manisan merupakan salah satu cara pengawetan makanan, perendaman buah dalam air gula menyebabkan kadar gula dalam buah meningkat dan kadar airnya berkurang, keadaan ini akan menghambat pertumbuhan mikroba perusak sehingga buah

akan lebih tahan lama. Hasil analisis tingkat kesukaan konsumen terhadap sirup pala dengan pembandingan sirup melon disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 2. Tingkat kesukaan konsumen terhadap manisan pala dengan pembandingan manisan pepaya.

Table 2. The level of consumer preferences to nutmeg sweets comparison with papaya sweets.

Sampel	Warna	Aroma	Rasa
Manisan pala	3,30 b	3,93 a	3,43 b
Manisan pepaya	4,00 a	3,85 a	3,83 a
KK (%)	14,62	10,73	10,26

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama, dan diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan DMRT pada taraf 5%.

Note: The numbers followed with the same letter in the same column are not significantly different at 5% DMRT.

Tabel 3. Tingkat kesukaan konsumen terhadap sirup pala dengan pembandingan sirup melon.

Table 3. The level of consumer preferences to nutmeg syrup comparison with melon syrup.

Sampel	Warna	Aroma	Rasa
Sirup pala	3,80 a	3,93 a	3,87 a
Sirup melon	3,87 a	4,0 a	4,13 a
KK (%)	12,64	11,53	10,06

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama, dan diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan DMRT pada taraf 5%.

Note: The numbers followed with the same letter in the same column are not significantly different at 5% DMRT.

Teknologi pembuatan sirup pala akan meningkatkan nilai tambah dari buah pala yang selama ini hanya diolah dan dijual sebagai manisan, berkhasiat untuk kesehatan dengan rasa alami buah pala dan tidak menggunakan bahan tambahan makanan yang berbahaya. Gula yang digunakan pada pembuatan sirup selain memberi rasa manis juga mempengaruhi tekstur dan penampakan yang lebih baik (Luthony, 1993). Sukrosa merupakan senyawa kimia yang memiliki rasa manis, berwarna putih, dan larut dalam air, sehingga dapat meningkatkan penerimaan rasa dari suatu makanan (Muchtadi *et al.*, 2010). Menurut Luthony (1993), di dalam sukrosa hanya terdapat kandungan kimia berupa kalori, karbohidrat, kalsium, fosfor, besi dan air, namun kandungan tersebut tidak memberikan aroma

yang khas, hanya bersifat memberikan rasa manis. Ditambahkan oleh Pratama *et al.* (2012), bahwa sukrosa tidak berpengaruh terhadap aroma yang dihasilkan, karena kandungan kimia dalam sukrosa yang terbesar hanya berupa karbohirat. *Blanching* atau perlakuan pendahuluan dapat mempengaruhi aroma dari sirup pala, karena selama proses *blanching* aroma langu dari buah pala dapat dihilangkan karena kerja enzim dinonaktifkan, sehingga dapat mempengaruhi stabilitas bahan pangan, memperbaiki flavor dan aroma, menyebabkan bahan menjadi lunak, layu, dan secara organoleptik bahan menjadi lebih baik (Muchtadi *et al.*, 2010).

Selai adalah bahan dengan konsistensi gel atau semi gel yang dibuat dari bubur buah. Konsistensi gel atau semi gel pada selai pala diperoleh dari interaksi senyawa pektin yang berasal dari buah atau pektin yang ditambahkan dari luar, gula sukrosa dan asam. Interaksi ini terjadi pada suhu tinggi dan bersifat menetap setelah suhu diturunkan. Hasil analisis tingkat kesukaan konsumen terhadap selai pala dengan pembandingan selai nanas disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Tingkat kesukaan konsumen terhadap selai pala dengan pembandingan selai nanas.

Table 4. The level of consumer preferences to nutmeg jam comparison with pineapple jam.

Sampel	Warna	Aroma	Rasa
Selai pala	3,47 a	3,13 b	3,40 b
Selai nanas	3,87 a	4,13 a	4,40 a
KK (%)	12,04	12,74	13,71

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama, dan diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan DMRT pada taraf 5%.

Note: The numbers followed with the same letter in the same column are not significantly different at 5% DMRT.

Hasil analisis statistik tingkat kesukaan konsumen terhadap selai pala dengan pembandingan selai nanas menunjukkan bahwa konsumen lebih menyukai aroma dan rasa selai nanas dibandingkan dengan selai pala, namun dari tingkat kesukaan warnanya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Buah pala mempunyai flavour yang kuat, sehingga bila diolah menjadi sirup, manisan, dan selai bisa menghasilkan produk olahan dengan bau dan rasa yang khas. Hal ini karena flavour merupakan komponen yang cukup penting sebagai penambah cita rasa pada produk pangan (Amos dan Purwanto, 2002). Menurut Jukic *et al.* (2006), aroma buah pala yang khas berasal dari komponen-komponen kimiawi yang terkandung di dalamnya seperti monoterpen hidrokarbon dan monoterpen alkohol, sedangkan komponen aroma utama yang terdapat dalam minyak pala adalah terpen, terpen alkohol, dan fenolik eter. Proses pengolahan daging buah pala sering terkendala dengan rasa sepat yang disebabkan oleh kandungan tanin yang sebagian besar terdapat dalam kulit buah. Hasil penelitian Djubaedah *et al.* (1995), menunjukkan bahwa untuk mengurangi rasa sepat pada daging buah pala, maka sebelum diolah kulit buah pala harus dikupas, selanjutnya direndam dalam larutan garam 5% atau larutan kapur 2% selama 12 jam. Sementara hasil penelitian Suhirman *et al.* (2006), menunjukkan bahwa untuk menghilangkan rasa sepat dalam buah pala dapat ditambahkan albumin (putih telur) sebanyak 1%.

Agroindustri merupakan kegiatan strategis yang menambah nilai dalam mata rantai produksi dan menciptakan keunggulan kompetitif, selain itu dapat meningkatkan nilai tambah, meningkatkan kualitas hasil, meningkatkan penyerapan tenaga kerja, meningkatkan ketrampilan produsen dan meningkatkan pendapatan (Suwarni *et al.*, 2013). Hasil analisa keuntungan pembuatan manisan pala, sirup pala, dan selai pala, disajikan dalam Tabel 5, 6, dan 7.

Hasil analisis keuntungan dalam Tabel 5, 6, dan 7, menunjukkan bahwa pengolahan buah pala menjadi manisan pala memberikan keuntungan yang tertinggi (R/C ratio: 1,94), diikuti dengan pengolahan selai pala (R/C ratio: 1,55), dan pengolahan sirup pala (R/C ratio: 1,42), namun meskipun memberikan keuntungan yang terendah, sirup pala merupakan jenis olahan buah

pala yang paling laku dalam pemasarannya, sehingga memungkinkan untuk dikembangkan pada skala yang lebih besar. Hal ini terlihat dari tingkat kesukaan konsumen terhadap sirup pala yang tidak menunjukkan perbedaan yang tidak nyata dibandingkan dengan sirup melon dari warna, aroma, dan rasanya (Tabel 3).

Bila dibandingkan harga produk olahan pala yang diintroduksi dengan produk pembandingnya (manisan papaya, sirup melon, dan selai nanas), maka produk olahan pala ini masih bisa bersaing di pasaran, karena mempunyai harga yang lebih murah. Harga-harga produk pembanding disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 5. Analisis keuntungan pembuatan manisan pala (1 kali proses).

