

ISSN : 2356-1297

d.h. Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri
Bulletin of Research on Spice and Industrial Crops
ISSN : 2085-1685

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops

Volume 1, Nomor 2, Juli 2014

Terakreditasi No. 504/AU1/P2MI-LIPI/10/2012
Tanggal 1 Oktober 2012

J. TIDP	Vol. 1	No. 2	Halaman 62-124	Bogor, Juli 2014	ISSN : 2356-1297
----------------	---------------	--------------	-----------------------	-------------------------	-------------------------



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

Jurnal TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR

Journal of Industrial and Beverage Crops

Dahulu **Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri**, terbit pertama kali tahun 2008 memuat karya tulis ilmiah hasil penelitian dan tinjauan hasil penelitian tentang tanaman rempah dan industri. Sejak tahun 2014 berganti nama menjadi **Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar** yang melaporkan hasil penelitian tanaman industri dan penyegar yang belum pernah dipublikasikan. Terbit tiga nomor dalam setahun, setiap bulan Maret, Juli, dan November.

Volume 1, Nomor 2, Juli 2014

Terakreditasi No. 504/AU1/P2MI-LIPI/10/2012

Tanggal 1 Oktober 2012

PENANGGUNG JAWAB

Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

DEWAN EDITOR

Ketua

Dr. Ir. Rubiyo, M.Si - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Budidaya Tanaman)

Anggota

Dr. Ir. Rr. Sri Hartati, MP - Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan (Pemuliaan)

Dr. Ir. Samsudin, M.Si - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Entomologi)

Dr. Rita Harni, M.Si - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Fitopatologi)

Ir. Edi Wardiana, M.Si - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Metodologi/Statistika)

EDITOR PELAKSANA

Abdul Muis Hasibuan, SP, M.Si - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Widi Amaria, SP, MP - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Dani, M.Sc - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Arifa Nofriyaldi Chan - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

MITRA BESTARI

Prof. Ir. I. G. A. Mas Sri Agung, M.Rur.Sc, PhD - Universitas Udayana (Ekofisiologi)

Prof. Dr. Ir. Sudarsono, M.Sc - Institut Pertanian Bogor (Biologi Molekuler/Pemuliaan)

Prof (R). Dr. Ir. I Wayan Rusastra, MS - Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian (Agroekonomi)

Prof. Dr. Ir. Rita Nurmalina, MS - Institut Pertanian Bogor (Agribisnis)

Prof (R). Dr. Supriadi, M.Sc - Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Fitopatologi)

Prof (R). Dr. Elna Karmawati, MS - Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan (Entomologi)

Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr - Institut Pertanian Bogor (Pasca Panen)

Alamat Redaksi

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Jl. Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

Telp. (0266)7070941/533283 Faks. (0266) 6542087

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

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

Sumber Dana

DIPA 2014 Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

PENERBIT

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

PENGANTAR EDITOR

Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar sebagai media komunikasi penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, menyajikan hasil-hasil penelitian yang menjadi mandat institusi di bidang pemuliaan dan bioteknologi, agronomi, fisiologi, ekologi, entomologi dan fitopatologi tanaman industri dan penyegar.

Pada Volume 1 Nomor 2 ini menyajikan 8 makalah yang meliputi: 1 makalah komoditas teh di bidang pemuliaan, 2 makalah kakao di bidang hama dan pemuliaan, 2 makalah kopi di bidang pemuliaan, dan 3 makalah karet di bidang penyakit dan budidaya.

Semoga Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar ini dapat memberikan sumbangan yang nyata bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta teknologi terapannya di bidang perkebunan.

Ketua Dewan Editor

Jurnal TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR

Journal of Industrial and Beverage Crops

Volume 1, Nomor 2, Juli 2014

UDC 633.72-152.401

Budi Martono dan Rudi T. Setiyono

Skrining Fitokimia Enam Genotipe Teh

J. TIDP 1 (2), 63-68

Juli, 2014

Skrining fitokimia dimaksudkan untuk melakukan evaluasi pendahuluan tentang kandungan kimia pada teh (*Camellia sinensis*). Selain itu, teh mengandung katekin yang dapat digunakan sebagai petunjuk kualitas dari daun teh. Penelitian bertujuan mengetahui kandungan senyawa aktif dan kadar katekin pada teh. Penelitian dilaksanakan mulai bulan April sampai dengan Juni 2012 di laboratorium Pengujian Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor. Skrining fitokimia pucuk peko dengan dua daun (p+2) dilakukan berdasarkan prosedur dari Materia Medika Indonesia (MMI), sedangkan analisis katekin dengan menggunakan metode SNI gambir. Penelitian disusun berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL), enam perlakuan dengan empat ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah enam genotipe teh (Tbs 1, Tbs 2, Hibrid, Cin 143, Rb 3, dan Kiara 8). Hasil penelitian menunjukkan keenam genotipe yang diuji mengandung senyawa alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavanoid, steroid, dan glikosida. Genotipe Tbs 1, Hibrid, dan Kiara 8 positif mengandung senyawa triterpenoid, sedangkan Tbs 2, Rb 3, dan Cin 143 negatif. Genotipe Tbs 1 dan Tbs 2 memiliki kandungan katekin paling tinggi (kecuali bagian ruas+tangkai daun) dibandingkan dengan empat genotipe lainnya. Pucuk peko, daun pertama, dan daun kedua pada genotipe Tbs 1 memiliki kadar katekin masing-masing 17,92%, 11,73%, dan 14,67%, sedangkan pada genotipe Tbs 2 masing-masing 18,22%, 13,48%, dan 15,81%. Kadar katekin terendah dihasilkan oleh bagian ruas+tangkai daun pada genotipe Rb 3 (1,78%). Pucuk peko menghasilkan kandungan katekin bervariasi antara 8,36%-18,22%, lebih tinggi dibandingkan dengan daun pertama, daun kedua, dan bagian ruas + tangkai daun.

Kata kunci: *Camellia sinensis*, fitokimia, genotipe, katekin, pucuk peko

UDC 663.74-295.1

Funny Soesanthi dan Samsudin

Pengaruh Beberapa Jenis Formula Insektisida Nabati untuk Melindungi Buah Kakao dari Serangan Penggerek

J. TIDP 1 (2), 69-78

Juli, 2014

Penggunaan insektisida sintetik yang terus menerus untuk mengendalikan penggerek buah kakao (PBK) dapat merusak keseimbangan ekosistem di perkebunan kakao. Oleh sebab itu, diperlukan cara pengendalian yang relatif aman bagi manusia dan lingkungan, yaitu menggunakan insektisida nabati. Tujuan penelitian adalah menguji keefektifan formula insektisida nabati berbahan dasar ekstrak daun bandotan-metanol, bawang putih-etanol, dan kemiri sunan untuk melindungi buah kakao dari infestasi PBK. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari-Desember 2013. Bahan uji yang digunakan adalah bandotan-metanol+serai wangi (BMS), bandotan-metanol+minyak cengkeh (BMC), bandotan-metanol+bawang putih-etanol (BMP), bawang putih-etanol+serai wangi (PES), bawang putih-etanol+minyak cengkeh (PEC), kemiri sunan+bawang putih-etanol (KSP), kemiri sunan+bandotan-metanol (KSB), α -eleostearic acid (kontrol negatif), dan air (kontrol positif). Formula dibuat di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri) Sukabumi, dan pengujiannya dilakukan di perkebunan kakao PT. Bumi Loka Swakarya, Sukabumi. Perlakuan disusun dalam unit-unit percobaan yang masing-masing terdiri dari 16 pohon (4 x 4 pohon) dan diulang tiga kali. Pada setiap plot dipilih 30 buah kakao sehat berukuran 6-10 cm. Konsentrasi formula 5% dan 10% dengan volume larutan 250 ml/pohon disemprotkan ke seluruh permukaan buah dan cabang-cabang horizontal, dengan interval 2 minggu sekali sebanyak 6 kali. Pengamatan dilakukan terhadap tingkat serangan PBK dan kerusakan buah yang dipanen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula KSB (kemiri sunan 25% + bandotan 5%) pada konsentrasi 10 ml/l menghasilkan nilai persentase serangan PBK terendah, sedangkan formula BMP (bandotan 5% + bawang putih 5%) pada konsentrasi 10 ml/l menyebabkan intensitas serangan PBK dan kehilangan hasil terendah.

Kata kunci: Insektisida nabati, penggerek buah kakao, formula

Journal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 1, Nomor 2, Juli 2014

UDC 633.912-24

Widi Amaria dan Edi Wardiana

Pengaruh Waktu Aplikasi dan Jenis *Trichoderma* terhadap Penyakit Jamur Akar Putih pada Bibit Tanaman Karet*J. TIDP* 1(2), 79-86

Juli, 2014

Pemanfaatan agens hayati berupa jamur antagonis *Trichoderma* mempunyai peluang dalam mencegah maupun menekan serangan jamur akar putih (JAP) pada bibit tanaman karet. Oleh karena itu, *Trichoderma* dapat diaplikasikan sebelum maupun setelah infeksi patogen. Penelitian ini bertujuan mengetahui waktu aplikasi dan jenis *Trichoderma* yang efektif dalam mengendalikan penyakit JAP pada bibit karet. Penelitian dilakukan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri) Sukabumi, mulai bulan Mei sampai November 2013. Rancangan percobaan menggunakan acak kelompok faktorial dua faktor dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah dua waktu aplikasi *Trichoderma* (sebelum dan setelah infeksi patogen), faktor kedua adalah empat jenis *Trichoderma* (*Trichoderma virens*, *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma amazonicum*, dan *Trichoderma atroviride*). Di samping itu, digunakan petak kontrol (tanpa *Trichoderma*) untuk melihat efektif-tidaknya penggunaan *Trichoderma*. Bibit karet menggunakan klon AVROS 2037 hasil okulasi umur 3 bulan. Peubah yang diamati meliputi gejala penyakit JAP, masa inkubasi patogen, dan intensitas serangan JAP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pembibitan karet penggunaan agen hayati *Trichoderma* lebih efektif bila diaplikasikan sebelum ada infeksi patogen karena dapat memperpanjang masa inkubasi patogen dan menekan serangan JAP masing-masing 60,49 hari dan 78,36% dibandingkan kontrol, serta 51,62 hari dan 71,14% bila dibandingkan aplikasi setelah ada infeksi. *Trichoderma* yang diaplikasikan setelah infeksi patogen hanya efektif menekan serangan JAP sebesar 25% dibandingkan kontrol. *T. virens* dan *T. amazonicum* paling efektif bila diaplikasikan sebelum infeksi patogen, sedangkan apabila tanaman telah terinfeksi patogen maka dianjurkan menggunakan *T. virens*, *T. amazonicum*, atau *T. atroviride*.

Kata kunci: Karet, jamur akar putih, *Trichoderma*, intensitas serangan, masa inkubasi patogen

UDC 663.73-152.7:575.2

Syafaruddin, Enny Randriani, Dani, Indah Sulistyorini, and M.B. Pabendon

Genetic Variability of 15 Robusta Coffee Genotypes Selected by Farmer Based on SSRs Markers*J. TIDP* 1(2), 87-94

Juli, 2014

Robusta coffee (*Coffea canephora*) has been grown widely in Indonesia, especially in Bengkulu Province. For the last few decades, some farmers have been selected and developed several Robusta clones through plagiotropic shoot grafting technique to replace earlier coffee populations which were derived from seed. Hence, it would reduce the genetic diversity of Robusta coffee at farmer's field. To understand the genetic variability among 15 Robusta coffee genotypes selected by farmer, it is important to perform molecular analysis. Leaf samples of 15 Robusta coffee genotypes selected by farmer were collected from smallholder Robusta coffee plantations in Bengkulu Province. Genetic diversity analysis was conducted in the Germplasm, Breeding, and Biotechnology Laboratory of Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute (IIBCRI), and Molecular Biology Laboratory, Indonesian Cereals Research Institute (ICERI). DNA samples were amplified using 34 SSRs markers. The result showed that 23 out of 34 SSRs markers had high polymorphism levels. Allele number per locus ranged from 2-8 with an average of 4 alleles per locus. Dendrogram analysis based on genetic similarity was obtained with score of about 0,44-0,79, and r score = 0,92 (good fit). Based on cluster analysis as well as PCoA analysis, there are three distinct groups of genotypes. Those three groups can be distinguished by specific character of leaf morphotype. Nevertheless, the majority of genotypes were clustered together into the single group. This indicates narrow genetic diversity among Robusta genotypes that selected by farmer.

Kata kunci: *Coffea canephora*, plagiotropic clones, genetic drift

Jurnal TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR

Journal of Industrial and Beverage Crops

Volume 1, Nomor 2, Juli 2014

UDC 633.91-153.03

Nana Heryana, Saefudin, dan Iing Sobari

Pengaruh Umur Batang Bawah terhadap Persentase Keberhasilan Okulasi Hijau pada Tiga Klon Karet (*Hevea brasiliensis* Muell Agr.)

J. TIDP 1(2), 95-100

Juli, 2014

Perbanyakan karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Agr.) dengan okulasi cokelat membutuhkan waktu yang lama dalam pembibitannya, sedangkan perbanyakan dengan okulasi hijau belum banyak dilakukan karena tingkat keberhasilan masih sangat rendah. Salah satu faktor yang diduga berpengaruh terhadap keberhasilan okulasi hijau adalah umur bibit batang bawah. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh perbedaan umur batang bawah terhadap persentase keberhasilan okulasi hijau pada tiga klon karet. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP.) Pakuwon, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar pada bulan Januari-Desember 2013. Penelitian menggunakan rancangan petak terbagi, tiga ulangan dan ukuran petak 25 pohon. Petak utama adalah jenis klon batang bawah, terdiri dari 3 klon, yaitu $K_1 = \text{AVROS 2037}$, $K_2 = \text{PB 260}$, dan $K_3 = \text{GT 1}$. Anak petak adalah umur batang bawah terdiri dari 4 taraf, yaitu $U_1 = 4$ bulan, $U_2 = 5$ bulan, $U_3 = 6$ bulan, $U_4 = 7$ bulan. Okulasi dilakukan dengan cara membuka kulit batang bawah, kemudian entres dimasukkan ke dalam jendela sayatan hasil pembukaan. Pengikatan sambungan dilakukan dengan menggunakan plastik khusus dengan cara dililitkan dari bawah ke atas. Pengamatan dilakukan terhadap persentase keberhasilan okulasi hijau pada umur tiga minggu setelah okulasi (MSO). Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan okulasi hijau pada tanaman karet dipengaruhi oleh umur batang bawah. Untuk Klon PB 260 dan GT 1, makin tua umur batang bawah sampai maksimum 7 bulan di polybag maka semakin meningkat persentase keberhasilan okulasi, sedangkan pada klon AVROS 2037 belum memperlihatkan perbedaan yang nyata.