Table 5. Profit analysis of nutmeg sweets (1 process).

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga satuan (Rp)	Nilai (Rp)
1.	Input				
	- Daging buah pala	5	kg	250	1.250
	- Gula	2,5	kg	12.000	30.000
	- Natrium bisulfit	10	g	300	3.000
	- Natrium benzoat	10	g	300	3.000
	- Bahan bakar (gas)	1	kg	5.000	5.000
	- Upah kerja	1	HOK	25.000	25.000
	- Kemasan plastik	0,5	kg	20.000	10.000
	Jumlah Input				77.250
2.	Output				
	- Manisan pala (200 g)	30	bungkus	5.000	150.000
3.	Keuntungan bersih				72.750
	R/C ratio				1,94

Tabel 6. Analisis keuntungan pembuatan sirup pala (1 kali proses).

Table 6. Profit analysis of nutmeg syrup (1 process).

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga satuan (Rp)	Nilai (Rp)
1.	Input				
	- Daging buah pala	5	kg	250	1.250
	- Gula pasir	4,5	kg	12.000	54.000
	- Fully/Sempra	1	ons	15.000	15.000
	- Biji pala muda	1	ons	6.500	6.500
	- Pewarna makanan	1	g	50	50
	- Bahan bakar (gas)	1,5	kg	5.000	7.500
	- Upah kerja	0,5	HOK	25.000	12.500
	- Kemasan botol	8	buah	200	1.600
	Jumlah Input				98.400
2.	Output				
	Sirup pala (600 ml)	8	botol	17.500	140.000
3.	Keuntungan bersih				41.600
	R/C ratio				1,42

Tabel 7. Analisis keuntungan pembuatan selai pala (1 kali proses).
Table 7. Profit analysis of nutmeg jam (1 process).

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga satuan (Rp)	Nilai (Rp)
1.	Input				
	- Daging buah pala	5	kg	250	1.250
	- Gula pasir	2,5	kg	12.000	30.000
	- Agar-agar	1	bungkus	3.000	3.000
	- Natrium bisulfit	5	g	300	1.500
	- Asam sitrat 5 g	5	g	200	1.000
	- Natrium benzoat 2,5 g	2,5	g	300	750
	- Bahan bakar (gas)	1,5	kg	5.000	7.500
	- Upah kerja	0,5	HOK	25.000	12.500
	- Kemasan plastik	0,5	kg	20.000	10.000
	Jumlah Input				67.500
2.	Output				
	- Selai pala (200 g)	30	Bungkus	3.500	105.000
3.	Keuntungan bersih				37.500
	R/C ratio				1,55

Tabel 8. Harga manisan papaya, sirup melon, dan selai nanas.

Table 8. The price of papaya sweets, melon syrup, and pineapple jam.

Jenis produk olahan	Volume	Harga (Rp)
Manisan pepaya	200 g	7.000
Sirup melon	600 ml	18.500
Selai nanas	200 g	12.000

Sumber/Source: Survey pasar lokal/local market survey.

KESIMPULAN

Ketiga jenis olahan daging buah pala yang diintroduksi (sirup, manisan, dan selai), sirup pala merupakan jenis olahan buah pala yang paling disukai dan mempunyai peluang yang paling besar untuk dikembangkan pada skala usaha di Kabupaten Pesawaran. Diversifikasi produk olahan pala mempunyai peluang dalam peningkatan pendapatan petani pala, karena hasil analisis ekonomi terhadap tiga jenis olahan yang diintroduksi, semuanya layak untuk dikembangkan dengan nilai R/C ratio berkisar antara 1,42 sampai 1,94.

DAFTAR PUSTAKA

- Alegantina S dan D Mutiatikum. 2009. Pengembangan dan Potensi Pala (*Myristica fragrans*). *Jurnal Kefarmasian Indonesia*. 1(2): 64-70.
- Amos dan W Purwanto. 2002. Hard Candy dengan Flavor dari Minyak Pala. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 4(5):1-6.
- Ashari. 2006. Potensi Lembaga Keuangan Mikro (LKM) dalam Pembangaunan Ekonomi Pedesaan dan Kebijakan Pengembangannya. *Jurnal Analisis Kebijakan Pertanian*. 4(2): 146-164.
- Astawan M. 2008. Pala, Mujaarab buat Perut. Download: <http://health.kompas.com/read/2008/09/26/16233198/Pala.Mujaarab.buat.Perut>. Diakses: 25 Maret 2013.
- Astuti J. 2003. Pemanfaatan Daging Buah Pala (*Myristica*, sp) Tua melalui Pembuatan Bubuk Spice blend. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. 109 hlm.
- Balitka. 2010. Revitalisasi Perkebunan Pala Siau, Sulawesi Utara. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 32(1): 4-6.
- Cahyo. 2012. Khasiat Buah Pala Bagi Kesehatan. Download: <http://bagi.me/2012/12/khasiat-buah-pala-bagi-kesehatan/>. Diakses: 25 Maret 2013.

- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1981. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Bharatara Karya Aksara, Jakarta. 38 hlm
- Djubaedah E, Tiara dan P Astuti. 1995. Pengaruh Perlakuan Daging Buah Pala Tua (*Myristica fragrans*, HOUTT) terhadap Mutu Sirup yang dihasilkannya. *Warta IHP*. 12(1-2): 25-29.
- Faridah DN, S Yasni, A Suswatinah dan GW Aryani. 2013. Pencirian Mutu Kimiawi dan Mikrobiologis Produk Bandrek Instan dan Sirup Buah Pala (*Myristica fragrans*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 18(1): 43-48.
- Jukic M, O Politeo and M Milos. 2006. Chemical Composition and Antioxidant Effect of Free Volatile Aglycones from Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) compared to Its Essential Oil. *Croatia Chemica Acta CCACAA*. 79(2): 209-214.
- Kakomole JB. 2012. Karakteristik Pengeringan Biji Pala (*Myristica Fragrans* H) menggunakan Alat Pengering Energi Surya Tipe Rak. Artikel. Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian-Universitas Samratulangi. 23 hlm.
- Luthony TL. 1993. Tanaman Sumber Pemanis. Penerbit: Penebar Swadaya. Jakarta. 54 hlm.
- Muchtadi TR, Sugiyono dan F Ayustaningwarno. 2010. Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan. Penerbit: Alfabeta. Bandung. 324 hlm.
- Pratama SB, S Wijana dan A Febriyanto. 2012. Studi Pembuatan Sirup Tamarillo (Kajian Perbandingan Buah dan Konsentrasi Gula). *Jurnal Industri*. 1(3): 180-193.
- Soekartawi. 1995. Analisis Usahatani. Penerbit Universitas Indonesia Jakarta.
- Suhrman S, Hadad EA, dan Lince. 2006. Pengaruh Penghilang Tanin dari Jenis Pala terhadap Sari Buah Pala. *Bul. Littro*. 17(1): 39-52.
- Suwarni N, VD Yunianto dan A Setiadi. 2013. Analisis Faktor-faktor Produksi yang Mempengaruhi Keuntungan Agroindustri Kecil Penyulingan Minyak Pala dan Dampaknya pada Pendapatan Asli Daerah Kabupaten Bogor. *Agromedia*. 31 (1): 1-11.

BULETIN PENELITIAN TANAMAN REMPAH DAN OBAT

Volume 26, 2015

INDEKS SUBJEK

- Adaptasi 11, 12, 13, 18, 23
Aktivitas enzim PAL 99, 100, 101, 103, 104, 105, 107
Analisis kelayakan dan finansial 77
Andropogon nardus 125, 126, 131
Antosianin 99, 100, 101, 106, 107
Biomasa 87, 89, 90, 92, 93, 94, 95
Cabbage 109, 110, 111, 115
Centella asiatica 87, 88, 96, 97, 98
Citronella oil 109, 110, 111
Clove oil 109, 110, 111, 113
Colletotrichum gloeosporioides 117, 119
Competitiveness 63, 64, 65, 66, 70, 71, 73, 74, 75
Crocidolomia pavonana 109, 110, 115, 116
Efektivitas 117, 119, 123
Ekstrak tanaman obat 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124
Export strategy 63
Flavonoid 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108
Fungi mikoriza arbuskula 87, 88, 91, 92, 93, 94, 96, 97
Hasil 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 22, 23, 24
Integrasi 133, 134, 135, 137, 139, 140, 141
Jahe 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62
Jamur 47
Ketahanan 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132
Klon 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132
Lahan marginal 1, 2, 3, 10
Mastitis 47, 48, 49, 52, 53
Meloidogyne spp. 55, 56, 57, 58, 59, 60
Mutu 1, 2, 3, 4, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32
Mutu fisiologis 33, 36, 37
Paclobutrazol 35, 36, 45
Pelapisan lilin 35, 36, 37, 38, 41, 44, 45
Pemupukan 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 87, 88, 92, 95, 97, 98
Pencemar pakan sapi 47, 48, 52
Pengendalian 55, 60, 61, 117, 119, 120, 122, 124
Pengkajian 133, 137, 138, 139, 141
Penyakit bercak daun 125, 126, 128, 132
Penyediaan benih 77, 78, 79, 81
Penyimpanan 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45
Perlakuan benih 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61
Pertumbuhan 1, 3, 4, 5, 6, 10, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 94, 95, 97, 98
Phyllanthus niruri 25, 26, 32, 34
Piper nigrum 63, 75
Pogostemon cablin 11, 12, 24
Polibag 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85
Productivity 63, 64, 68, 72, 74
Produksi 1, 2, 4, 7, 8, 10, 25, 26, 27, 29, 30, 32, 33
Seraiwangi-ternak sapi 133, 135, 137, 140
Simplisia 25, 26, 31
Stelechocarpus burahol 99, 107, 108
Tanaman obat 47, 48, 51, 52, 54
Total klorofil 99, 100, 101, 102, 103, 107
Usahatani 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141
Variasi somaklonal 11
World market 63, 64, 65, 68, 70, 71
Zingiber officinale 1, 2, 10, 35, 36, 45, 77, 86

INDEKS PENGARANG

Ahmad, Riza Zainuddin 47
Amalia 11
Arief, Ratna Wylis 165
Aziz, Sandra Arifin 99
Djiwanti, Setyowati Retno 55
Ermiati 63, 133
Firdausil AB 165
Ghulamahdi, Munif 87
Ghulamahdi, Munif 99
Hadipoentyanti, Endang 11
Hartoyo, Budi 87
Hasibuan, Abdul Muis 63
Idris, Herwita 117 125
Ilyas, S 35
Laba, I Wayan 109
Listyanti, Amalia Dena 143
Manohara, D 35
Mulatsih, Sri 143

Nurmansyah 117, 125
Pribadi, Ekwasita Rini 133
Rahardjo, Mono 25
Ramadhan, Bayuanggara Cahya 99
Rismayani 109
Robet, Asnawi 165
Rusmin, Devi 35
Setiawan 25
Sirait, Nursalam 11
Sudjarmoko, Bedy 63
Suhartanto, MR 35
Sujianto 77
Suwanto 143
Syukur, Cheppy 1
Trisilawati, Octivia 1, 87
Wahyudi, Agus 63, 77, 133
Widajati, E 35
Yusron, Muhammad 1

ABSTRAK

ISSN : 0215-0824

Volume 26, 2015

UDC 633.825

Cheppy Syukur, Muhammad Yusron, dan Octivia Trisilawati

(KERAGAAN KARAKTER MORFOLOGI, HASIL DAN MUTU ENAM AKSESI JAHE PUTIH KECIL DI TIGA AGROEKOLOGI BERBEDA)

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS, YIELD AND QUALITY OF SIX SMALL WHITE GINGER ACCESSIONS IN THREE DIFFERENT AGROECOLOGY

Bul. Littro. Vol. 26, No. 1, 2015, 1-10

Jahe merupakan tanaman yang memerlukan lahan subur dan pupuk dosis tinggi untuk menghasilkan rimpang yang optimal. Ketersediaan lahan subur semakin terbatas, sedangkan harga pupuk semakin tinggi, sehingga diperlukan varietas jahe yang toleran ditanam di lahan marginal dengan input pupuk rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan keragaan karakter morfologi, hasil dan mutu aksesori jahe putih kecil pada budidaya dengan input pupuk rendah, atau tumbuh baik pada kondisi lahan marginal. Evaluasi plasma nutfah jahe toleran lahan marginal dilakukan di Kabupaten Lebak (Banten), Kulonprogo (Yogyakarta) dan Bantul (Yogyakarta). Bahan tanaman yang digunakan enam aksesori jahe putih kecil (JPK), menggunakan rancangan acak kelompok diulang empat kali. Pengamatan dilakukan terhadap karakter pertumbuhan tanaman (populasi tanaman, tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, diameter batang) dan produksi rimpang segar serta kadar gingerol. Data dianalisis menggunakan ANOVA dilanjutkan dengan DMRT 0,5% apabila berbeda nyata. Hasil evaluasi keenam aksesori yang ditanam di lahan marginal dengan pemupukan dosis rendah, menunjukkan respon yang berbeda pada fase pertumbuhan maupun produksi. Aksesori 02 menunjukkan karakter diameter batang yang stabil di tiga lokasi, sedangkan aksesori lainnya tidak stabil. Aksesori 04 menunjukkan stabilitas pada karakter produksi rimpang segar dan kadar gingerol di tiga lokasi. Aksesori 04 menghasilkan bobot rimpang segar tertinggi (546,92 g rumpun⁻¹) dan kadar gingerol lebih dari 1%, sehingga aksesori 04 berpotensi untuk dikembangkan di lahan marginal dengan input pupuk rendah.