Kata kunci: *Hevea brasiliensis*, umur batang bawah, klon, keberhasilan okulasi hijau

UDC 633.91-158.9

Sakiroh dan Saefudin

Pengaruh Tingkat Naungan dan Media Tanam terhadap Persentase Pecah Mata Tunas dan Pertumbuhan Bibit Karet Okulasi Hijau

J. TIDP 1(2), 101-108

Juli, 2014

Keberhasilan okulasi hijau di pembibitan karet (*Hevea brasiliensis*) stum mata tidur tidak selamanya mencapai persentase tumbuh yang baik karena dipengaruhi faktor lingkungan dan media tanam. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh tingkat naungan dan media tanam terhadap pecah mata tunas dan pertumbuhan stum mata tidur bibit karet hasil okulasi hijau. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP.) Pakuwon Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, pada bulan Januari-Desember 2013. Rancangan penelitian adalah petak terpisah dengan tiga ulangan. Sebagai petak utama adalah tingkat naungan (N) dengan 3 taraf, yaitu $N_0 = \text{tanpa naungan}$, $N_1 = \text{tingkat naungan 50\%}$, dan $N_2 = 70\%$. Sebagai anak petak ialah media tanam (M) dengan 5 taraf, yaitu $M_0 = \text{tanah tanpa pupuk}$, $M_1 = \text{tanah + pupuk kotoran ayam (4:1)}$, $M_2 = \text{tanah + pupuk kotoran kambing (4:1)}$, $M_3 = \text{tanah + pupuk kotoran ayam + 2,5 g pupuk NPK}$, dan $M_4 = \text{tanah + pupuk kotoran kambing + 2,5 g pupuk NPK}$. Peubah yang diamati meliputi kecepatan pecah mata tunas dan pertumbuhan bibit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi pembibitan karet tanpa naungan di KP. Pakuwon dengan intensitas cahaya 67.041,67 lux dan suhu udara 31,79 °C menghasilkan persentase pecah mata tunas dan pertumbuhan tinggi tunas hasil okulasi hijau tertinggi. Perlakuan media tanam dan interaksinya dengan tingkat naungan belum memperlihatkan pengaruh yang nyata terhadap persentase pecah mata tunas sampai umur 8 MST dan terhadap pertumbuhan tunas hasil okulasi sampai umur 16 MST.

Kata kunci: *Hevea brasiliensis*, stum mata tidur, bibit, kotoran kambing, kotoran ayam

Journal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops

Volume 1, Nomor 2, Juli 2014

UDC 663.73-154.14

Enny Randriani, Dani, Cici Tresniawati, dan Syafaruddin

Hubungan Antar Karakter Vegetatif, Komponen Hasil, dan Daya Hasil Kopi Robusta Asal Sambung Tunas Plagiotrop

J. TIDP 1(2), 109-116

Juli, 2014

Seleksi klon unggul kopi Robusta (*Coffea canephora*) biasanya memerlukan waktu yang lama sehingga diperlukan pendekatan-pendekatan yang mampu mempersingkat waktu. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis korelasi antar karakter vegetatif, komponen hasil, dan daya hasil kopi Robusta hasil sambung tunas plagiotrop. Penelitian dilaksanakan di Desa Suka Rami, Kecamatan Bermani Ulu, Kabupaten Curup, Bengkulu dari bulan Januari sampai Desember 2012. Delapan karakter vegetatif, 13 karakter komponen hasil, dan dua karakter daya hasil diamati pada pertanaman kopi Robusta hasil sambung tunas plagiotrop umur tiga tahun. Korelasi antar karakter dan analisis faktor dilakukan menggunakan *SPSS 11.5 for Windows*. Hasil analisis menunjukkan bahwa karakter daya hasil (produksi buah dan produksi biji beras per pohon) kopi Robusta yang diperbanyak melalui sambung tunas plagiotrop memiliki hubungan yang positif secara kuat dengan lima karakter lainnya, yaitu jumlah cabang sekunder, bobot 100 buah, panjang biji gabah, panjang biji beras, dan bobot 100 biji beras. Oleh sebab itu, kelima karakter tersebut dapat dijadikan sebagai kriteria seleksi positif untuk produktivitas tinggi kopi Robusta yang dikembangkan melalui sambung tunas plagiotrop.

Kata kunci: *Coffea canephora*, seleksi klon, sambung pucuk, tunas plagiotrop

UDC 633.74-152.78

Cici Tresniawati, Dani, Ilham Nur Ardi Wicaksono, dan Rubiyu

Pendugaan Daya Gabung dan Heritabilitas Beberapa Karakter Agronomis pada Populasi Generasi F1 Kakao (*Theobroma cacao* L.)

J. TIDP 1(2), 117-124

Juli, 2014

Informasi mengenai parameter genetik diperlukan sebagai dasar penentuan tetua dalam perakitan varietas hibrida. Penelitian ini bertujuan mengetahui daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK) tetua dari 10 populasi F1 kakao hasil persilangan dialel 5 x 5 tanpa selfing dan tanpa resiprok. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP.) Sumber Asin, Malang, Jawa Timur dari bulan April sampai Oktober 2013. Tetua yang digunakan adalah DR1 (kakao edel) dan ICCRI 03, TSH 858, ICS 13, dan Sca 6 (kakao lindak). Karakter yang diamati adalah lingkaran batang, tinggi jorket, persentase tanaman berbunga, dan persentase tanaman berbuah. Data karakter tersebut dianalisis ragamnya menggunakan metode Griffing 4. Hasil penelitian menunjukkan klon TSH 858 memiliki efek DGU paling tinggi untuk karakter lingkaran batang dan persentase tanaman berbunga, sedangkan klon Sca 6 untuk tinggi jorket. Kedua klon tersebut berpotensi untuk dijadikan tetua persilangan dalam pembentukan varietas sintesis. Nilai DGK paling tinggi ditunjukkan oleh kombinasi tetua DR 1 x Sca 6 untuk karakter lingkaran batang, persentase tanaman berbunga, dan persentase tanaman berbuah, sedangkan kombinasi TSH 858 x DR 1 memperlihatkan nilai paling tinggi untuk karakter tinggi jorket. Kedua kombinasi tetua tersebut potensial dijadikan alternatif dalam perakitan varietas hibrida.

Kata kunci: Kakao mulia, kakao lindak, Daya Gabung Khusus, Daya Gabung Umum, Griffing 4, heritabilitas

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops

Volume 1, Nomor 2, Juli 2014

UDC 633.72-152.401

Budi Martono and Rudi T. Setiyono

Phytochemical Screening of Six Tea Genotypes

J. TIDP 1 (2), 63-68

July, 2014

Phytochemical screening was intended for a preliminary evaluation of the chemical constituents of the tea (Camellia sinensis). In addition, tea also contains catechin that can be used as an indication of the quality of tea leaves. The objectives of this study were to determine the content of the active compounds and catechin in tea. The research was conducted from April to June 2012 in the Laboratory of the Research Institute for Spices and Medicinal Crops, Bogor. The phytochemical screening was performed based on the procedure of Materia Medika Indonesia (MMI), while the catechin analysis used the method of SNI gambir. The study was carried out in completely randomized design with six treatments and four replications. The treatments used are six tea genotypes namely Tbs 1, Tbs 2, Hibrid, Cin 143, Rb 3, and Kiara 8. The results showed that the six tea genotypes tested contained the compounds of alkaloid, saponin, tannin, phenolic, flavanoid, steroid, and glycoside. Positively triterpenoid compounds present in the genotype of Tbs1, Hybrids, and Kiara 8, and negative in Tbs 2, Rb 3, and Cin 143. The genotypes of Tbs 1 and Tbs 2 produced the highest catechin content compared to the other genotypes. Catechin content was lowest in the part of internodes+leaf stalk of Rb 3 (1.78%). Pecco shoots produce catechin content of about 8.36%-18.22%, higher than the first leaf, second leaf, and the parts of internodes+leaf stalk.

Keywords: *Camellia sinensis, phytochemical, genotype, catechin, pecco shoots*

UDC 663.74-295.1

Funny Soesanthi and Samsudin

The Effect of Some Botanical Insecticide Formulas to Protect Cocoa Pod from Pod Borer Infestation

J. TIDP 1 (2), 69-78

July, 2014

The use of synthetic insecticide continuously to control the cocoa pod borer (CPB) can cause serious damage to the ecosystem balance in the cocoa plantations. Therefore, a control measures that are relatively safe for humans and the environment, such as the use of botanical insecticide are needed. The purpose of the study was to analyze the effectiveness of plant-based insecticide from leaves goat weed-methanol and garlic-ethanol extract, and philippine tung oil formula to protect cocoa pods from CPB infestation. The study was conducted from January to December 2013. The test materials used were goat weed-methanol+citronella (BMS), goat weed-methanol+clove oil (BMC), goat weed-methanol+garlic-ethanol (BMP), garlic-ethanol+citronella (PES), garlic-ethanol+clove oil (PEC), philippine tung oil+garlic-ethanol (KSP), philippine tung oil+goat weed-methanol (KSB), α -eleostearic acid (negative control), and water (positive control). All of the formulas were made in the Plant Protection Laboratory, Indonesian Industrial and Beverages Crops Research Institute (IIBCRI) Sukabumi, whereas the field testing was conducted in PT Bumi Loka Swakarya cocoa plantations, Sukabumi. Each experimental plot consisted of a 4x4 tree, repeated 3 times. In each plot selected 30 healthy cocoa pods measuring 6-10 cm in length. Distance between plots was 2 arrays of trees. Formulas concentration were 5% and 10%, which then sprayed onto the entire surface of the fruit and horizontal branches using a knapsack sprayer, 6 times at intervals of 2 weeks. Solution volume was 250 ml / tree. Observations were made on the level of CPB infestation and pod damage harvested. The results showed that the lowest percentage of CPB infestation was on KSB 10 (philippine tung oil 25% + goat weed 5%), whereas the lowest percentage of intensity and yields loss were on BMP 10 (goat weed 5% + garlic 5%).

Keywords: *Botanical insecticide, cocoa pod borer, formula*

Journal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops

Volume 1, Nomor 2, Juli 2014

UDC 633.912-24

Widi Amaria and Edi Wardiana

The effect of Application Time and Trichoderma Types on White Root Disease in Rubber Seedlings

J. TIDP 1(2), 79-86

July, 2014

The utilization of biological agents such as fungal antagonist of *Trichoderma* has the opportunity to prevent and suppress the attacks of white root diseases (JAP) in rubber seedlings. Therefore, *Trichoderma* can be applied before or after pathogen infection. The objectives of this study were to determine the application time and *Trichoderma* types which effective in controlling white root fungi in rubber seedlings. The research was carried out in the Screen house of Indonesian Industrial and Beverages Crops Research Institute (IIBCRI), Sukabumi, from May to November 2013. The randomized complete block design in factorial two factors and three replications was used in this study. The first factor: two times of *Trichoderma* application (one week before and after pathogen infections), whereas the second factor: four types of *Trichoderma* (*Trichoderma virens*, *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma amazonicum*, and *Trichoderma atroviride*). In addition, the control plot (without *Trichoderma* application) was also used to investigate the effectiveness of *Trichoderma* application. Rubber seedling used in this study was 3 months old AVROS 2037 clone that obtained from grafting. The variable observed were symptom of JAP diseases, pathogen incubations period, and attacks intensity of JAP. The results showed that the use of *Trichoderma* biological agents in rubber seedling more effective when applied before pathogen infection, because it can prolong the incubations period and suppress pathogenic attack of JAP at about 60.49 days and 78.36%, respectively compared to the controls, and 51.62 days and 71.14% compared to the application after pathogen infections. The application of *Trichoderma* after pathogen infections only effective to suppress JAP attacks at about 25% compared to the control. *T. virens* and *T. amazonicum* most effective when applied before pathogen infection, whereas if the plant has been infected with a pathogen, it is recommended to use *T. virens*, *T. amazonicum*, or *T. atroviride*.

Keywords: Rubber, white root disease, *Trichoderma*, attack intensity, pathogen incubation period

UDC 663.73-152.7:575.2

Syafaruddin, Enny Randriani, Dani, Indah Sulistyorini, dan M.B. Pabendon

Keragaman Genetik 15 Genotipe Kopi Robusta Hasil Seleksi Petani Berbasis Penanda SSRs (Simple Sequence Repeats)

J. TIDP 1(2), 87-94

July, 2014

Kopi Robusta telah dikembangkan secara luas di Indonesia, khususnya di Provinsi Bengkulu. Beberapa dekade terakhir sebagian petani telah menyeleksi dan mengembangkan beberapa genotipe dengan teknik sambung tunas plagiotrop untuk merehabilitasi populasi kopi Robusta asal biji. Oleh sebab itu, terdapat peluang terjadinya penurunan keragaman genetik kopi Robusta di lahan petani. Analisis molekuler perlu dilakukan untuk mengevaluasi keragaman genetik antar 15 genotipe kopi Robusta hasil seleksi petani. Kegiatan analisis keragaman genetik dilaksanakan di Laboratorium Plasma Nutfah, Pemuliaan, dan Bioteknologi, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi dan Laboratorium Biologi Molekuler, Balai Penelitian Tanaman Serealia (Balitsereal), Maros. DNA diamplifikasi dengan menggunakan 34 marka SSR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 23 dari 34 marka SSR yang digunakan mampu menghasilkan tingkat polimorfisme yang tinggi. Jumlah alel berada pada kisaran 2-8 alel per lokus dengan rata-rata 4 alel per lokus SSR. Analisis dendrogram berdasarkan kemiripan genetik diperoleh dengan skor sekitar 0,44-0,79 dan skor $r = 0,92$ (good fit). Berdasarkan hasil analisis gerombol dan analisis komponen utama diketahui bahwa terdapat tiga kelompok genotipe. Masing-masing kelompok dapat dibedakan berdasarkan karakter morfotipe daun. Meskipun demikian, sebagian besar genotipe diklasifikasikan ke dalam satu kelompok. Ini menandakan bahwa keragaman genetik klon-klon kopi Robusta hasil seleksi petani cenderung rendah.

Keywords: *Coffea canephora*, klon plagiotropik, kehilangan genetik

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
 DAN PENYEGAR**
 Journal of Industrial and Beverage Crops

Volume 1, Nomor 2, Juli 2014

UDC 633.91-153.03

Nana Heryana, Saefudin, and Iing Sobari

Effect of Rootstock Age on The Percentage of Green Budding Success in Three Rubber Clones (Hevea brasiliensis Muell Agr.)

J. TIDP 1(2), 95-100

July, 2014

Propagation of rubber (Hevea brasiliensis Muell. Agr.) using brown budding need a long time in the nursery, whereas the propagation using green Budding has not yet been done due to the success rate is still very low. One of the factor that might influence the successfulness of green budding is rootstock age. The purpose of this study was to determine the effect of different age of rootstock on the percentage of green budding success in three rubber clones. The experiment was conducted at the Pakuwon experimental station (ES), Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute, from January-December 2013. The research was done using split plot design with three replications, and the plot size is 25 trees. The main plot was the type of clones used for rootstock that comprised of 3 clones: K1 = AVROS 2037, K2 = PB 260, and K3 = GT 1. Meanwhile, the subplots were rootstock age consists of 4 levels, namely: U1 = 4 months, U2 = 5 months, U3 = 6 months, U4 = 7 months. Observations were made on the percentage of green budding success at 3 weeks old after grafting. The results showed that the success of the green budding on the rubber plants is influenced by the age of rootstock. The use of rootstock up to 7 months old in polybag in PB 260 dan GT 1 clones would increase the percentage of grafting success, whereas AVROS 2037 clone did not show any significant different.