Kata kunci: *Zingiber officinale*, pertumbuhan, produksi, mutu, lahan marginal

UDC 633.85

Amalia, Nursalam Sirait dan Endang Hadipoentyanti

(STABILITAS HASIL DAN MUTU SOMAKLON HARAPAN NILAM (*Pogostemon cablin* Benth) PADA TIGA AGROEKOLOGI)

YIELD STABILITY AND QUALITY OF FIVE PROMISING PATCHOULI SOMACLONES (*Pogostemon cablin* Benth) AT THREE AGROECOLOGY

Bul. Littro. Vol. 26, No. 1, 2015, 11-24

Nilam merupakan tanaman penghasil minyak atsiri, oleh sebab itu produksi, kadar dan mutu minyak merupakan faktor penting yang menentukan keunggulan suatu varietas. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui stabilitas hasil dan mutu lima somaklon harapan nilam di tiga agroekologi. Penelitian dilaksanakan di Banten (100 m dpl), Kuningan (400 m dpl) dan Purwokerto (600 m dpl) selama dua tahun (2011 sampai 2012). Somaklon harapan A, B, C, D, E dan varietas Sidikalang sebagai pembandingan ditanam dengan rancangan acak kelompok (RAK) empat ulangan. Data perbedaan lima somaklon dianalisa menggunakan uji Duncan pada taraf lima persen. Stabilitas hasil dianalisa berdasarkan metode Eberhart dan Russell. Parameter yang diamati adalah produksi tera (basah dan kering angin), produksi minyak, kadar minyak dan mutu minyak (kadar patchouli alkohol). Hasil penelitian diperoleh somaklon harapan nilam A dan E yang stabil pada hasil tera, kadar minyak dan mutu minyak serta mampu beradaptasi pada semua tempat pengujian. Somaklon harapan nilam A unggul pada produksi tera basah per tahun 36,62 t ha⁻¹, produksi tera kering angin per tahun 12,67 t ha⁻¹, produksi minyak per tahun 356,37 kg ha⁻¹, kadar minyak 2,85%, serta kadar patchouli alkohol 32,53%. Somaklon harapan nilam E unggul pada produksi tera basah per tahun 37,73 t ha⁻¹, produksi tera kering angin per tahun 12,56 t ha⁻¹, produksi minyak per tahun 343,22 kg ha⁻¹, kadar minyak 2,78%, kadar patchouli alkohol 32,31%. Perbedaan somaklon harapan A dan E terletak pada bentuk daunnya. Somaklon harapan A mempunyai bentuk pangkal daun tumpul (obtusus), ujung daun runcing-tumpul (acutus-obtusus) serta tepi daun bergerigi tumpul (crenatus). Somaklon harapan E mempunyai bentuk pangkal daun runcing (acutus), ujung daun runcing (acutus) serta tepi daun bergerigi tajam ganda (biserratus).

Kata kunci: *Pogostemon cablin*, variasi somaklonal, hasil, mutu, adaptasi

UDC 633.88

Setiawan dan Mono Rahardjo

(RESPON PEMUPUKAN TERHADAP PERTUMBUHAN, PRODUKSI DAN MUTU HERBA MENIRAN (*Phyllanthus niruri*))

RESPONSE OF FERTILIZER ON GROWTH AND QUALITY OF *Phyllanthus niruri*

Bul. Littro. Vol. 26, No. 1, 2015, 25-34

Meniran (*Phyllanthus niruri* L.) merupakan tanaman liar berkhasiat obat, bahan bakunya sebagian besar diperoleh secara menambang. Pemupukan pada tanaman meniran dalam rangka meningkatkan produktivitas dan mutu belum banyak dilakukan. Percobaan bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk terhadap pertumbuhan dan mutu herba meniran. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Cimanggu dari Januari sampai Juni 2013. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok empat ulangan dengan delapan perlakuan pemupukan. Perlakuan pemupukan terdiri dari (1) kontrol (tanpa pupuk), (2) 20 t ha⁻¹ pupuk kandang, (3) 20 t ha⁻¹ pupuk kandang+25 kg ha⁻¹ Urea+25 kg ha⁻¹ SP-36+25 kg ha⁻¹ KCl, (4) 20 t ha⁻¹ pupuk kandang+50 kg ha⁻¹ Urea+50 kg ha⁻¹ SP-36+50 kg ha⁻¹ KCl, (5) 20 t ha⁻¹ pupuk kandang+75 kg ha⁻¹ Urea+75 kg ha⁻¹ SP-36+75 kg ha⁻¹ KCl, (6) 20 t ha⁻¹ pupuk kandang+100 kg ha⁻¹ Urea+100 kg ha⁻¹ SP-36+100 kg ha⁻¹ KCl, (7) 20 t ha⁻¹ pupuk kandang+125 kg ha⁻¹ Urea+125 kg ha⁻¹ SP-36+125 kg ha⁻¹ KCl, dan (8) 125 kg ha⁻¹ Urea+125 kg ha⁻¹ SP-36+125 kg ha⁻¹ KCl. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi simplisia kering tertinggi (265 kg ha⁻¹) diperoleh pada perlakuan pemupukan 20 t ha⁻¹ pupuk kandang+100 kg ha⁻¹ Urea+100 kg ha⁻¹ SP-36+100 kg ha⁻¹ KCl. Mutu simplisia yang dihasilkan telah memenuhi standar MMI, walaupun pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap mutu simplisia. Untuk menghasilkan simplisia kering 265 kg ha⁻¹, diperlukan 5,697 kg ha⁻¹ N, 0,477 kg ha⁻¹ P, dan 11,368 kg ha⁻¹ K. Secara kualitatif, kandungan metabolit sekunder alkaloid, tanin, saponin, flavonoid, fenolik, triterpenoid, dan glikosida simplisia meniran tidak berbeda nyata pada semua perlakuan pemupukan.

Kata kunci: *Phyllanthus niruri*, pemupukan, produksi, mutu simplisia

UDC 633.825 Devi Rusmin, MR Suhartanto, S Ilyas, D Manohara dan E Widajati (MUTU FISILOGIS RIMPANG BENIH JAHE PUTIH BESAR SELAMA PENYIMPANAN DENGAN PELAPISAN LILIN DAN APLIKASI PACLOBUTRAZOL) PHYSIOLOGICAL QUALITY OF BIG WHITE GINGER SEED RHIZOMES DURING THE STORAGE WITH WAX COATING AND PACLOBUTRAZOL APPLICATIONS Bul. Littro. Vol. 26, No. 1, 2015, 5-26 Rimpang benih jahe putih besar tidak dapat disimpan lama karena mudah berkerut dan bertunas. Untuk meningkatkan daya simpan benih jahe telah dilaksanakan percobaan yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelapisan lilin dengan aplikasi Paclobutrazol (PBZ) terhadap perubahan mutu fisiologis rimpang benih JPB selama penyimpanan. Percobaan dilaksanakan di kamar kaca dan Laboratorium Teknologi Benih, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat sejak Januari sampai September 2014. Percobaan disusun dalam rancangan petak terbagi dengan tiga ulangan. Sebagai petak utama-adalah dua suhu ruang simpan (1) (26-28°C) (RH 70-80%) dan (2) (20-22°C) (RH 65-75%), sebagai anak petak adalah perlakuan benih (1) kontrol (tanpa bahan pelapis lilin); (2) pelapisan lilin + PBZ 0 ppm, (3) pelapisan lilin + PBZ 500 ppm; (4) pelapisan lilin + PBZ 1.000 ppm; dan (5) pelapisan lilin + PBZ 1.500 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pelapisan lilin dengan aplikasi PBZ sampai 1.500 ppm belum mampu menekan penyusutan bobot rimpang benih JPB sampai empat bulan setelah simpan, baik pada suhu penyimpanan 26-28°C maupun pada suhu 20-22°C. Kombinasi pelapisan lilin dengan aplikasi PBZ 1.500 ppm pada suhu 20-22°C mampu menekan persentase rimpang bertunas sampai tiga bulan simpan dan menekan laju respirasi sampai empat bulan. Kata kunci: <i>Zingiber officinale</i>, pelapisan lilin, paclobutrazol, penyimpanan, mutu fisiologis	UDC 633.88 Riza Zainuddin Ahmad (EFEKTIVITAS EKSTRAK TANAMAN OBAT TERHADAP CENDAWAN PENYEBAB MASTITIS DAN PENCEMAR PAKAN SAPI) THE EFFECTIVITY OF HERBAL PLANT EXTRACTS TO FUNGI CAUSING MASTITIS AND CATTLE FEED CONTAMINANT Bul. Littro. Vol. 26, No. 1, 2015, 47-54 Tanaman obat berpotensi sebagai alternatif untuk menekan cemaran cendawan pada pakan sapi dan pengobatan mastitis. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan tanaman obat yang berkhasiat sebagai anti cendawan untuk mengendalikan penyakit mastitis dan pencemar pakan sapi. Penelitian dilakukan di Balai Besar Penelitian Veteriner, tahun 2013. Skrining dilakukan pada 10 jenis tanaman obat dengan membuat ekstrak etanol dari daun, umbi, rimpang dan buah. Uji daya hambat pertumbuhan cendawan dilakukan secara <i>in vitro</i> dalam cawan petri yang diinkubasi untuk diamati diameter daya hambatnya. Pengujian dilanjutkan dengan pengukuran kadar hambat minimal ekstrak dengan pengenceran 50; 25; 12,5; 6,25; 5; dan 2,5%, lalu dicampurkan dengan media agar dan cendawan uji, diinkubasi pada suhu 25 dan 37°C selama 3-5 hari untuk diamati pertumbuhannya. Hasil skrining menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih dan daun cengkeh mempunyai kemampuan daya hambat yang terbaik dibanding ekstrak tanaman lainnya. Daya hambat daun sirih terhadap pertumbuhan <i>Aspergillus flavus</i>, <i>Fusarium solani</i> dan <i>Penicillium</i> sp secara berurutan adalah 11,3; 11,3 dan 20,7 mm; sedangkan daun cengkeh adalah 29,3; 29,0 dan 37,3 mm. Daya hambat daun sirih terhadap pertumbuhan <i>Candida albicans</i>, <i>C. krusei</i>, <i>C. parapsilosis</i>, <i>C. guilliermondii</i> dan <i>Trichosporon</i> sp adalah 25,7; 17,0; 21,0; 26,3 dan 25,7 mm; sedangkan daun cengkeh adalah 19,3; 18,3; 27,5; 29,3 dan 26,3 mm. Daun sirih lebih mudah didapat dan diaplikasikan dibandingkan dengan daun cengkeh, sehingga dipilih untuk uji lanjut. Hasil uji kadar hambat minimum ekstrak daun sirih adalah 2,5%, sehingga dapat digunakan sebagai pengendali cemaran cendawan pada pakan sapi dan mastitis mikotik. Kata kunci: tanaman obat, jamur, mastitis, pencemar pakan sapi
UDC 633.825 Setyowati Retno Djiwanti (PERLAKUAN BENIH AIR PANAS, EKSTRAK MIMBA DAN JARAK KEPYAR UNTUK MENGENDALIKAN NEMATODA (<i>Meloidogyne</i> spp.) TERBAWA RIMPANG JAHE) EFFECTIVENESS OF SEVERAL SEED TREATMENT METHODS TO CONTROL RHIZOME SEED-BORNE NEMATODE <i>Meloidogyne</i> spp. OF GINGER Bul. Littro. Vol. 26, No. 1, 2015, 55-62 Benih rimpang jahe dapat membawa organisme pengganggu tanaman berbahaya seperti nematoda buncak akar, <i>Meloidogyne</i> spp. Tujuan penelitian adalah menguji pengaruh metode perlakuan benih dalam menekan serangan nematoda terbawa rimpang jahe <i>Meloidogyne</i> spp. Penelitian dilakukan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor sejak 2005 sampai 2006. Rimpang jahe terinfeksi <i>Meloidogyne</i> spp. dicuci bersih, dipotong seberat 30-40 g, kemudian diberi perlakuan (1) perendaman dalam air panas (40°C selama 20 menit dan 50°C selama 10 menit), (2) perendaman dalam larutan ekstrak nabati mimba (2,5 dan 7,5%) dan jarak (2,5 dan 7,5%), (3) perendaman dalam larutan kimia karbosulfan EC (2 ml l⁻¹ air), (4) pelapisan dengan tepung kimia karbosulfan ST (20 g kg⁻¹ rimpang) dan (5) direndam air selama dua jam (kontrol). Rimpang setelah diperlakukan, ditanam dalam polibag berisi media tanah steril di rumah kaca. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 10 ulangan. Pertumbuhan tanaman dan populasi nematoda diamati setelah jahe berumur empat bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan air panas 50°C selama 10 menit paling baik dalam menekan populasi nematoda sebesar 80,86%, diikuti perlakuan perendaman dalam larutan 2,5% ekstrak mimba (25,24%) dan pelapisan dengan tepung karbosulfan ST (23,66%). Perlakuan benih yang diuji umumnya tidak menekan pertumbuhan tanaman. Parameter tingkat populasi nematoda (dalam akar, rimpang dan tanah) lebih sensitif untuk merefleksikan keefektifan suatu perlakuan benih rimpang jahe dibandingkan parameter indeks buncak. Pada perlakuan benih terbaik yaitu air panas 50°C selama 10 menit, penekanan populasi nematoda menghasilkan nilai yang signifikan dibandingkan penekanan indeks buncak pada akar dan rimpang. Kata kunci: jahe, perlakuan benih, <i>Meloidogyne</i> spp., pengendalian	