Keywords: Hevea brasiliensis, rootstock age, clone, green budding success

UDC 633.91-158.9

Sakiroh and Saefudin

Effect of Shading Levels and Growing Media on The Percentage of Breaking Budded Stump and The Growth of Rubber Seedling Derived from Green Budding

J. TIDP 1(2), 101-108

July, 2014

The success of green budding using budded stump of rubber seedling (Hevea brasiliensis) does not always give a good percentage of growth due to the influence of environmental factors and growing media. This study was carried out to determine the effect of shading levels and growing media that can enhance the growth of budded stump on rubber seedling derived from green budding. The experiment was conducted at Pakuwon Experimental Station (E.S.), Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute, from January-October 2013. The study was designed as a split plot with three replications. The main plot is the level of shade with 3 levels: without shade (N1), 50% shade (N2) and 70% shade (N3). Meanwhile, subplot is growing media with 5 levels: soil without fertilizer (control) (P0), Soil + chicken manure (4: 1) (P1), soil + goat manure (4: 1) (P2), Soil + chicken manure + 2.5 g of NPK fertilizer (P3) and soil + goat manure + 2.5 g of NPK fertilizers (P4). The results showed that the condition of the rubber nursery without shade at Pakuwon E.S. with the light intensity of 67041.67 lux and temperature of 31.79 °C resulted the highest percentage of breaking buds and the growth of buds derived from green buddings. The treatment of growing media and its interaction with the shading levels does not show significant effect on the percentage of breaking buds until 8 weeks after planting (WAP) and the growth of buds until 16 WAP.

Keywords: Hevea brasiliensis, budded stump, seed, goat manure, chicken manure

Journal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops

Volume 1, Nomor 2, Juli 2014

UDC 663.73-154.14

Enny Randriani, Dani, Cici Tresniawati, and Syafaruddin

Relationships Among Vegetative, Components of Yields, and Yield Characters of Robusta Coffee Derived from Plagiotrophic Bud Grafting

J. TIDP 1(2), 109-116

July, 2014

Selection of Robusta (Coffea canephora) elite clones usually takes a long time, therefore an effective approach is needed to shorten the time. The objective of this study was to analyze the correlation between the vegetative characters, yield and yield components of Robusta coffee derived from plagiotroph bud grafting. The research was conducted in the Suka Rami village, District of Bermami Ulu, Curup, Bengkulu Province from January to December 2012. Eight vegetative characters, 13 characters of yield components, and two yield characters were observed at three years old Robusta coffee plantation which derived from plagiotroph bud grafting. The correlation between the characters and factor analysis performed using SPSS 11.5 for Windows. The analysis showed that the character of the number of secondary branches, weight of 100 coffee fruits, long grain bean, long grain rice, and weight of 100 grains of bean showed a very strong positive correlation with yield characters. Thus, these five characters can be used as selection criteria to obtain superior genotypes of Robusta coffee that developed through plagiotroph bud grafting.

Keywords: *Coffea canephora, clonal selection, grafting, plagiotrophic shoots*

UDC 633.74-152.78

Cici Tresniawati, Dani, Ilham Nur Ardi Wicaksono, and Rubiyono

Estimation of Combining Ability and Heritability for Some Agronomic Characters in F1 Population of Cocoa (Theobroma cacao L.)

J. TIDP 1(2), 117-124

July, 2014

Knowledge about genetic parameters is important for plant breeders as a basis for determining potential parent in hybrid breeding programs. The objectives of this study was to evaluate general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) in F1 population of cocoa derived from diallel crossing of 5 x 5 without selfing and reciprocal. The experiment was conducted at the Sumber Asin experimental station, Malang, East Java, from April to October 2013. The parental clones used are ICCRI 03, TSH 858, Sca 6, ICS 13 (bulk cacao) dan DR 1 (fine cacao). Observations on agronomic characters including trunk girth, jorquette height, percent of flowering, and percent of fruiting were carried out on individual plants. Variance analysis was performed by Griffing Method type 4. The result showed that TSH 858 clone has the highest GCA effect on trunk girth and percent of flowering (TSH 858), while Sca 6 clone was significant only for jorquette height. Both of those clones would be potential as parent in assembling new variety, particularly to gain the large trunk girth and high jorquette. On the other hand, the highest SCA value indicated by the combination of DR 1 x Sca 6 for trunk girth, percent of flowering and percent of fruiting, whereas the combination of TSH 858 x DR 1 showed the highest value for jorquette height. Both of these parent combinations are prospective as an alternative in the assembly of new hybrid varieties.

Keywords: *Edel cocoa, bulk cocoa, GCA, SCA, Griffing 4, heritability*

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops

Volume 1, Nomor 2, Juli 2014

Skrining Fitokimia Enam Genotipe Teh (Budi Martono dan Rudi T. Setiyono)	63-68
Pengaruh Beberapa Jenis Formula Insektisida Nabati untuk Melindungi Buah Kakao dari Serangan Penggerek (Funny Soesanthi dan Samsudin)	69-78
Pengaruh Waktu Aplikasi dan Jenis <i>Trichoderma</i> terhadap Penyakit Jamur Akar Putih pada Bibit Tanaman Karet (Widi Amaria dan Edi Wardiana)	79-86
Genetic Variability of 15 Robusta Coffee Genotypes Selected by Farmer Based on SSRs Markers (Syafaruddin, Enny Randriani, Dani, Indah Sulistyorini, and M.B. Pabendon)	87-94
Pengaruh Umur Batang Bawah terhadap Persentase Keberhasilan Okulasi Hijau pada Tiga Klon Karet (<i>Hevea brasiliensis</i> Muell Agr.) (Nana Heryana, Saefudin, dan Iing Sobari)	95-100
Pengaruh Tingkat Naungan dan Media Tanam terhadap Persentase Pecah Mata Tunas dan Pertumbuhan Bibit Karet Okulasi Hijau (Sakiroh dan Saefudin)	101-108
Hubungan Antar Karakter Vegetatif, Komponen Hasil, dan Daya Hasil Kopi Robusta Asal Sambung Tunas Plagiotrop (Enny Randriani, Dani, Cici Tresniawati, dan Syafaruddin)	109-116
Pendugaan Daya Gabung dan Heritabilitas Beberapa Karakter Agronomis pada Populasi Generasi F1 Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.) (Cici Tresniawati, Dani, Ilham Nur Ardi Wicaksono, dan Rubiyo)	117-124

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

SKRINING FITOKIMIA ENAM GENOTIPE TEH

PHYTOCHEMICAL SCREENING OF SIX TEA GENOTYPES

* Budi Martono dan Rudi T. Setiyono

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

* budimartono@hotmail.com

(Tanggal diterima: 24 Januari 2014, direvisi: 18 Februari 2014, disetujui terbit: 22 Mei 2014)

ABSTRAK

Skrining fitokimia dimaksudkan untuk melakukan evaluasi pendahuluan tentang kandungan kimia pada teh (*Camellia sinensis*). Selain itu, teh mengandung katekin yang dapat digunakan sebagai petunjuk kualitas dari daun teh. Penelitian bertujuan mengetahui kandungan senyawa aktif dan kadar katekin pada teh. Penelitian dilaksanakan mulai bulan April sampai dengan Juni 2012 di laboratorium Pengujian Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor. Skrining fitokimia pucuk peko dengan dua daun (p+2) dilakukan berdasarkan prosedur dari Materia Medika Indonesia (MMI), sedangkan analisis katekin dengan menggunakan metode SNI gambir. Penelitian disusun berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL), enam perlakuan dengan empat ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah enam genotipe teh (Tbs 1, Tbs 2, Hibrid, Cin 143, Rb 3, dan Kiara 8). Hasil penelitian menunjukkan keenam genotipe yang diuji mengandung senyawa alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavanoid, steroid, dan glikosida. Genotipe Tbs 1, Hibrid, dan Kiara 8 positif mengandung senyawa triterpenoid, sedangkan Tbs 2, Rb 3, dan Cin 143 negatif. Genotipe Tbs 1 dan Tbs 2 memiliki kandungan katekin paling tinggi (kecuali bagian ruas+tangkai daun) dibandingkan dengan empat genotipe lainnya. Pucuk peko, daun pertama, dan daun kedua pada genotipe Tbs 1 memiliki kadar katekin masing-masing 17,92%, 11,73%, dan 14,67%, sedangkan pada genotipe Tbs 2 masing-masing 18,22%, 13,48%, dan 15,81%. Kadar katekin terendah dihasilkan oleh bagian ruas+tangkai daun pada genotipe Rb 3 (1,78%). Pucuk peko menghasilkan kandungan katekin bervariasi antara 8,36%-18,22%, lebih tinggi dibandingkan dengan daun pertama, daun kedua, dan bagian ruas + tangkai daun.

Kata kunci: *Camellia sinensis*, fitokimia, genotipe, katekin, pucuk peko

ABSTRACT

Phytochemical screening was intended for a preliminary evaluation of the chemical constituents of the tea (*Camellia sinensis*). In addition, tea also contains catechin that can be used as an indication of the quality of tea leaves. The objectives of this study were to determine the content of the active compounds and catechin in tea. The research was conducted from April to June 2012 in the Laboratory of the Research Institute for Spices and Medicinal Crops, Bogor. The phytochemical screening was performed based on the procedure of Materia Medika Indonesia (MMI), while the catechin analysis used the method of SNI gambir. The study was carried out in completely randomized design with six treatments and four replications. The treatments used are six tea genotypes namely Tbs 1, Tbs 2, Hibrid, Cin 143, Rb 3, and Kiara 8. The results showed that the six tea genotypes tested contained the compounds of alkaloid, saponin, tannin, phenolic, flavanoid, steroid, and glycoside. Positively triterpenoid compounds present in the genotype of Tbs1, Hybrids, and Kiara 8, and negative in Tbs 2, Rb 3, and Cin 143. The genotypes of Tbs 1 and Tbs 2 produced the highest catechin content compared to the other genotypes. Catechin content was lowest in the part of internodes+leaf stalk of Rb 3 (1.78%). Pecco shoots produce catechin content of about 8.36%-18.22%, higher than the first leaf, second leaf, and the parts of internodes+leaf stalk.

Keywords: *Camellia sinensis*, phytochemical, genotype, catechin, pecco shoots

PENDAHULUAN

Teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kunze.) merupakan salah satu jenis tanaman dari keluarga Theaceae yang diyakini mempunyai manfaat kesehatan. Khasiat yang dimiliki oleh komponen kimia dalam teh adalah sebagai anti-inflamasi, anti oksidasi, anti alergi, dan anti obesitas (Fujimura, Tachibana, & Yamada,

2004; Khan & Mukhtar, 2007). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa senyawa aktif yang terdapat pada teh juga dapat mencegah berbagai penyakit, seperti mengurangi kadar kolesterol dan mencegah penyakit jantung (Rathee, Hassarajani, & Chattopadhyay, 2012), berpotensi sebagai antioksidan (Jang *et al.*, 2007; Izzreen & Fadzelly, 2013), dan dapat menjadi salah satu

alternatif dalam menangani penyakit infeksi bakteri (Tariq & Reyaz, 2012).

Teh, seperti halnya jenis tanaman yang lain, mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder. Meskipun demikian, setiap tanaman memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder yang berbeda. Achmad (2006) menyatakan bahwa kandungan senyawa kimia aktif yang terdapat pada tanaman adalah alkaloid, flavonoid, terpenoid, steroid, tanin, dan saponin. Kandungan kimia daun teh sangat bervariasi tergantung pada jenis klon, musim dan kondisi tanah, perlakuan kultur teknis, umur daun, dan banyaknya sinar matahari yang diterima (Pusat Penelitian Teh dan Kina [PPTK], 2008). Kandungan senyawa tersebut penting diketahui untuk memperkirakan khasiatnya dan menentukan metode ekstraksi dalam mengisolasi zat aktif yang ada di dalam tanaman.

Flavanoid teh merupakan senyawa polifenol dengan katekol sebagai penyusun utamanya dan biasa disebut katekin. Katekin disintesa melalui lintasan *phenyl-propanoid* dan flavanoid. *Chalcone synthase* (CHS) diduga merupakan enzim kunci yang terlibat dalam biosintesa katekin pada daun teh (Singh, Rastogi, & Dwivedi, 2010). Katekin teh bersifat antimikroba (bakteri dan virus), antioksidan, antiradiasi, memperkuat pembuluh darah, melancarkan sekresi air seni, dan menghambat pertumbuhan sel kanker (Tariq & Reyaz, 2012; Aigbodion & Marcell, 2013). Selain bermanfaat untuk kesehatan, katekin juga memberikan kontribusi yang tidak sedikit terhadap *flavor* dan karakteristik rasa dalam seduhan teh (Singh, Ravindranath, & Singh, 1999; Wang & Helliwell, 2001; Xiong *et al.*, 2013).

Jumlah dan keragaman kandungan katekin teh sangat dipengaruhi oleh jenis klon (Cheruiyot, 2007). Konsentrasi katekin pada teh sangat tergantung pada umur daun, seperti yang dilaporkan oleh Yang *et al.* (2012) bahwa katekin pada teh terdapat pada daun yang muda. Kandungan katekin tertinggi dilaporkan pada hasil pemetikan halus pada pucuk peko dengan dua daun (p+2) (Singh *et al.*, 1999). Sebaliknya, kandungan *beta-caroten* dan lutein pada teh paling tinggi terdapat pada daun tua dibandingkan daun muda dan tangkai daun (Xin-Chao, Chen, Chun-Lei, Ming-Zhe, & Ya-Jun, 2010).

Untuk mendapatkan informasi tentang kandungan kimia dan kadar katekin pada teh maka perlu dilakukan skrining fitokimia dan kandungan katekin pada beberapa genotipe teh. Dengan mengetahui genotipe teh yang memiliki katekin tinggi diharapkan dapat diperoleh teh dengan kualitas yang tinggi dan dapat digunakan sebagai pohon induk dalam program pemuliaan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan mulai bulan April sampai dengan Juni 2012 di Laboratorium Pengujian Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balittro). Penelitian dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama, melakukan skrining fitokimia terhadap pucuk peko dengan dua daun (p + 2). Petikan medium p+2 tersebut dilakukan pada teh sinensis (Tbs 1, Tbs 2, dan Hibrid) dan teh berdaun sedang/Hibrida (Cin 143, Rb 3 dan Kiara 8). Sampel peko dengan dua daun diambil dari perkebunan teh Tambi Wonosobo pada ketinggian tempat 1.800 m di atas permukaan laut, jenis tanah Regosol, dan iklim B (basah) (menurut klasifikasi Schmidt & Ferguson, 1951). Skrining fitokimia meliputi evaluasi kandungan alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavanoid, triterpenoid, steroid, dan glikosida. Skrining fitokimia dilakukan berdasarkan prosedur dari MMI (Depkes, 1995). Kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam sampel daun (p+2) dinyatakan dengan nilai positif (terdapat senyawa) dan negatif (tidak terdapat senyawa).