UDC 633.841 Bedy Sudjarmoko, Agus Wahyudi, Ermianti and Abdul Muis Hasibuan (STRATEGY FOR DEVELOPING INDONESIAN PEPPER EXPORT BASED ON TRADE PERFORMANCE INDEX AND ANALYTIC HIERARCHY PROCESS) STRATEGI PENGEMBANGAN EKSPOR LADA INDONESIA BERDASARKAN TRADE PERFORMANCE INDEX DAN ANALYTIC HIERARCHY PROCESS Bul. Litro. Vol. 26, No. 1, 2015, 63-76 Production and export of Indonesian pepper in the world market has declined because of low in productivity, quality and product diversification, inefficient marketing chain and lack of technology transfer to farmers level. The study was conducted to identify and analyze export problems in pepper, and to formulate strategies and policies for pepper export development. This study used primary and secondary data. Data were analyzed with Trade Performance Index and Analytic Hierarchy Process. The results showed that the problems in Indonesian pepper export were low competitiveness and productivity, poor infrastructure, inappropriate institutional farmers and traders, high interest rates and improper policy implementation. The recommended grand strategies for pepper export development were resources optimization, infrastructure and institutional development, financing schemes, and strengthening policy implementation. Key words: <i>Piper nigrum</i>, export strategy, world market, productivity, competitiveness	UDC 633.825 Sujiyanto dan Agus Wahyudi ANALISIS KELAYAKAN DAN FINANSIAL DALAM PENYEDIAAN BENIH BERMUTU JAHE MERAH (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>rubrum</i>) FEASIBILITY AND FINANCIAL ANALYSIS OF HIGH QUALITY SEEDS PROVISION OF RED GINGER (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>rubrum</i>) Bul. Litro. Vol. 26, No. 1, 2015, 77-86 Tingginya minat petani menanam jahe merah meningkatkan permintaan benih bermutu. Benih yang sehat dan berviabilitas tinggi merupakan faktor input yang paling menentukan produktivitas tanaman disamping faktor lainnya seperti pupuk dan pestisida. Ketersediaan benih merupakan pasokan input yang secara berkelanjutan harus terjamin mutunya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa potensi dan kendala penyediaan benih jahe melalui budidaya dalam polibag, sertifikasi dan sistem mutu benih. Analisis kelayakan finansial dilakukan pada usaha agribisnis perbenihan jahe merah. Penelitian di lakukan di-Unit Pengelola Benih Sumber (UPBS) Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balittro) Bogor, Jawa Barat. Analisis kualitatif menggunakan software SWOTchart.xls berbasis Microsoft Excel. Pendekatan kuantitatif yang digunakan untuk melihat tingkat kelayakan usaha meliputi perhitungan struktur biaya, analisis R/C rasio, B/C rasio, dan <i>Net Present Value</i> (NPV). Hasil penelitian menunjukkan faktor-faktor dalam sistem budidaya perbenihan jahe merah dalam polibag secara bersama dapat memaksimalkan kekuatan (<i>strengths</i>) dan peluang (<i>opportunities</i>) serta dapat meminimalkan kelemahan (<i>weaknesses</i>) dan ancaman (<i>threats</i>). Berdasarkan analisis finansial, kegiatan usaha perbenihan jahe dalam polibag menguntungkan (<i>profitable</i>) dengan R/C rasio dan B/C rasio berturut-turut sebesar 2,13 dan 1,13 serta NPV (13%) bernilai positif. Komposisi dan jumlah total biaya perbenihan jahe dalam polibag memerlukan modal lebih tinggi dibandingkan dengan sistem budidaya konvensional. Kata kunci: <i>Zingiber officinale</i>, analisis kelayakan dan finansial, penyediaan benih, polibag
UDC 633.88 Budi Hartoyo, Octivia Trisilawati dan Munif Ghulamahdi TANGGAP PERTUMBUHAN DAN BIOMASA PEGAGAN (<i>Centella asiatica</i> (L.) Urban) PADA APLIKASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA DAN PEMUPUKAN DI TANAH ANDOSOL GROWTH AND BIOMASS RESPONSES OF ASIATIC PENNYWORT (<i>Centella asiatica</i> (L.) URBAN) TO THE APPLICATION OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AND FERTILIZER ON ANDOSOL SOIL Bul. Litro. Vol. 26, No. 2, 2015, 87-98 Penggunaan fungi mikoriza arbuskula (FMA) sebagai agensia hayati pada beberapa jenis tanaman saat ini mulai banyak mendapat perhatian. FMA diyakini berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan, perkembangan, produksi, dan mutu tanaman serta menghasilkan tanaman yang lebih tahan terhadap cekaman biotik dan abiotik. Pupuk anorganik N, P, K digunakan sebagai sumber hara esensial pada budidaya pegagan (<i>Centella asiatica</i>). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari peran dan efektivitas FMA dan pemupukan terhadap pertumbuhan dan produksi biomasa tanaman pegagan pada tanah Andosol. Percobaan dilaksanakan dengan rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial, terdiri dari 2 faktor, diulang tiga kali. Faktor pertama ialah perlakuan FMA (inokulasi FMA dan tanpa FMA). Faktor kedua ialah dosis pupuk (5 taraf: tanpa pupuk sebagai kontrol, 25% dosis pupuk optimal, 50% dosis pupuk optimal, 75% dosis pupuk optimal, dan dosis optimal). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan FMA nyata meningkatkan pertumbuhan dan produksi pegagan yaitu jumlah stolon primer 26,46%, jumlah buku 12,20% dan jumlah daun pada stolon primer terpanjang 17,94%, serta bobot kering akar 25,76%, terna 17,53% dan total 18,85%. Selain itu, pegagan yang bersimbiosis dengan FMA pada perlakuan tanpa pupuk menunjukkan serapan hara N, P, K lebih tinggi (N 24,4%; P 20,3% dan K 4,2%) dibandingkan tanpa FMA. Kata kunci: <i>Centella asiatica</i>, fungi mikoriza arbuskula, pemupukan, pertumbuhan, biomas	

UDC 633.88 Bayuanggara Cahya Ramadhan, Sandra Arifin Aziz dan Munif Ghulamahdi POTENSI KADAR BIOAKTIF YANG TERDAPAT PADA DAUN KEPEL (<i>Stelechocarpus burahol</i>) POTENTIAL BIOACTIVE CONTENT OF KEPEL LEAVES (<i>Stelechocarpus burahol</i>) Bul. Littro. Vol. 26, No. 2, 2015, 99-108 Kepel (<i>Stelechocarpus burahol</i>) merupakan tanaman yang mempunyai khasiat obat dan hingga saat ini belum banyak informasi mengenai kadar bioaktifnya. Bioaktif yang terdapat pada daun kepel salah satunya flavonoid yang dapat digunakan sebagai antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan bioaktif daun kepel pada umur daun yang berbeda. Penelitian ini dilaksanakan sejak Juni sampai November 2013 di Arboretum Lanskap IPB (Bogor, Indonesia). Bagian tanaman yang digunakan sebagai sampel yaitu daun muda, sedang dan dewasa. Rata-rata kadar bioaktif daun tanaman kepel pada masing-masing umur daun dibandingkan menggunakan uji t-student's. Hasil penelitian menunjukkan aktivitas enzim <i>phenylalanine ammonia lyase</i> (PAL) dan kadar antosianin pada daun muda relatif lebih tinggi dari daun tua dan daun sedang. Daun kepel dewasa memiliki kadar flavonoid dan total klorofil yang paling tinggi dari pada daun sedang dan daun muda. Kadar flavonoid daun kepel menurun, sedangkan kadar antosianin, aktivitas PAL dan total klorofil meningkat seiring dengan meningkatnya curah hujan. Daun kepel yang sudah dewasa dapat digunakan sebagai bahan baku obat. Kata kunci: <i>Stelechocarpus burahol</i>, aktivitas enzim PAL, antosianin, flavonoid, total klorofil	UDC 633.85 Rismayani and I Wayan Laba THE EFFECTIVITY OF CITRONELLA AND CLOVE OILS AGAINST CABBAGE CATERPILLAR <i>Crociodolomia pavonana</i> EFEKTIVITAS MINYAK SERAI WANGI DAN MINYAK CENGKEH TERHADAP HAMA KUBIS <i>Crociodolomia pavonana</i> Bul. Littro. Vol. 26, No. 2, 2015, 109-116 <i>Crociodolomia pavonana</i> is a major pest on cabbage crops. The use of chemical pesticides in pest control of <i>C. pavonana</i> is not the proper solution due to the fact that the chemical pesticides are not environmentally friendly, kill natural enemies and have negative impacts on human health. The aim of this study is to determine the effectiveness of the botanical pesticide consisting of citronella and eugenol oils to control <i>C. pavonana</i>. The treatment was conducted by using two methods based on the control target, firstly is direct spray, the larvae were sprayed and then infested onto cabbage plants. The second method is indirect spray, the larvae was infested onto cabbage plants after the plants were sprayed with botanical pesticide of citronella and eugenol. Insect mortality was observed at 1; 3; 6; 24; 48; 72 and 96 hours after applications. The results show that the botanical pesticide of citronella and eugenol at concentration of 4.0 ml l⁻¹ respectively was able to effectively control of <i>C. pavonana</i> pest on cabbage leaves. Key words: Citronella oil, clove oil, <i>Crociodolomia pavonana</i>, cabbage
UDC 633.88 Herwita Idris dan Nurmansyah EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL BEBERAPA TANAMAN OBAT SEBAGAI BAHAN BAKU FUNGISIDA NABATI UNTUK MENGENDALIKAN <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> EFFECTIVITY OF ETHANOL EXTRACT OF SOME MEDICINAL PLANTS AS RAW MATERIALS BOTANICAL FUNGICIDE FOR CONTROLLING <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Bul. Littro. Vol. 26, No. 2, 2015, 117-124 Efektivitas ekstrak etanol beberapa tanaman obat sebagai bahan baku fungisida nabati untuk mengendalikan <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> penyebab penyakit Antracnose pada tanaman buah naga, telah dilakukan di Laboratorium Parasitologi KP Balittro Laing Solok, sejak Agustus sampai Desember 2014. Penelitian menggunakan dua metode (a) Penekanan diameter koloni dengan menggunakan media Potato Dextrose Agar (PDA), (b) Penekanan biomassa koloni dengan menggunakan media Potato Dextro Broth (PDB). Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Lengkap pola faktorial masing-masing empat ulangan. Perlakuan yang diuji adalah ekstrak etanol dari sirih-sirihan, sambiloto dan gambir dengan empat tingkat konsentrasi (0,5; 1; 2 dan 3%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua ekstrak etanol tanaman obat efektif sebagai fungisida nabati untuk mengendalikan jamur <i>C. gloeosporioides</i>. Pada konsentrasi 1% ekstrak sirih-sirihan dan sambiloto 2% mampu menekan pertumbuhan diameter dan biomassa koloni <i>C. gloeosporioides</i> 100% lebih efektif dibanding ekstrak gambir dengan penekanan diameter koloni 91,26% dan biomassa koloni 83,74% pada tingkat konsentrasi yang sama. Kata kunci: efektivitas, ekstrak tanaman obat, pengendalian, <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	