Tahap kedua, melakukan analisis kandungan total katekin pada bagian pucuk peko, daun pertama, daun kedua, ruas beserta tangkai daun. Analisis total katekin dilakukan dengan menggunakan metode Standar Nasional Indonesia untuk tanaman Gambir (Badan Standarisasi Nasional [BSN], 2000). Analisis data mengikuti pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan, diulang 4 kali. Perlakuan terdiri dari enam genotipe teh yaitu Tbs 1, Tbs 2, Hibrid, Rb 3, Kiara 8, dan Cin 143. Pengolahan data dilakukan menggunakan program *Statistical Analysis System 9.1* (SAS) dengan uji Anova (*Analysis of Varians*) dan uji lanjut *Duncan Multiple Rank Test* (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Skrining Fitokimia

Hasil skrining menunjukkan enam genotipe teh yang diuji positif mengandung alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavanoid, steroid, dan glikosida. Senyawa triterpenoid hanya terdapat pada genotipe Tbs 1, Hibrid dan Kiara 8 (Tabel 1). Senyawa-senyawa tersebut merupakan hasil dari metabolit sekunder dan beberapa diantaranya, seperti alkaloid, flavanoid, steroid, dan terpenoid, bermanfaat dalam pengembangan obat.

Teh termasuk tumbuhan tingkat tinggi, pada tumbuhan tingkat tinggi cenderung mengandung alkaloid dalam jumlah banyak dibandingkan dengan tumbuhan tingkat rendah (Robinson, 1995). Popularitas teh sebagian besar disebabkan kandungan alkaloid di dalamnya. Sifat penyegar teh berasal dari bahan tersebut

yang menyusun 3%-4% berat kering. Alkaloid utama dalam daun teh adalah kafein, selain theobromin dan theofilin (PPTK, 2008).

Saponin pada teh memiliki aktivitas biologis, diantaranya bersifat hemolisis, toksik terhadap ikan, anti inflamasi, analgesik, antibakteri, insektisida, penghambatan penyerapan alkohol, dan lain-lain (Yizhong & Hongrong, 1990; Minjie, 1995). Robinson (1995) menyatakan bahwa saponin tertentu dapat digunakan sebagai bahan baku untuk sintesis hormon steroid. Selain itu, saponin juga berfungsi sebagai antimikroba.

Tanin merupakan turunan dari asam galat, sebagian besar turunan galat disebut tanin karena bersifat dapat menyamak kulit. Tanin mempunyai daya antibakteri dengan cara mempresipitasi protein karena diduga tanin mempunyai efek yang sama dengan senyawa fenolik. Efek antibakteri tanin, di antaranya melalui reaksi dengan membran sel, inaktivasi enzim, dan destruksi atau inaktivasi fungsi materi genetik (Masduki, 1996). Selain itu, tanin diduga dapat mengerutkan dinding sel atau membran sel sehingga mengganggu permeabilitas sel sehingga tidak dapat melakukan aktivitas hidup dan pertumbuhannya terhambat atau bahkan mati (Ajijah, 2004).

Daun teh mengandung banyak senyawa tanin yang berpengaruh terhadap sifat '*astringency*' dan rasa pahit/sepet. Sebagian besar tanin di dalam daun teh terdiri atas katekin seperti epicatechin (EC), epigallocatechin (EGC), apicatechin gallate (ECG), dan epigallocatechin gallate (EGCG), (Takeda, 1994). Epicatechin (EC) dan epigallocatechin (EGC) memunculkan *flavor* sedikit sepet (pahit) dengan sedikit manis setelah minum, sedang bentuk gallate-nya (ECG dan EGCG) memunculkan *flavor* sepet yang kuat dengan sifat '*astringency*' (Yamanishi, 1999).

Genotipe dengan kandungan tanin tinggi sangat diperlukan dalam pemuliaan teh. Varietas teh dengan kandungan tanin tinggi banyak ditemukan pada *C. sinensis* var. *assamica* yang umumnya ditanam di India. Di

lain pihak, varietas dari Jepang yang umumnya merupakan hibrid antara *C. sinensis* var. *assamica* dengan *C. sinensis* var. *sinensis* menunjukkan kandungan taninnya rendah (Takeda, 1994).

Flavanoid umumnya ditemukan pada tanaman yang mengandung zat warna. Senyawa flavanoid berfungsi sebagai antioksidan yang dapat menghambat kerja radikal bebas (Wang & Helliwell, 2001). Radikal bebas sebagai hasil samping dari proses metabolisme merupakan penyebab kerusakan kulit. Bahan ini berupa molekul atau atom yang tidak stabil karena mempunyai susunan elektron yang tidak normal. Keberadaan radikal bebas dapat mempengaruhi produksi enzim yang berfungsi mempertahankan fungsi sel, antara lain menyebabkan kerusakan kolagen dan elastin sehingga kulit menjadi kendur dan tidak elastis. Menurut Dixon (1999), flavanoid disintesis dari *phenil propanoid* dan asetat yang berasal dari prekursor. Flavanoid mempunyai peranan peting dalam pertumbuhan, perkembangan, dan pertahanan terhadap mikroorganisme dan hama.

Flavanoid teh merupakan senyawa polifenol dengan katekol sebagai penyusun utamanya dan biasa disebut katekin. Senyawa flavanoid yang terkandung dalam teh mempunyai berat molekul dan gugus fungsional (-OH) yang berbeda. Flavanoid teh memiliki aktivitas antioksidan sehingga mampu mereduksi hidrogen peroksida, superoksida dan radikal bebas. Kerangka dasar karbon flavanoid dihasilkan dari kombinasi 2 jalur biosintesis, yaitu jalur sikimat dan jalur asetat malonat (Manitto, 1981; Vickery & Vickery, 1981). Flavanoid teh memberikan karakteristik rasa pada seduhan teh. Munculnya rasa sepet (*astringency*) dan kepekatan rasa (*body*) pada seduhan teh berhubungan dengan kadar flavanoid yang terkandung pada teh. Flavanoid juga memberi warna kuning kecokelatan pada seduhan dan akan berubah menjadi cokelat gelap bila terjadi reaksi oksidasi yang lebih lanjut (Winardi, 2010).

Tabel 1. Senyawa kimia yang terkandung pada 6 genotipe teh
Table 1. Chemical compounds contained on six genotypes of tea

No.	Klon	Metabolit sekunder							
		Alkaloid	Saponin	Tanin	Fenolik	Flavanoid	Triterpenoid	Steroid	Glikosida
1.	Tbs 1	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Tbs 2	+	+	+	+	+	-	+	+
3.	Hibrid	+	+	+	+	+	+	+	+
4.	Rb 3	+	+	+	+	+	-	+	+
5.	Kiara 8	+	+	+	+	+	+	+	+
6.	Cin 143	+	+	+	+	+	-	+	+

Keterangan: Negatif (-), positif (+)

Notes : Negative (-), positive (+)

Triterpenoid merupakan senyawa terpenoid yang kerangka karbonnya berasal dari enam satuan isoprena dan secara biosintesis diturunkan dari hidrokarbon C₃₀ asiklik. Seluruh senyawa terpenoid yang ada di alam dibangun dari kondensasi unit isoprena aktif yang disebut isopentenil pirofosfat (IPP) dan dimetilalil pirofosfat (DMAPP) (Agusta, 2006). Senyawa golongan triterpenoid menunjukkan aktivitas farmakologi yang signifikan, seperti antiviral, antibakteri, antiinflamasi, sebagai inhibisi terhadap sintesis kolesterol dan sebagai antikanker (Nassar, Abdalrahim, & Amin, 2010). Uji triterpenoid terhadap genotipe Tbs 2, Rb 3, dan Cin 143 memberikan hasil negatif karena tidak ditemukan adanya endapan maupun perubahan warna yang terjadi pada saat penambahan reaksi.

Glikosida merupakan senyawa organik yang terdiri dari 2 molekul, yaitu gula dan bukan gula. Banyak glikosida tanaman digunakan sebagai obat. Secara biologi, glikosida berperan sangat penting dalam tanaman, yaitu terlibat dalam fungsi regulator, protektif, dan sanitasi.

Kadar Katekin

Tabel 2 menunjukkan semua genotipe yang diuji mengandung katekin. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian pada Tabel 1 bahwa genotipe yang diuji semuanya positif mengandung flavanoid. Katekin merupakan flavanoid yang termasuk dalam kelas flavanol. Daun teh terutama teh hijau banyak mengandung flavanoid (Maung, He, & Chamba, 2012). Kadar katekin masing-masing genotipe berbeda antar bagian yang dianalisa (Tabel 2). Hasil penelitian menunjukkan kadar katekin bagian pucuk peko antara 8,36%-18,22%, daun pertama antara 5,78%-13,48%, daun kedua antara 4,43%-15,81%, dan ruas + tangkai daun antara 1,78%-12,15%.

Bagian tanaman teh yang dianalisis berpengaruh terhadap tingginya kadar katekin (Bhatia & Ullah, 1968). Kandungan katekin pucuk peko lebih tinggi dibandingkan dengan daun pertama, daun kedua, dan ruas + tangkai daun. Hal ini dikarenakan sel-sel pada pucuk peko masih aktif membelah sehingga metabolit sekunder yang dihasilkan lebih tinggi. Katekin ditemukan terutama di bagian kloroplas dan sel-sel mesofil serta di dinding pembuluh (Liu, Gao, Xia, &

Zhao, 2009). Konsentrasi komponen-komponen utama katekin pada daun teh sinensis berbeda: *epigallocatechingallate* (EGCG) > *epigallocatechin* (EGC) > *epicatechingallate* (ECG) (Nagata & Sakai, 1984). Zhonghua, Huang, Shi, & Wang (1995) melaporkan bahwa teh hijau dari klon berdaun sempit (*C. sinensis* var. *sinensis*) menunjukkan kandungan *epigallocatechin gallate* (EGCG) dan *epigallocatechin* (EGC) yang tinggi.

Kadar katekin pucuk peko bervariasi antara 8,36%-18,22%. Kandungan katekin pucuk peko Tbs 1 dan Tbs 2 nyata lebih tinggi dibandingkan Hibrid, Cin 143, Rb 3, dan Kiara 8, yaitu masing-masing sebesar 17,92% dan 18,22%. Kadar katekin terendah terdapat pada bagian ruas + tangkai daun dari genotipe Rb 3 (1,78%). Berdasarkan kandungan katekin, Tbs 1 dan Tbs 2 merupakan klon teh dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan genotipe lainnya. PPTK (2008) dan Xiong *et al.* (2013) menyatakan bahwa tingginya kandungan total katekin pada teh dapat digunakan sebagai petunjuk tingginya kualitas daun teh dan berpengaruh terhadap citarasa. Menurut Graham & Rosser (2000), senyawa yang tidak berwarna tersebut, baik dalam pengolahan langsung atau tidak langsung, perubahannya selalu dihubungkan dengan semua sifat teh jadi, yaitu rasa, warna, dan aromanya.

Pada daun kedua, genotipe Tbs 2 menghasilkan kadar katekin 3,57 kali lipat dibandingkan dengan genotipe Kiara 8 dengan kadar katekin terendah. Kadar katekin Tbs 2 tidak berbeda nyata dengan Tbs 1, masing-masing sebesar 15,81% dan 14,67%. Genotipe Rb 3 dan Cin 143 masing-masing menghasilkan kadar katekin 5,68% dan 5,32%, tidak berbeda nyata dengan genotipe Kiara 8 (4,43%). Kadar katekin diduga dikendalikan secara poligenik seperti halnya kadar *betacaroten* pada teh. Kadar total katekin dapat digunakan sebagai salah satu kriteria seleksi dalam program pemuliaan teh (Wei *et al.*, 2011).

Untuk mendapatkan kadar katekin yang tinggi perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh genotipe dan ketinggian karena pada beberapa jenis tanaman menunjukkan genotipe dan ketinggian sangat berpengaruh terhadap kandungan bioaktif tanaman (Arniputri, Sakya, & Rahayu, 2007; Bermawie, Purwiyanti, & Mardiana, 2006; Martono, 2011). Selain itu, kandungan katekin juga dipengaruhi oleh musim (Cherotich *et al.*, 2013).

Tabel 2. Pengaruh genotipe terhadap kadar katekin pada bagian pucuk peko dengan dua daun (p+2)
Table 2. The effect of genotype on catechin content of bud with two leaves (p+2)

No.	Genotipe	Kadar katekin (%)			
		Pucuk peko	Daun pertama	Daun kedua	Ruas+tangkai daun
1.	Tbs 1	17,92 a	11,73 a	14,67 a	7,93 c
2.	Tbs 2	18,22 a	13,48 a	15,81 a	12,15 b
3.	Hibrid	13,55 b	8,19 b	8,27 b	12,98 b
4.	RB 3	8,36 c	5,78 bc	5,68 c	1,78 c
5.	Kiara 8	10,23 bc	6,87 b	4,43 c	4,87 c
6.	Cin 143	12,86 b	6,26 b	5,32 bc	5,54 c
Rata-rata		13,52	8,05	9,05	9,95

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

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

KESIMPULAN

Pucuk peko dengan 2 daun (p+2) pada genotipe Tbs 1, Tbs 2, Hibrid, Cin 143, Rb 3, dan Kiara 8 mengandung senyawa aktif alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavanoid, steroid, dan glikosida. Uji triterpenoid pada genotipe Tbs 1, Hibrid, dan Kiara 8 memberikan hasil positif. Genotipe Tbs 1 dan Tbs 2 memiliki kandungan katekin nyata lebih tinggi (kecuali bagian ruas + tangkai daun) dibandingkan dengan empat genotipe lainnya. Pucuk peko, daun pertama, dan daun kedua pada genotipe Tbs 1 memiliki kadar katekin masing-masing 17,92%, 11,73%, dan 14,67%, sedangkan pada genotipe Tbs 2 masing-masing 18,22%, 13,48%, dan 15,81%. Kadar katekin terendah dihasilkan oleh bagian ruas + tangkai daun pada genotipe Rb 3 (1,78%). Pucuk peko menghasilkan kandungan katekin bervariasi antara 8,36-18,22%, lebih tinggi dibandingkan dengan daun pertama, daun kedua, dan bagian ruas + tangkai daun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Anang Asmoro, SP., yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, S.A. (2006). *Kimia bahan alam dan potensi keanekaragaman hayati. Paper presented at Workshop Peningkatan Sumber Daya Manusia Pengelolaan dan Penelitian Potensi Keanekaragaman Hayati*. Padang.
- Agusta, A. (2006). Diversitas jalur biosintesis senyawa terpena pada makhluk hidup sebagai target obat antiinfeksi. *Berita Biologi*, 8(2), 141-152.

- Aigbodion, O.B., & Marcell, I. (2013). Microbiological characteristics and phytochemical screening of some herbal teas in Nigeria. *European Scientific Journal*, 9(8), 149-160.
- Ajjah, A. (2004). Sensitivitas *Salmonella thymurium* terhadap ekstrak daun *Psidium guajava* L. *Bioscience*, 1(1), 31-8.
- Arniputri, R.B., Sakya, A.T., & Rahayu, M. (2007). Identifikasi komponen utama minyak atsiri temu kunci (*Kaempferia pandurata* Roxb.) pada ketinggian tempat yang berbeda. *Biodiversitas*, 8(2), 135-137.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 01-3391-2000 (SNI Gambir) (p.6). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bathia, I.S., & Ullah, M.R. (1968). Polyphenols of tea. *J. Sci. Food Agric.*, 19, 535-542.
- Bermawie, N., Purwiyanti, S., & Mardiana. (2006). Keragaan sifat morfologi, hasil, dan mutu plasma nutfah pegagan (*Centella asiatica* (L.). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, XIX(1), 1-17.
- Cherotich, L., Kamunya, S.M., Alakonya, A., Msomba, S.W., Uwimana, M.A., Wanyoko, J.K., & Owuor, P.O. (2013). Variation in Catechin Composition of Popularly Cultivated Tea Clones in East Africa (Kenya). *American Journal of Plant Sciences*, 4, 628-640.
- Cheruiyot, E.K. (2007). Polyphenols as potential indicators for tolerance in tea (*Camellia sinensis*). *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 71(9), 2190-2197.
- Departemen Kesehatan. (1995). *Materia medica Indonesia Jilid VI*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Dixon, R.A., & Steel, L.C. (1999). Flavonoids and Isoflavonoids-gold mine for metabolic engineering. *Trends in Plant Science*, 4, 394-400.
- Fujimura, Y., Tachibana, H., & Yamada, K. (2004). Lipid raft-associated catechin suppresses the FcγRI expression by inhibiting phosphorylation of the extracellular signal-regulated kinase1/2. *FEBS Letters*, 556, 204-210.
- Graham, R.D., & Rosser, J.M. (2000). Carotenoids in staple foods: Their potential to improve human nutrition. *Food and Nutrition Bulletin*, 21, 404-409.
- Izzren, N.Q.M.N., & Fadzelly, M.A.B. (2013). Phytochemicals and antioxidant properties of different parts of *Camellia sinensis* leaves from Sabah tea plantation in Sabah, Malaysia. *International Food Research Journal*, 20(1), 307-312.

- Jang, H.D., Chang, K.S., Huang, Y.S., Hsu, C.L., Lee, S.H., & Su, M.S. (2007). Principal phenolic phytochemicals and antioxidant activities of three Chinese medicinal plants. *Food Chemistry*, 103, 749-756.
- Khan, N., & Mukhtar, H. (2007). Tea polyphenols for health promotion. *Life Science*, 81, 519-533.
- Liu, Y., Gao, L., Xia, T., & Zhao, L. (2009). Investigation of the site-specific accumulation of catechin in the tea plant (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) via Vanillin-HCl Staining. *J. Agric. Food Chem.*, 57, 10371-10376.
- Manitto, P. (1981). *Biosynthesis of natural products*. Ellis Horwood Ltd., Publisher.
- Martono, B. (2011). *Keragaman dan tanggap pertumbuhan serta produksi asiaticosida pegagan (Centella asiatica (L.) Urban) pada ketinggian tempat dan naungan yang berbeda* (Disertasi, Institut Pertanian Bogor, Bogor).
- Masduki, I. (1996). Efek antibakteri ekstrak biji pinang (*Areca catechu*) terhadap *S. aureus* dan *E. coli*. *Cermin Dunia Kedokteran*, 109, 21-4.
- Maung, P.P., He, Q., & Chamba, M.V.M. (2012). Comparison of polyphenol content between laboratory processed Laphet and China and Myanmar tea (*Camellia sinensis*) products. *J. Food Sci.*, 22(4), 180-184.
- Minjie, Z. (1995). *Sixth conference thesis of comprehensive utilization of agricultural by-products by China committee of Chemistry (J)*. Nanchang.
- Nagata, T., & Sakai, S. (1984). Differences caffeine, flavonols, and amino acids contents in leaves of cultivated species of *Camellia*. *Jpn. J. Breed.*, 34, 459-467.
- Nassar, Z., Abdalrahim, & Amin M.S. (2010). The Pharmacological Properties of terpenoid from *Sandoricum Koetjape*. *Journal Medcentral*, 1-11.
- Pusat Penelitian Teh dan Kina. (2008). *Petunjuk teknis pengelolaan teh* (p. 109). Gambung: Pusat Penelitian Teh dan Kina.
- Rathee, J.S., Hassarajani, S.A., & Chattopadhyay, S. (2007). Antioxidant activity of *Nyctanthes arbortristis* leaf extract. *Food Chemistry*, 103, 1350-135.
- Robinson, T. (1995). *Kandungan organik tumbuhan tinggi*. Penerjemah Padmawinata K. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Singh, H.P., Ravindranath, S.D., & Singh, C. (1999). Analysis of tea shoot catechins: Spectrophotometric quantification and selective visualization on two dimensional paper chromatograms using diazotized sulphanilamide. *J. of Agricultural and Food Chemistry*, 47(3), 1041-1045.
- Singh, R., Rastogi, S., & Dwivedi, U.N. (2010). Phenylpropanoid metabolism in ripening fruits. *Compr. Rev. Food Sci.*, F 9, 398-416.
- Schmidt, F.H., & Ferguson, J.H.A. (1951). *Rainfall type based on wet and dry period ratio for Indonesia with Western New Guinea*. Jakarta: Jawatan Meteorologi dan Geofisika. Kementerian Perhubungan.
- Takeda, Y. (1994). Differences in tea caffeine and tannin contents between tea cultivars and application to tea breeding. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 28(2), 117-123.
- Tariq, A.L., & Reyaz, A.L. (2012). Phytochemical analysis of *Camellia sinensis* leaves. *Int. J. of Drug Development and Research*, 4(4), 311-316.
- Vickery, M.L., & Vickery, B. (1981). *Secondary plant metabolism* (p. 335). The Macmillan Press Ltd.
- Wang, H., & Helliwell, K. (2001). Determination of flavonols in green and black tea leaves and green tea infusions by high-performance liquid chromatography. *Food Res. Int.*, 34, 223-227.
- Wei, K., Wang, L., Zhou, J., He, W., Zeng, J., Jiang, Y., & Cheng, H. (2011). Catechins contents in tea (*Camellia sinensis*) as affected by cultivar and environment and their relation to chlorophyll contents. *Food Chem.*, 125, 44-48.
- Winardi, R.R. (2010). Perubahan kadar flavonoid selama fermentasi seduhan teh hijau dan potensi khasiatnya. *Jurnal Saintech* 02(03), 63-68.
- Xin-Chao, W., Chen, L., Chun-Lei, M., Ming-Zhe, Y., & Ya-Jun, Y. (2010). Genotypic variation *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 9-14.
- Xiong, L., Li, J., Li, Y., Yuan, L., Liu, S., Huang, J., & Liu, Z. (2013). Dynamic changes in catechin levels and catechin biosynthesis-related gene expression in albino tea plants (*Camellia sinensis* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 71, 132-143.
- Yamanishi, T. (1999). Tea flavor. In Jain N.K. (Ed.). *Global Advances in Tea Science* (pp. 707-722). New Delhi: Aravali Book International (P) Ltd.
- Yang, D., Liu, Y., Sun, M., Zhao, L., Wang, Y., Chen, X., ... Xia, T. (2012). Differential gene expression in tea (*Camellia sinensis* L.) calli with different morphologies and catechin contents. *J. Plant Physiol.*, 169, 163-175.
- Yizhong, X., & Hongrong, A. (1990). The application of tea saponin on the decolorization and detergent (J). *China Surfactant Detergent & Cosmetics*, 2, 46-48.
- Zhonghua, L., Huang J., Shi Z. & Wang Z. (1995). Studies on some factors affecting the quality of tea catechins. *Proceeding of '95 International Tea Quality Human Health Symposium* (p. 211). Shanghai. China.

PENGARUH BEBERAPA JENIS FORMULA INSEKTISIDA NABATI UNTUK MELINDUNGI BUAH KAKAO DARI SERANGAN PENGGEREK

THE EFFECT OF SOME BOTANICAL INSECTICIDE FORMULAS TO PROTECT COCOA POD FROM POD BORER INFESTATION

* Funny Soesanthy dan Samsudin

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia
* f_soesanthy75@yahoo.com

(Tanggal diterima: 26 Februari 2014, direvisi: 17 Maret 2014, disetujui terbit: 20 Juni 2014)

ABSTRAK

Penggunaan insektisida sintetik yang terus menerus untuk mengendalikan penggerek buah kakao (PBK) dapat merusak keseimbangan ekosistem di perkebunan kakao. Oleh sebab itu, diperlukan cara pengendalian yang relatif aman bagi manusia dan lingkungan, yaitu menggunakan insektisida nabati. Tujuan penelitian adalah menguji keefektifan formula insektisida nabati berbahan dasar ekstrak daun bandotan-metanol, bawang putih-etanol, dan kemiri sunan untuk melindungi buah kakao dari infestasi PBK. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari-Desember 2013. Bahan uji yang digunakan adalah bandotan-metanol+serai wangi (BMS), bandotan-metanol+minyak cengkeh (BMC), bandotan-metanol+bawang putih-etanol (BMP), bawang putih-etanol+serai wangi (PES), bawang putih-etanol+minyak cengkeh (PEC), kemiri sunan+bawang putih-etanol (KSP), kemiri sunan+bandotan-metanol (KSB), α -eleostearic acid (kontrol negatif), dan air (kontrol positif). Formula dibuat di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri) Sukabumi, dan pengujiannya dilakukan di perkebunan kakao PT. Bumiloka Swakarya, Sukabumi. Perlakuan disusun dalam unit-unit percobaan yang masing-masing terdiri dari 16 pohon (4 x 4 pohon) dan diulang tiga kali. Pada setiap plot dipilih 30 buah kakao sehat berukuran 6-10 cm. Konsentrasi formula 5% dan 10% dengan volume larutan 250 ml/pohon disemprotkan ke seluruh permukaan buah dan cabang-cabang horizontal, dengan interval 2 minggu sekali sebanyak 6 kali. Pengamatan dilakukan terhadap tingkat serangan PBK dan kerusakan buah yang dipanen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula KSB (kemiri sunan 25% + bandotan 5%) pada konsentrasi 10 ml/l menghasilkan nilai persentase serangan PBK terendah, sedangkan formula BMP (bandotan 5% + bawang putih 5%) pada konsentrasi 10 ml/l menyebabkan intensitas serangan PBK dan kehilangan hasil terendah.

Kata kunci: Insektisida nabati, penggerek buah kakao, formula

ABSTRACT

The use of synthetic insecticide continuously to control the cocoa pod borer (CPB) can cause serious damage to the ecosystem balance in the cocoa plantations. Therefore, a control measures that are relatively safe for humans and the environment, such as the use of botanical insecticide are needed. The purpose of the study was to analyze the effectiveness of plant-based insecticide from leaves goat weed-methanol and garlic-ethanol extract, and philippine tung oil formula to protect cocoa pods from CPB infestation. The study was conducted from January to December 2013. The test materials used were goat weed-methanol+citronella (BMS), goat weed-methanol+clove oil (BMC), goat weed-methanol+garlic-ethanol (BMP), garlic-ethanol+citronella (PES), garlic-ethanol+clove oil (PEC), philippine tung oil+garlic-ethanol (KSP), philippine tung oil+goat weed-methanol (KSB), α -eleostearic acid (negative control), and water (positive control). All of the formulas were made in the Plant Protection Laboratory, Indonesian Industrial and Beverages Crops Research Institute (IIBCRI) Sukabumi, whereas the field testing was conducted in cocoa plantations of PT Bumiloka Swakarya, Sukabumi. Each experimental plot consisted of a 4x4 trees, repeated 3 times. In each plot selected 30 healthy cocoa pods measuring 6-10 cm in length. Distance between plots was 2 arrays of trees. Formulas concentration were 5% and 10%, which then sprayed onto the entire surface of the pods and horizontal branches using a knapsack sprayer, 6 times at intervals of 2 weeks. Solution volume was 250 ml / tree. Observations were made on the level of CPB infestation and pod damage harvested. The results showed that the lowest percentage of CPB infestation was on KSB 10 (philippine tung oil 25% + goat weed 5%), whereas the lowest percentage of intensity and yields loss were on BMP 10 (goat weed 5% + garlic 5%).

Keywords: Botanical insecticide, cocoa pod borer, formula

PENDAHULUAN

Penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* Snell. (Lepidoptera: Gracillariidae) merupakan hama penting pada kakao (*Theobroma cacao* L. (Sterculiaceae) yang banyak menimbulkan kerugian bagi petani, terutama di Indonesia (Chisholm, Toledano, & Benalt, 2006; Djamaluddin & Sjaforuddin, 2006, Adjinah & Opoku, 2010). PBK bersifat sangat merusak karena menyebabkan biji kakao tidak berkembang, biji saling melekat dan berwarna hitam. PBK sukar dikendalikan karena seluruh stadia larva hidup di dalam buah sampai menjelang kepompong (Depparaba, 2002; Sulistyowati, Yohanes, & Mufrihati, 2002; Sulistyowati, 2003). Menurut Sulistyowati, Mufrihati, & Wardani (2007), rata-rata persentase serangan PBK lebih dari 90% dengan persentase kehilangan hasil 30%-80%. Usaha pengendalian PBK telah banyak diusahakan, di antaranya menggunakan bahan-bahan nabati, terutama yang mengandung minyak atsiri.

Beberapa jenis tanaman penghasil minyak atsiri diketahui menunjukkan aktivitas berspektrum luas terhadap hama tanaman. Menurut Rahman & Talukder (2006), bahan-bahan tersebut bersifat *biodegradable* sehingga tidak terakumulasi dalam rantai makanan. Bahan nabati juga memiliki toksisitas relatif rendah terhadap mamalia. Cara kerjanya tidak selalu membunuh hama sasaran, tetapi dapat berperan sebagai attraktan, repelen dan deteren. Beberapa jenis tanaman yang berpotensi sebagai sumber insektisida memiliki karakter, antara lain rasa pahit (mengandung alkaloid dan terpen), bau menyengat dan rasa agak pedas (Musabiyama, Saxena, Kairu, & Khan, 2001).

Beberapa jenis tumbuhan telah diteliti untuk mengendalikan PBK, antara lain cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.), serai wangi (*Cymbopogon nardus* L.) (Asaad & Willis, 2012), dan mimba 4,5% (Wiradiputra & Atmawinata, 1998). Menurut Srivastava, Srivastava, & Syamsundar (2005), kandungan dalam minyak cengkeh yang terbanyak adalah eugenol (82,6%), *eugenyl acetate* (6%), β -*caryophyllene* (7,2%), dan *methyl eugenol* < 0,05%. Ayman & Abd-Elgayed (2007) menambahkan bahwa minyak cengkeh bersifat repelen dan menyebabkan mortalitas pada ngengat pengganggu sarang lebah. Eugenol, *isoeugenol* dan *saffrole* juga dapat mempengaruhi *Drosophila melanogaster* (Munerato, Sinigaglia, & Reguli, 2005). Minyak serai wangi mengandung sitronela (35,97%), nerol (17,28%), sitronelol (10,03%), *geranyle acetate* (4,44%), elemol (4,38%), limonen (3,98%), dan *cytronellyl acetate* (3,51%) (Setiawati, Murtiningsih, & Hasyim, 2011). Minyak serai dapat digunakan untuk mengendalikan hama dari golongan

Lepidoptera seperti *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa armigera*, dan *Plutella xylostella* (Hasyim, Setiawati, Murtiningsih, & Sofiari, 2010; Shahabuddin & Anshary, 2010; Labinas & Crocomo, 2012).