UDC 633.85 Herwita Idris dan Nurmansyah KETAHANAN EMPAT KLON SERAIWANGI TERHADAP <i>Fusarium</i> sp, <i>Pestalotia</i> sp dan <i>Curvularia</i> sp PATOGEN PENYEBAB BERCAC DAUN RESISTANCE FOUR CLONES OF CITRONELAL GRASS AGAINST <i>Fusarium</i> sp, <i>Pestalotia</i> sp AND <i>Curvularia</i> sp PATHOGENS CAUSING LEAVES SPOT DISEASES Bul. Littro. Vol. 26, No. 2, 2015, 125-132 Penelitian ketahanan beberapa klon seraiwangi (<i>Andropogon nardus</i>) terhadap tiga jenis patogen penyebab penyakit bercak daun telah dilakukan di Kebun Percobaan Laing Solok sejak Maret sampai Desember 2012. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dalam faktorial masing-masing tiga ulangan. Sebagai faktor I klon seraiwangi (G113, G115, G127 dan G132), faktor II jenis patogen (<i>Fusarium</i> sp, <i>Pestalotia</i> sp, dan <i>Curvularia</i> sp). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua klon seraiwangi yang di uji toleran terhadap serangan ketiga patogen penyebab penyakit bercak daun (<i>Fusarium</i> sp, <i>Pestalotia</i> sp dan <i>Curvularia</i> sp). Klon G132 menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap <i>Fusarium</i>, dengan intensitas serangan penyakit terendah yaitu 6,10%, dan tidak berbeda nyata dengan klon G127 (6,16%), G115 (7,67%) dan klon G113 (7,21%). Klon G127 menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap <i>Curvularia</i>, dengan intensitas serangan terendah yaitu 4,70%, tidak berbeda nyata dengan klon G132 (5,14%) dan klon G115 (5,74%). Intensitas serangan penyakit tertinggi terdapat pada klon G113 (10,13%). Klon G127 juga menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap <i>Pestalotia</i> dengan intensitas penyakit terendah yaitu 4,54%, berbeda nyata dengan klon G132 (6,70%), klon G113 (8,64%) dan klon G115 (9,45%). Penyakit bercak daun mempengaruhi pertumbuhan vegetatif terhadap tinggi, jumlah daun, jumlah anakan, produksi terna dan rendemen minyak. Total geraniol dan kandungan sitronella tertinggi diperlihatkan pada klon G115 dan G127 masing-masing (81,21 dan 47,53%) serta (80,44 dan 45,26%). Kata kunci: <i>Andropogon nardus</i>, klon, ketahanan, penyakit bercak daun	UDC 633.85 Ermianti, Ekwasita Rini Pribadi dan Agus Wahyudi PENGKAJIAN USAHATANI INTEGRASI SERAIWANGI-TERNAK SAPI ASESSMENT OF INTEGRATED FARMING OF LEMON GRASS AND COW Bul. Littro. Vol. 26, No. 2, 2015, 133-141 Sistem usahatani integrasi seraiwangi-ternak sapi dapat meningkatkan nilai tambah, menjamin kelestarian sumber daya alam, meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani. Penelitian bertujuan untuk mengkaji sistem usahatani seraiwangi-ternak sapi yang dilakukan di Kebun Percobaan Manoko Lembang, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Indonesia pada April 2014. Parameter yang diamati meliputi; produksi seraiwangi, ampas hasil penyulingan minyak seraiwangi, minyak seraiwangi, kotoran sapi, harga sapi dan produksi susu sapi. Data dianalisa menggunakan analisis <i>Net Present Value</i> (NPV), <i>Benefit Cost Ratio</i> (B/C) rasio dan <i>Internal Rate of Return</i> (IRR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem usahatani seraiwangi-ternak sapi layak diusahakan dan memberi keuntungan ganda kepada petani. Untuk usahatani seraiwangi dengan total produksi sebanyak 270.000 kg ha⁻¹ (=1.755 liter minyak seraiwangi), @ Rp 500,- kg⁻¹ basah dengan DF 15% per tahun, memberikan NPV sebesar Rp 37.462.817,-, B/C rasio = 1,44 dan IRR = 35,96%. Penyulingan minyak seraiwangi berbahan bakar kayu dengan harga minyak Rp 170.000,- liter⁻¹, memberikan NPV sebesar Rp 38.947.118,-, B/C Rasio 1,28 dan IRR 29,45%. Sedangkan dengan memakai biogas memberikan NPV, B/C Rasio dan IRR lebih tinggi, masing-masing Rp 64.575.654,-, 1,55 dan 36,27%. Limbah penyulingan daun seraiwangi yang dihasilkan sekitar 44.797 kg ha⁻¹ tahun⁻¹, ini dapat digunakan sebagai pakan 5-6 ekor sapi. Untuk budidaya ternak sapi, memberikan NPV Rp 61.302.125,-, B/C Rasio 1,42 dan IRR 42,60 % selama 6 tahun. Kata kunci: pengkajian, usahatani, integrasi, seraiwangi-ternak sapi
UDC 633.85 Amalia Dena Listyanti, Sri Mulatsih dan Suwanto SIMULASI PENENTUAN SKALA EKONOMI DAN EKOLOGI SISTEM USAHATANI TERPADU SERAIWANGI DAN SAPI PERAH DI LEMBANG JAWA BARAT SIMULATION OF ECONOMIC AND ECOLOGICAL SCALE DETERMINATION OF INTEGRATED FARMING SYSTEM OF LEMONGRASS AND DAIRY CATTLE IN LEMBANG WEST JAVA Bul. Littro. Vol. 26, No. 2, 2015, 143-153 Pengembangan keterpaduan subsektor pertanian merupakan upaya untuk mewujudkan usahatani yang berkelanjutan. Integrasi tanaman seraiwangi dan sapi perah berpotensi untuk dikembangkan di tingkat petani peternak rakyat. Tujuan penelitian adalah untuk simulasi menentukan skala usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah rakyat yang memenuhi kelayakan ekonomis dan kelayakan ekologis di Lembang Jawa Barat. Studi dilaksanakan sejak April sampai Oktober 2014. Responden berasal dari pengelola dan staf Kebun Percobaan Manoko serta peternak rakyat. Metode analisis menggunakan analisis deskriptif dan analisis dinamika sistem. Berdasarkan simulasi penghitungan skala usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah rakyat, skala usahatani yang layak secara ekonomi maupun ekologi berdasarkan kecukupan pupuk kandang adalah dengan luas minimum lahan tanaman seraiwangi seluas 3.000 m² dan kepemilikan sapi perah sebanyak 3 ekor. Usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah tidak menggunakan pupuk dan pestisida kimia. Usahatani terpadu seraiwangi dan sapi perah memiliki nilai positif karena mampu meminimalisir pencemaran lingkungan dan mengurangi ketergantungan input dari luar. Kata kunci: Seraiwangi, sapi perah, usahatani terpadu, model	