Pada hasil penelitian sebelumnya, ekstrak kasar bandotan-metanol 1% dapat menurunkan tingkat kehilangan hasil panen kakao sebesar 36,1%; ekstrak 1% bawang putih-etanol 58,4%, dan 1% minyak kemiri sunan 20% (Soesanthy & Samsudin, 2013). Selanjutnya, minyak serai wangi dan cengkeh akan diformulasikan masing-masing dengan ekstrak kasar daun bandotan-metanol (*Ageratum conyzoides*), bawang putih-etanol (*Allium sativum*), dan minyak kemiri sunan (*Aleurites trisperma*). Pada penelitian ini dilakukan pengujian keefektifan formula-formula tersebut untuk melindungi buah kakao dari infestasi PBK.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Parungkuda, Sukabumi dan di perkebunan kakao PT Bumiloka Swakarya, Jampang, Sukabumi, pada bulan Januari-Desember 2013.

Uji Formula Insektisida Nabati

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan 16 perlakuan dan diulang 3 kali (Tabel 1). Perlakuan disusun dalam unit-unit percobaan, masing-masing terdiri dari 16 pohon (4 x 4 pohon). Jarak antar petak adalah dua larik pohon. Pada tiap-tiap unit dipilih 30 buah kakao yang bebas serangan PBK (panjang 6-10 cm). Sebelum diaplikasikan, formula insektisida nabati dilarutkan dengan air hingga diperoleh konsentrasi yang diinginkan. Formula disemprotkan menggunakan alat *knapsack sprayer* dengan cara mengarahkan *nozzle* ke seluruh permukaan buah dan cabang-cabang horizontal (tempat imago PBK beristirahat). Penyemprotan dengan volume 250 ml/pohon dilakukan dalam interval dua minggu satu kali sebanyak 6 kali.

Parameter yang diamati terdiri dari persentase serangan PBK, intensitas serangan, dan kehilangan hasil pada buah contoh yang dipanen. Rumus untuk menghitung persentase buah yang terserang PBK adalah:

$$P = [(a)/(a+b)] \times 100 \%$$

Keterangan :

P = persentase buah kakao yang terserang PBK

a = jumlah buah kakao terserang PBK

b = jumlah buah kakao sehat

Tabel 1. Perlakuan formula insektisida nabati
Table 1. Treatment of botanical insecticides formulas

No.	Perlakuan	Keterangan
1	BMS 5	Ekstrak bandotan 10% + minyak serai wangi 5% dengan konsentrasi 5 ml/l
2	BMS 10	Ekstrak bandotan 10% + minyak serai wangi 5% dengan konsentrasi 10 ml/l
3	BMC 5	Ekstrak bandotan 10% + minyak cengkeh 5% dengan konsentrasi 5 ml/l
4	BMC 10	Ekstrak bandotan 10% + minyak cengkeh 5% dengan konsentrasi 10 ml/l
5	BMP 5	Ekstrak bandotan 5% + ekstrak bawang putih 5% dengan konsentrasi 5 ml/l
6	BMP 10	Ekstrak bandotan 5% + ekstrak bawang putih 5% dengan konsentrasi 10 ml/l
7	PES 5	Ekstrak bawang putih 10% + minyak serai wangi 5% dengan konsentrasi 5 ml/l
8	PES 10	Ekstrak bawang putih 10% + minyak serai wangi 5% dengan konsentrasi 10 ml/l
9	PEC 5	Ekstrak bawang putih 10% + minyak cengkeh 5% dengan konsentrasi 5 ml/l
10	PEC 10	Ekstrak bawang putih 10% + minyak cengkeh 5% dengan konsentrasi 10 ml/l
11	KSP 5	Minyak kemiri sunan 25% + ekstrak bawang putih 5% dengan konsentrasi 5 ml/l
12	KSP 10	Minyak kemiri sunan 25% + ekstrak bawang putih 5% dengan konsentrasi 10 ml/l
13	KSB 5	Minyak kemiri sunan 25% + ekstrak bandotan 5% dengan konsentrasi 5 ml/l
14	KSB 10	Minyak kemiri sunan 25% + ekstrak bandotan 5% dengan konsentrasi 10 ml/l
15	kontrol positif	Air
16	kontrol negatif	α -eleostearic acid

Kategori tingkat kerusakan buah didasarkan pada persentase biji lengket yang dinyatakan dalam 4 kategori, yaitu serangan bebas, ringan, sedang, dan berat (Tabel 2).

Tabel 2. Kategori tingkat kerusakan buah akibat serangan PBK

Table 2. The categories of pod damage level caused by CPB infestation

Kategori tingkat kerusakan buah	Kriteria biji lengket	Nilai pembobot
Bebas	Semua biji kakao mudah dikeluarkan dari kulit buah, antar biji tidak lengket	0
Ringan	Semua biji dapat dikeluarkan dari kulit, biji tidak terlalu lengket (biji lengket <10%).	1
Sedang	Biji saling lengket tetapi masih dapat dikeluarkan dari kulit buah (biji lengket 10-50%).	3
Berat	Biji saling lengket dan tidak dapat dikeluarkan dari kulit buah (biji lengket >50%)	9

Sumber/Source: Sulistyowati et al. (2007)

Intensitas serangan (I) PBK dihitung dengan menggunakan rumus:

$$I = [(1 \cdot R) + (3 \cdot S) + (9 \cdot B) / (9 \cdot A)] \cdot 100\%$$

Keterangan:

I = intensitas serangan PBK

R = jumlah buah terserang ringan

S = jumlah buah terserang sedang

B = jumlah buah terserang berat

A = jumlah buah yang diamati

Persentase kehilangan hasil dihitung berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Wardani et al. (1997) cited in Sulistyowati et al. (2007):

$$Y = -0,0210 + 0,1005 X$$

Keterangan:

Y = kehilangan hasil

X = skor intensitas serangan PBK

Skor intensitas serangan PBK (X) dihitung dengan rumus:

$$X = [(0 \cdot Sh) + (1 \cdot R) + (3 \cdot S) + (9 \cdot B)] / (JB)$$

Keterangan:

X = skor intensitas serangan PBK

Sh = jumlah buah sehat

R = jumlah buah terserang ringan

S = jumlah buah terserang sedang

B = jumlah buah terserang berat

JB = jumlah buah yang diamati

Nilai yang diperoleh dari persamaan kehilangan hasil (Y) di atas dikalikan dengan 100% untuk menunjukkan persentase kehilangan hasil akibat serangan PBK. Hasil pengamatan tingkat serangan PBK dan persentase kehilangan hasil pada perlakuan bahan uji dibandingkan dengan kontrol.

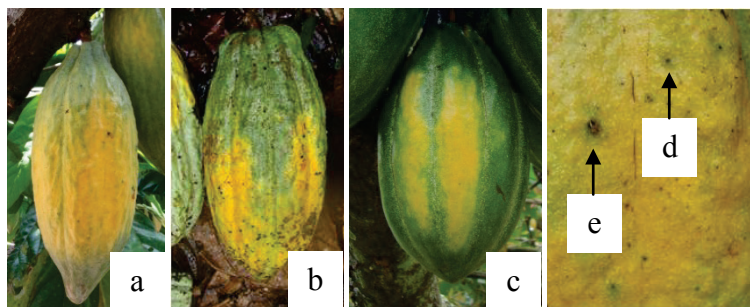
Uji Kandungan Fitokimia

Uji kandungan fitokimia dilakukan untuk mengetahui senyawa kimia yang terkandung di dalam formula. Senyawa-senyawa tersebut diduga mempengaruhi perilaku hama, bahkan dapat menyebabkan kematian. Pengujian fitokimia dilakukan dengan metode kromatografi lapis tipis di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro), Bogor dan GCMS di Dinas Kesehatan DKI Jakarta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gejala, Persentase Serangan PBK dan Kategori Kerusakan Buah Kakao

Gejala serangan penggerek ditandai adanya belang kuning hijau pada buah dan terdapat lubang masuk larva yang berukuran lebih kecil dari lubang keluarnya. Larva hidup di dalam buah kakao dan menjadi pupa di luar buah (Gambar 1).



Gambar 1. Gejala serangan PBK: warna belang pada buah (a,b, dan c) serta lubang masuk dan keluar larva PBK (d dan e)

Figure 1. The Symptoms of CPB infestation that shown by color streaks on pods (a, b, and c), and hole in (d) and out (e) of CPB larvae

Tabel 3. Persentase intensitas serangan PBK serta tingkat kerusakan buah kakao akibat penggerek buah kakao

Table 3. Percentage of CPB infestation and the level of cocoa pod damaged on each category

Perlakuan	Konsentrasi (ml/l)	Tingkat serangan (%)	Intensitas serangan (%)	Tingkat kerusakan buah (%)		
				Ringan	Sedang	Berat
BMS 5	5	69,47 cd	18,00 ab	47,86 bc	13,39 ab	8,22 ab
BMS 10	10	66,85 cd	17,90 ab	47,22 bc	10,46 ab	9,17 ab
BMC 5	5	83,61 ab	20,51 ab	57,92 bc	17,43 ab	8,26 ab
BMC 10	10	77,35 abc	10,84 ab	72,22 c	3,47 a	1,66 ab
BMP 5	5	78,33 abc	15,43 ab	59,31 bc	15,28 ab	3,75 ab
BMP 10	10	73,85 abc	10,73 a	70,17 c	1,11 a	2,56 ab
PES 5	5	76,67 abc	25,31 b	45,28 bc	16,67 ab	14,72 bc
PES 10	10	73,33 abc	17,35 ab	57,36 bc	7,50 ab	8,47 ab
PEC 5	5	76,35 abc	18,65 ab	51,51 bc	17,86 ab	6,98 ab
PEC 10	10	72,18 abc	23,27 ab	43,63 bc	15,20 ab	13,36 abc
KSP 5	5	79,44 abc	22,72 ab	51,11 bc	16,94 ab	11,39 ab
KSP 10	10	76,74 abc	11,93 ab	57,71 bc	17,92 ab	1,11 ab
KSB 5	5	65,54 cd	15,53 ab	37,34 b	25,24 b	2,96 ab
KSB 10	10	59,75 e	13,55 ab	46,05 bc	7,90 ab	5,80 ab
Kontrol		94,00 a	48,22 c	6,00 a	60,67 c	27,33 c
α -eleostearic acid	5	76,03 abc	11,00 ab	67,87 c	7,05 ab	1,11 a

Keterangan : BMS = Bandotan-Serai wangi, BMC = Bandotan-Cengkeh, BMP = Bandotan-Bawang putih, PES = Bawang putih-Serai wangi, PEC = Bawang putih-Cengkeh, KSB = Kemiri sunan-Bandotan, KSP = Kemiri sunan-Bawang putih. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5%

Notes : BMS = Goat weed-Citronella oil, BMC = Goat weed-Clove oil, BMP = Goat weed-Garlic, PES = Garlic-Citronella oil, PEC = Garlic-Clove oil, KSB = Philippine Tung oil-Goat weed, KSP = Philippine Tung oil-Garlic. Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different according to Duncan test at 5% level

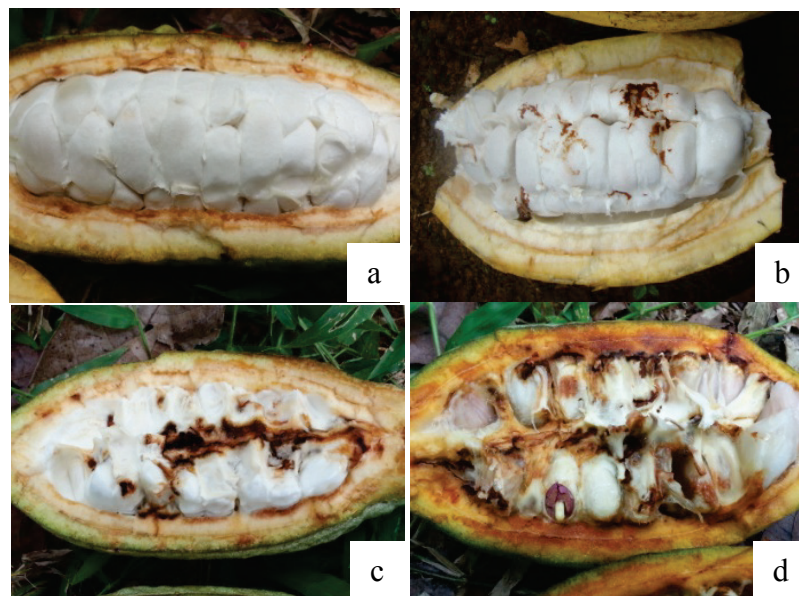
Formula insektisida nabati yang disemprotkan pada buah kakao memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase serangan PBK. Persentase serangan PBK paling tinggi terdapat pada kontrol (94%), dan yang terendah pada KSB 10 (59,75%) (Tabel 3). Dengan demikian, perlakuan campuran minyak kemiri sunan 25% dan ekstrak bandotan 5% dengan konsentrasi 10 ml/l (KSB 10) dapat mengurangi serangan PBK sebesar 36,44% dibandingkan dengan kontrol. Minyak kemiri sunan dan daun bandotan berbau menyengat sehingga dapat mengusir imago PBK pada cabang-cabang pohon. Bandotan mengandung senyawa alkaloid *pyrrolizidine alkaloids* (PA), yaitu *lycopsamine* dan *echinatine* yang bersifat toksik (Wiedenfeld dan Roder, 1991). Senyawa alkaloid tersebut berasa pahit sehingga kemungkinan menghambat laju larva instar pertama ketika menggerek buah kakao.

Formula insektisida nabati juga memberikan pengaruh nyata terhadap intensitas serangan PBK. Intensitas serangan PBK tertinggi terdapat pada kontrol (48,22%), sedangkan yang terendah pada perlakuan BMP 10 (10,73%) (Tabel 3).

Kategori kerusakan buah kakao ditandai dengan biji yang lengket (Tabel 2). Tingkat kerusakan buah bervariasi tergantung pada jenis perlakuan (Tabel 3

dan Gambar 2). Pada kategori kerusakan buah ringan, semua perlakuan berbeda nyata dengan kontrol. Tingkat kerusakan buah kategori ringan yang paling rendah ditunjukkan pada kontrol (6%), sedangkan yang tertinggi adalah pada perlakuan BMC 10 (72,22%). Hal ini berarti bahwa pada perlakuan tersebut, kerusakan buah kakao lebih didominasi oleh kategori kerusakan ringan, sedangkan tingkat kerusakan sedang dan berat relatif sedikit (3,37% dan 1,66%). Menurut Willis, Laba, & Rohimatun (2013), kandungan eugenol yang terdapat di dalam minyak cengkeh mampu bertindak sebagai penolak PBK. Hal ini juga didukung oleh pendapat Ho *et al.* (1994) yang telah menggunakan cengkeh sebagai penolak hama gudang. Sementara itu, kategori kerusakan buah pada kontrol didominasi oleh kerusakan sedang (60,67%).

Tingkat kerusakan buah kategori sedang yang terbesar adalah pada kontrol (60,67%), sedangkan yang terendah adalah perlakuan BMP 10 (1,11%). Kandungan *pyrrolizidine alkaloids* (PA) dari ekstrak daun bandotan dan bawang putih yang mengandung komponen kimia yang mengandung sulfur dan berbau tidak enak, tidak disukai PBK. Komponen kimia dari bawang putih terdiri dari *allyl sulfide*, *allyl disulfate*, *allyl mercaptane*, *alun allicin* dan *alliin* (Okwu, 2005).



Gambar 2. Kategori tingkat kerusakan buah: (a) sehat, (b) ringan, (c) sedang, dan (d) berat
Figure 2. The category of pods damage level: (a) healthy, (b) light, (c) medium, and (d) severe

Tabel 4. Pengaruh perlakuan terhadap persentase kehilangan hasil akibat serangan PBK

Table 4. Effect of treatment on percentage of yield loss against CPB

Perlakuan	Konsentrasi (ml/l)	Kehilangan hasil (%)
BMS 5	5	14,18 b
BMS 10	10	14,09 b
BMC 5	5	16,45 ab
BMC 10	10	7,70 b
BMP 5	5	11,86 b
BMP 10	10	7,61 b
PES 5	5	20,79 ab
PES 10	10	13,59 b
PEC 5	5	14,76 ab
PEC 10	10	18,95 ab
KSP 5	5	18,47 ab
KSP 10	10	8,69 b
KSB 5	5	11,94 b
KSB 10	10	10,16 b
Air	-	41,52 a
α -eleostearic acid	5	7,85 b

Keterangan : BMS = Bandotan-Serai wangi, BMC = Bandotan-Cengkeh, BMP = Bandotan-Bawang putih, PES = Bawang putih-Serai wangi, PEC = Bawang putih-Cengkeh, KSB = Kemiri sunan-Bandotan, KSP = Kemiri sunan-Bawang putih. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey taraf 5%

Notes : BMS = Goat weed-Citronella oil, BMC = Goat weed-Clove oil, BMP = Goat weed-Garlic, PES = Garlic-Citronella oil, PEC = Garlic-Clove oil, KSB = Philippine Tung oil-Goat weed, KSP = Philippine Tung oil-Garlic. Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different according to Tukey test at 5% level

Tingkat kerusakan buah kategori berat pada kontrol (27,33%) tidak berbeda nyata dengan perlakuan PEC 10 (13,36%) dan PES 5 (14,72%), sedangkan dengan yang lainnya berbeda nyata (Tabel 3). Tingkat kerusakan buah kategori berat paling rendah pada perlakuan α -eleostearic acid (1,11%) (kontrol negatif) dan KSP 10 (1,11%). Zat α -eleostearic acid merupakan salah satu fitokimia yang terdapat di dalam minyak kemiri sunan. Dengan demikian, minyak kemiri sunan mampu menurunkan serangan PBK. Minyak kemiri sunan bersifat sinergis dengan ekstrak bawang putih karena dapat menurunkan tingkat kerusakan buah kategori berat sebesar 95,93% dibandingkan dengan kontrol.

Persentase kehilangan hasil buah kakao yang disemprot insektisida nabati bervariasi. Lima perlakuan yang persentase kehilangan hasilnya tidak berbeda nyata dengan kontrol adalah BMC 5, KSP 5, PEC 10, PEC 5, dan PES 5 (Tabel 4). Persentase kehilangan hasil yang terendah adalah pada perlakuan BMP 10, yaitu sebesar 7,61% atau selisih 33,91% dari kontrol. Hasil penelitian Soesanthy & Samsudin (2013) menunjukkan persentase kehilangan hasil buah kakao yang telah disemprot ekstrak tunggal bandotan-metanol 1%, bawang putih-etanol 1%, dan kemiri sunan 1%, masing-masing 21,49%, 13,99%, dan 26,90%. Dengan demikian,

persentase kehilangan hasil pada kakao yang disemprot dengan ekstrak yang telah diformulasi lebih rendah dibandingkan ekstrak tunggal

Komposisi Kandungan Fitokimia Insektisida Nabati

Hasil pemeriksaan kualitatif senyawa fitokimia pada ketujuh formula menunjukkan perbedaan. Golongan senyawa saponin, alkaloid, flavonoid, triterpenoid, dan glikosida terdapat pada semua jenis formula (Tabel 5). Senyawa-senyawa tersebut dipercaya dapat mempengaruhi tingkah laku dan fisiologi serangga (Dadang & Priyono, 2008). Saponin bersifat seperti sabun, pahit, dan bersifat sebagai *astringen*, serta dapat mempengaruhi perilaku makan, pertumbuhan, dan bahkan mematikan serangga karena dapat menyebabkan hemolisis sel-sel darah merah (Okwu, 2005; Okigbo Anuagasi, & Amadi 2009; Chaib, 2010; Francis, Kerem, Makkar, & Becker, 2012). Demikian juga dengan senyawa alkaloid yang mampu melindungi tumbuhan dari serangan herbivora (Dadang & Priyono, 2008). Senyawa *pyrrolizidine alkaloids* (PA), yaitu *lycopsamine* dan *echinatine* merupakan alkaloid bersifat toksik yang terdapat pada daun bandotan (Wiedenfeld & Roder, 1991).

Tabel 5. Penapisan fitokimia formula insektisida nabati
Table 5. Phytochemical screening of botanical insecticide formula

Uji Fitokimia	Formula insektisida nabati							
	BMS	BMC	BMP	PES	PEC	KSB	KSP	α -eleostearic acid
Saponin	+	+	+	+	+	+	+	+
Alkaloid	+	+	+	+	+	+	+	+
Tanin	-	-	-	-	-	-	-	-
Fenolik	-	-	-	-	-	-	-	-
Flavonoid	+	+	+	+	+	+	+	+
Triterpenoid	+	+	+	+	+	+	+	+
Steroid	+	+	+	-	-	-	-	+
Glikosida	+	+	+	+	+	+	+	+

Keterangan : - = tidak mengandung senyawa tersebut, + = mengandung senyawa tersebut, BMS = Bandotan-Serai wangi, BMC = Bandotan-Cengkeh, BMP = Bandotan-Bawang putih, PES = Bawang putih-Serai wangi, PEC = Bawang putih-Cengkeh, KSB = Kemiri sunan-Bandotan, KSP = Kemiri sunan-Bawang putih

Notes : - = does not contain these compounds, + = contain these compounds, BMS = Goat weed-Citronella oil, BMC = Goat weed-Clove oil, BMP = Goat weed-Garlic, PES = Garlic-Citronella oil, PEC = Garlic-Clove oil, KSB = Philippine Tung oil-Goat weed, KSP = Philippine Tung oil-Garlic

Tabel 6. Penapisan fitokimia ekstrak kasar bandotan-metanol, bawang putih-etanol, dan minyak kemiri sunan
Table 6. Phytochemical screening of crude extracts of goat weed-methanol, garlic-ethanol, and philippine tung oil

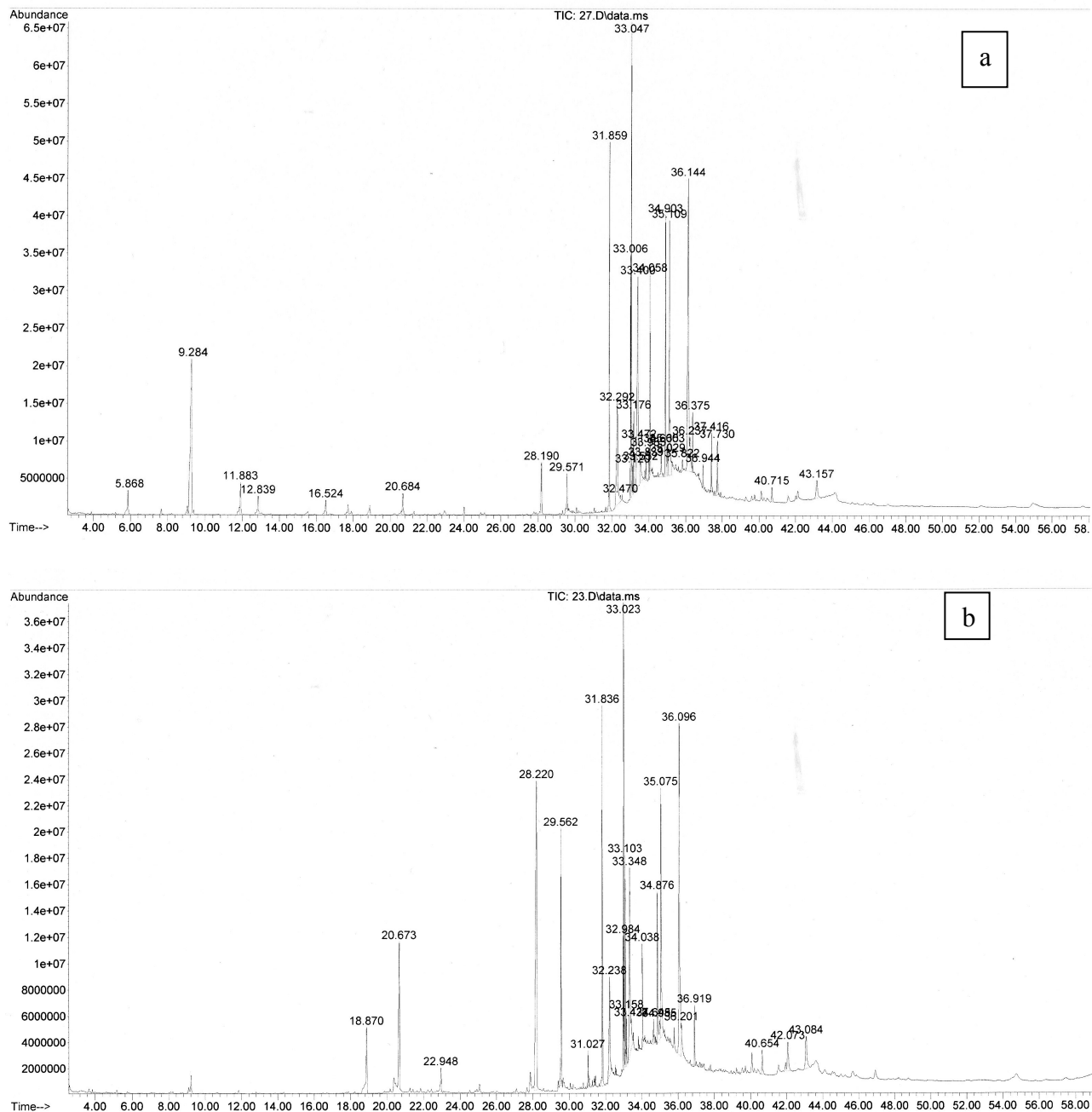
Uji Fitokimia	Ekstrak bandotan-metanol	Ekstrak bawang putih-etanol	Minyak kemiri sunan
Saponin	+	+	+
Alkaloid	+	+	+
Tanin	+	-	-
Fenolik	+	-	+
Flavonoid	+	+	+
Triterpenoid	+	+	+
Steroid	+	-	-
Glikosida	+	+	+

Sumber/ Source : Soesanthy & Samsudin (2013)

Formula BMS, BMC, BMP, dan KSP tidak mengandung senyawa tanin dan fenolik (Tabel 5), padahal menurut Soesanthy & Samsudin (2013), ekstrak kasar daun bandotan-metanol mengandung senyawa tanin dan fenolik. Demikian juga dengan minyak kemiri sunan yang mengandung senyawa fenolik (Tabel 6). Hal ini berarti pada saat ekstrak daun bandotan-metanol dan minyak kemiri sunan masing-masing diformulasikan dengan beberapa bahan tambahan, senyawa tanin dan fenoliknya berikatan dengan bahan-bahan tersebut. Tanin adalah senyawa kimia yang tergolong dalam senyawa polifenol dan mudah larut dalam air (Ahadi, 2003). Senyawa ini bersifat anti nutrisi karena mampu menghalangi penyerapan protein oleh tubuh dan menghambat proteolitik menguraikan protein menjadi asam amino (Deaville, Givens, & Harvey, 2010). Menurut McSweeney (2001), pembentukan kompleks

ini terjadi karena ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, dan ikatan kovalen antara kedua senyawa tersebut.

Nilai persentase serangan PBK terendah adalah perlakuan KSB 10, sedangkan nilai intensitas serangan PBK dan persentase kehilangan hasil terendah adalah BMP 10. Senyawa volatil KSB ada 35 komponen, lima diantaranya adalah α -monoolein (13,93%), 9-octadecanoic acid (11,65%), 6-octenal, 3,7-dimethyl- (10,80%), 2-hexadecanoyl glycerol (8,23%), dan methyl elaidate (8,08%). Senyawa volatil dalam BMP ada 24 komponen, yang didominasi oleh ageratochromene (18,11%), α -monoolein (13,14%), oleic acid (8,26%), 2-hexadecanoyl glycerol (6,63%), dan methyl elaidate (6,39%) (Gambar 3 dan Tabel 7).



Gambar 3 Jejak GCMS pada formula insektisida nabati a) KSB dan b) BMP
Figure 3. GCMS trace of botanical insecticide formulas, a) KSB and b) BMP

Hasil GCMS menunjukkan bahwa pada formula KSB waktu retensinya relatif lebih singkat dibandingkan dengan formula BMP (Gambar 3a dan 3b). Pada KSB, senyawa volatil mulai dilepaskan pada menit ke 5,87 dan secara terus menerus disusul dengan pelepasan beberapa jenis senyawa volatil lainnya, sedangkan pada BMP, senyawa volatil mulai terdeteksi mulai pada menit ke 18,87. Hal ini diduga yang menyebabkan formula KSB ini lebih cepat direspon oleh PBK dibandingkan formula BMP.

Kedua formula di atas mengandung senyawa 6-Demetohoxyageratochromene, ageratochromene, dan precocene II. Senyawa-senyawa volatil tersebut terdapat dalam ekstrak bandotan-metanol. Menurut Hardie, Honda, Timar, & Varjas (1995) dan Brooks, Ottridge, Jennings, Mace, & Alexander (2006), senyawa 6-Demetohoxyageratochromene dan precocene dapat mempengaruhi metamorfosis kutu daun *Acyrtosiphon pisum* (Harris), kepik *Oncopeltus fasciatus* (Dallas) dan belalang *Locusta migratoria migratorioides* (R&F).