UDC 633.841

Ekwasita Rini Pribadi, I Wayan Laba, Rohimatun, Kiki Yolanda, dan Mahrita Willis

KELAYAKAN EKONOMI PENGENDALIAN HAMA PENGISAP BUAH LADA (*Dasynus piperis* China) DENGAN PESTISIDA NABATI BERBAHAN AKTIF MINYAK SERAIWANGI DAN CENGKEH

THE ECONOMIC FEASIBILITY ON PEST CONTROL OF *Dasynus piperis* China WITH BOTANICAL PESTICIDE BASED ACTIVE COMPOUND OF LEMON GRASS AND CLOVE

Bul. Littro. Vol. 26, No. 2, 2015, 155-162

Pengisap buah lada (*Dasynus piperis*) merupakan salah satu hama utama lada, yang dapat dikendalikan dengan pestisida. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kelayakan teknis dan ekonomi penggunaan minyak seraiwangi dan cengkeh dipadukan dengan pestisida sintetik untuk mengendalikan hama penghisap buah lada. Penelitian dilaksanakan di kebun petani di di desa Petaling, kecamatan Mendo Barat, Bangka pada lada berumur 4 tahun, sejak Pebruari sampai Oktober 2014. Penelitian dirancang dengan rancangan acak kelompok, terdiri dari lima perlakuan dan lima ulangan (1) minyak seraiwangi konsentrasi 2,5 ml l⁻¹ + minyak cengkeh 2,5 ml l⁻¹; (2) minyak seraiwangi 2,5 ml l⁻¹ + fenil organophosphat (OF) 500 EC 1 ml l⁻¹; (3) minyak cengkeh 2,5 ml l⁻¹ + fenil organophosphat (OF) 500 EC 1 ml l⁻¹; (4) fenil organophosphat (OF) 500 EC 2 ml l⁻¹; (5) Kontrol. Masing-masing perlakuan diujikan pada lahan seluas 0,25 ha (1.250 tanaman). Data yang dikumpulkan adalah input-output usahatani, harga masukan dan keluaran berdasarkan harga pada saat penelitian dilakukan. Efisiensi teknis diukur berdasarkan produksi buah lada putih kering ha⁻¹ dan kelayakan ekonomi diukur berdasarkan *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Benefit Cost Ratio* (B/C). Hasil penelitian menunjukkan penggunaan pestisida sintetik OF menghasilkan kelayakan ekonomi yang terbesar ditunjukkan oleh B/C rasio 1,87 dan NPV Rp 281.357.916,- dan IRR sebesar 63%. Petani menyadari penggunaan insektisida nabati aman bagi lingkungan tetapi mereka berpendapat kurang efektif dalam pengendalian hama lada. Hal tersebut karena cara aplikasi, perolehan insektisida nabati dan pengendalian dengan cara ini adalah sesuatu yang baru bagi petani lada di Bangka. Oleh karena itu pengembangan lebih lanjut perlu disertai dengan pelatihan cara pembuatan dan teknik aplikasi di lapang.

Kata kunci: *Dasynus piperis* China, minyak cengkeh, minyak seraiwangi, kelayakan, ekonomi

UDC 633.834

Ratna Wylis Arief, Firdausil AB dan Robet Asnawi

POTENSI PENGOLAHAN DAGING BUAH PALA MENJADI ANEKA PRODUK OLAHAN BERNILAI EKONOMI TINGGI

POTENTIAL OF NUTMEG FRUIT PROCESSING BEING VARIOUS PRODUCTS WITH HIGH VALUE ECONOMIC

Bul. Littro. Vol. 26, No. 2, 2015, 165-173

Di beberapa daerah daging buah pala dibuang sebagai limbah setelah diambil biji dan fulinya, padahal daging buah pala merupakan komponen terbesar dari buah pala segar dibanding fuli, tempurung biji, dan daging biji. Pemanfaatan daging buah pala secara optimal melalui diversifikasi produk olahan buah pala dapat meningkatkan pendapatan dan memberikan keuntungan ganda bagi petani pala. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peluang pengembangan diversifikasi pengolahan buah pala dan jenis olahan buah pala yang paling disukai oleh konsumen. Penelitian dilaksanakan di Desa Sinar Harapan, Kecamatan Kedondong, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung, sejak Maret sampai Mei 2012. Perlakuan yang diterapkan adalah pembuatan tiga jenis olahan buah pala yaitu manisan pala, sirup pala, dan selai pala dengan pembanding manisan pepaya, sirup melon, dan selai nanas. Variabel pengamatan meliputi respon petani pala terhadap inovasi produk olahan pala, uji tingkat kesukaan konsumen/organoleptik (warna, aroma, dan rasa), dan analisis keuntungan. Data yang terkumpul dianalisis secara statistik dan dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari tiga jenis olahan daging buah pala yang diintroduksi, sirup pala merupakan jenis olahan buah pala yang paling disukai dan berpeluang besar untuk dikembangkan pada skala usaha di Kabupaten Pesawaran. Hasil analisis ekonomi terhadap tiga jenis olahan yang diintroduksi layak untuk dikembangkan dengan nilai R/C ratio berkisar antara 1,42 sampai 1,94.

Kata kunci: *Myristica fragrans* Houtt, diversifikasi produk, pengolahan