Tabel 7. Komposisi kimia senyawa volatil formula BMP dan KSB
Table 7. Chemical compositions of volatils compound of BMP and KSP formulas

No.	KSB	Luas puncak (%)	BMP	Luas puncak (%)
	Komponen		Komponen	
1	(+)- α -limonene	1,09	B-caryophyllen	3,50
2	6-octenal,3,7-dimethyl-	10,80	Demethoxy ageratochromene	6,23
3	6-octenal,3,7-dimethyl-	1,20	B-sesquiphellandrene	0,90
4	3,7-dimethylocta-2,6-dien-1-ol	0,97	Ageratochromene	18,11
5	Citronellol acetat	0,54	Evodinnol	5,62
6	Demethoxy ageratochromene	0,87	Neophytadiene	0,62
7	Ageratochromene \$\$ Precocene II	1,88	Palmitic acid methyl ester	6,17
8	6-acetyl-8-methoxy-2-2-dimethyl-2h-chromen-5-ol	0,91	Palmitic acid	3,98
9	Palmitic acid methyl ester	6,36	9,12-octadecadienoic acid, methyl ester	1,63
10	Palmitic acid	5,39	Methyl elaidate	6,39
11	Methyl 8,11-octa decadienoate	0,14	Phytol	3,02
12	8,11-octadecadienoic , methyl ester	3,58	Stearic acid methyl ester	0,78
13	Methyl elaidate	8,08	Oleic acid	8,26
14	Trans-phytol	0,50	Octadecanoic acid	1,06
15	Stearic acid methyl ester	1,00	9-octadecenoic acid (z)-	1,35
16	9-octadecanoic acid	11,65	A-monoolein	0,68
17	Oleic acid	1,85	Oleylaldehyde	3,22
18	9-octadecanoic acid	0,94	Oleic acid	0,77
19	2-methyl-z,z-3,13-octadecadienol	0,45	2-hexadecanoyl glycerol	6,63
20	Methyl ester hexadecatrienoic	0,43	A-monoolein	13,14
21	Palmitic acid chloride	2,69	Spinacene	1,75
22	B-monoolein	0,98	Spinacene	1,21
23	B-monoolein	6,12	Cyclohexanol, 1-94-fluorophenyl)	1,02
24	9-octadecenoic acid	0,69	Stigmasterol	1,76
24	A-monoolein	0,56	Γ -sitosterol	2,20
26	2-hexadecanoyl glycerol	8,23		
27	B-monoolein	0,31		
28	A-monoolein	13,93		
29	A-monoolein	1,48		
30	Geranyl propionate	1,08		
31	Spinacen	0,5		
32	B – citronellyl acetate	1,42		
33	Geraniol butyrate	1,47		
34	Benzenepropanenitrile, 3,4-dimetoxy-	0,63		

Keterangan : BMP = Bandotan - Bawang putih, KSB = Kemiri sunan – Bandotan

Notes : BMP = Goat weed - Garlic, KSB = Philippine Tung oil - Goat weed

KESIMPULAN

Formula KSB (kemiri sunan 25% + bandotan 5%) pada konsentrasi 10 ml/l menghasilkan nilai persentase serangan PBK terendah, sedangkan formula BMP (bandotan 5% + bawang putih 5%) pada konsentrasi 10 ml/l menyebabkan intensitas serangan PBK dan kehilangan hasil terendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada PT. Bumiloka Swakarya atas dukungan fasilitas dan bantuannya selama penelitian di lapang. Penelitian ini terlaksana atas dukungan dana APBN pada DIPA Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, tahun anggaran 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjinah, K.O., & Opoku, I.Y. (2010). The National Cocoa Diseases and Pest Control (CODAPEC): Achievements and Challenges myjoyonline-Myjoyonline.com. Feature Article, Wed, 28 Apr 2010.
- Ahadi, M. R. (2003). *Kandungan tanin terkondensasi dan laju dekomposisi pada serasah daun rhizospora mucronata lamk pada ekosistem tambak tumpangsari, Purwakarta, Jawa Barat* (Skripsi Institut Pertanian Bogor, Bogor).
- Asaad, M., & Willis, M. (2012). Kajian pestisida nabati yang efektif terhadap hama penggerek buah kakao (PBK) pada tanaman kakao di Sulawesi Selatan. *Suara perlindungan tanaman*, 2(2), 24-34.
- Ayman, A. O., & Abd-Elgayed, A. A. (2007). Potential efficacy of certain plant volatile oils and chemicals against greater wax moth, *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) *Bull. Ent. Soc. Egypt, Econ. Ser.*, 33, 67-75.

- Brooks, G.T., Ottridge, A.P., Jennings, R.C., Mace, D.W., & Alexander, B.A. (2006). The effect of 2,2-dimethylchromene derivatives and some other compounds on the development of *Oncopeltus fasciatus* (dallas) and *Locusta migratoria migratorioides* (R&F). *Pesticide Science*, 16(6), 571-588. doi: 10.1002/ps.2780160603
- Chaib, I. (2010). Saponins as insecticides: A review. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 5(1), 39-50.
- Chisholm, R. H., Toledano, J., & Benalt, M. N. (2006). The role of the World Bank in supporting agriculture in Asia: the place for technology and innovation. Paper presented at the 2006 Cocoa Symposium held Feb. 9-10, 2006 at The National Academies, Washington, DC. Retrieved from www.cocoasympposium.com/2006/abstracts.
- Dadang, & Prijono, D. (2008). Insektisida nabati: Prinsip, pemanfaatan, dan pengembangan (p. 163). Bogor: Departemen Proteksi Tanaman.
- Deaville, E. R., Givens, D. I., & Harvey, I. M. (2010). Chesnut and mimosa tannin silages: Effect in sheep differ for apparent digestibility, nitrogen utilization and losses. *Anim. Feed Sci.*, 157, 129-138.
- Depparaba, F. (2002). Penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen) dan penanggulangannya. *Jurnal Litbang Pertanian*, 21(2), 69-74.
- Djamaluddin, R., & Sjafaruddin, M. (2006). Kehilangan hasil akibat serangan hama penggerek buah kakao. *Prosiding Seminar Nasional dan Ekspose Hasil Penelitian*. Kendari: Balai Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian.
- Francis, G., Kerem, Z. S., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (2002). The biological action of saponins in animal systems: A review. *British Journal of Nutrition*, 88, 587-605.
- Hardie, J., Honda, K I., Timar, T., & Varjas, L. (1995). Effects of 2,2-dimethylchromene derivatives on wing determination and metamorphosis in the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Journal Insect Biochemistry and Physiology*, 30(Issue 1), 25-40.
- Hasyim, A., Setiawati, W., Murtiningsih, R., & Sofiari, E. (2010). Efikasi dan persistensi minyak serai sebagai biopestisida terhadap *Helicoverpa armigera* Hubn. (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Hort.*, 20(4), 377-386.
- Ho, S. H., Cheng L. P. L., Sim, K. Y., & Tan, H. T. W. (1994). Potential of cloves (*Syzygium aromaticum* (L.) (Merr.) and perry as a grain protectant against *tribolium castaneum* (Herbs) and *Sitophilus zeamais*. Motsch. *Postharvest Biology and Technology*, 4, 179-183.
- Labinas, M.A., & Crocomo, W.B. (2002). Effect of Java grass (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) essential oil on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith. 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). *Maringa*, 24(5), 1401-1405.
- McSweeney, C.S., Palmer, B., McNeil, D.M., & Krause, D.O. (2001). Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 91, 83-93.
- Munerato, M.C., Sinigaglia, M., & Reguly, M.L. (2005). Genotoxic effects of eugenol, isoeugenol and safrole in the wing spot test of *Drosophila melanogaster*. *Mutat Res.*, 582(12), 87-94.
- Musabyimana, T., Saxena, R.C., Kairu, E.W., Ogol, C.P.K.O., & Khan, Z.R. (2001). Effects of the Neem seed derivatives on behavioral and physiological responses of the *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). *Hort. Entomol.*, 94, 449-454.
- Okigbo, R.N., Anuagasi, C. L., & Amadi, J. E. (2009). Advances in selected medicinal and aromatic plants indigenous to Africa. *J. Med. Plant. Res.*, 3(2), 086-095. Retrieved from <http://www.academicjournals.org/JMPR>.
- Okwu, D. E. (2005). Phytochemicals, vitamins and mineral contents of two Nigeria medicinal plants. *Int. J. Mol. Med. Adv. Sci.*, 1(4), 375-381.
- Rahman, A., & Talukder, F. A. (2006). Bioefficacy of some plant derivatives that protect grain against the pulse beetle, *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Insect Science*, 6(3), 1-10.
- Setiawati, W., Murtiningsih, R., & Hasyim, A. (2011). Laboratory and field evaluation of essential oils from *Cymbopogon nardus* as oviposition deterrent and ovicidal activities against *Helicoverpa armigera*. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 12(1), 9-16.
- Shahabuddin, & Anshary, A. (2010). Uji aktivitas insektisida ekstrak daun serai terhadap ulat daun kubis (*Plutella xylostella* L.) di laboratorium. *J. Agroland*, 17(3), 178-183.
- Soesanthy, F., & Samsudin. (2013). Peranan ekstrak babadotan dan bawang putih, serta minyak kemiri sunan terhadap serangan penggerek buah kakao. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4(2), 157-164.
- Srivastava, A.K., Srivastava, S.K., & Syamsundar, K.V. (2005). Bud and leaf essential oil composition of *Syzygium aromaticum* from India and Madagascar. *Flavour Fragr J.*, 20, 51-53.
- Sulistiyowati, E. (2003). *Pengendalian hama utama, teknik pengamatan dan pengendaliannya pada tanaman kakao, teknik budidaya dan pengolahan hasil kakao*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Sulistiyowati, E., Mufrihati, E., & Wardani, S. (2007). Potensi insektisida berbahan aktif ganda sipermetrin plus klorpirifos dalam mengendalikan penggerek buah kakao, *Conopomorpha cramerella* Snell. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 23(3), 159-167.
- Sulistiyowati, E., Yohanes, D.J., & Mufrihati, E. (2002). *Kajian ekobiologi dan metode pengendalian jasad pengganggu utama untuk mendukung PHT pada tanaman kakao* (p. 24). Laporan Proyek Penelitian PHT Perkebunan Rakyat TA 2001.
- Wardani, S., Winarno, H., & Sulistiyowati, E. (1997). Model pendugaan kehilangan hasil akibat serangan hama penggerek buah kakao. *Pelita Perkebunan*, 13, 33-39.
- Wiedenfeld, H., & Roder, E.. (1991). Pyrrolizidine alkaloids from *Ageratum conyzoides*. *Planta Med.*, 57, 578-579.
- Willis, M., Laba, I. W., & Rohimatun. (2013). Efektivitas insektisida sitronellal, eugenol, dan azadirachtin terhadap hama penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* (Snell.). *Bul. Litro* 24(1), 19-25.
- Wiryadiputra, S., & Atmawinata, O. (1998). Kakao (*Theobroma cacao* L.) In *Pedoman Pengendali Hama Terpadu Tanaman Perkebunan* (pp. 44-52). Pusat Penelitian Tanaman Industri. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

PENGARUH WAKTU APLIKASI DAN JENIS *TRICHODERMA* TERHADAP PENYAKIT JAMUR AKAR PUTIH PADA BIBIT TANAMAN KARET

THE EFFECT OF APPLICATION TIME AND TRICHODERMA TYPES ON WHITE ROOT DISEASE IN RUBBER SEEDLINGS

* Widi Amaria dan Edi Wardiana

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

*w_amarial@yahoo.com

(Tanggal diterima: 12 Maret 2014, direvisi: 24 Maret 2014, disetujui terbit: 20 Juni 2014)

ABSTRAK

Pemanfaatan agens hayati berupa jamur antagonis *Trichoderma* mempunyai peluang dalam mencegah maupun menekan serangan jamur akar putih (JAP) pada bibit tanaman karet. Oleh karena itu, *Trichoderma* dapat diaplikasikan sebelum maupun setelah infeksi patogen. Penelitian ini bertujuan mengetahui waktu aplikasi dan jenis *Trichoderma* yang efektif dalam mengendalikan penyakit JAP pada bibit karet. Penelitian dilakukan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri) Sukabumi, mulai bulan Mei sampai November 2013. Rancangan percobaan menggunakan acak kelompok faktorial dua faktor dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah dua waktu aplikasi *Trichoderma* (sebelum dan setelah infeksi patogen), faktor kedua adalah empat jenis *Trichoderma* (*Trichoderma virens*, *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma amazonicum*, dan *Trichoderma atroviride*). Di samping itu, digunakan petak kontrol (tanpa *Trichoderma*) untuk melihat efektif-tidaknya penggunaan *Trichoderma*. Bibit karet menggunakan klon AVROS 2037 hasil okulasi umur 3 bulan. Peubah yang diamati meliputi gejala penyakit JAP, masa inkubasi patogen, dan intensitas serangan JAP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pembibitan karet penggunaan agen hayati *Trichoderma* lebih efektif bila diaplikasikan sebelum ada infeksi patogen karena dapat memperpanjang masa inkubasi patogen dan menekan serangan JAP masing-masing 60,49 hari dan 78,36% dibandingkan kontrol, serta 51,62 hari dan 71,14% bila dibandingkan aplikasi setelah ada infeksi. *Trichoderma* yang diaplikasikan setelah infeksi patogen hanya efektif menekan serangan JAP sebesar 25% dibandingkan kontrol. *T. virens* dan *T. amazonicum* paling efektif bila diaplikasikan sebelum infeksi patogen, sedangkan apabila tanaman telah terinfeksi patogen maka dianjurkan menggunakan *T. virens*, *T. amazonicum*, atau *T. atroviride*.

Kata kunci: Karet, jamur akar putih, *Trichoderma*, intensitas serangan, masa inkubasi patogen

ABSTRACT

The utilization of biological agents such as fungal antagonist of *Trichoderma* has the opportunity to prevent and suppress the attacks of white root diseases (JAP) in rubber seedlings. Therefore, *Trichoderma* can be applied before or after pathogen infection. The objectives of this study were to determine the application time and *Trichoderma* types which effective in controlling white root fungi in rubber seedlings. The research was carried out in the Screen house of Indonesian Industrial and Beverages Crops Research Institute (IIBCRI), Sukabumi, from May to November 2013. The randomized complete block design in factorial two factors and three replications was used in this study. The first factor: two times of *Trichoderma* application (one week before and after pathogen infections), whereas the second factor: four types of *Trichoderma* (*Trichoderma virens*, *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma amazonicum*, and *Trichoderma atroviride*). In addition, the control plot (without *Trichoderma* application) was also used to investigate the effectiveness of *Trichoderma* application. Rubber seedling used in this study was 3 months old AVROS 2037 clone that obtained from grafting. The variable observed were symptom of JAP diseases, pathogen incubations period, and attacks intensity of JAP. The results showed that the use of *Trichoderma* biological agents in rubber seedling more effective when applied before pathogen infection, because it can prolong the incubations period and suppress pathogenic attack of JAP at about 60.49 days and 78.36%, respectively compared to the controls, and 51.62 days and 71.14% compared to the application after pathogen infections. The application of *Trichoderma* after pathogen infections only effective to suppress JAP attacks at about 25% compared to the control. *T. virens* and *T. amazonicum* most effective when applied before pathogen infection, whereas if the plant has been infected with a pathogen, it is recommended to use *T. virens*, *T. amazonicum*, or *T. atroviride*.

Keywords: Rubber, white root disease, *Trichoderma*, attack intensity, pathogen incubation period

PENDAHULUAN

Penyakit jamur akar putih (JAP) pada tanaman karet yang disebabkan oleh jamur *Rigidoporus microporus* dapat menyebabkan kehilangan hasil sekitar 3% di perkebunan rakyat dan 5% di perkebunan besar dengan taksiran kerugian mencapai 300 milyar setiap tahunnya (Situmorang, 2004). JAP merupakan penyakit tular tanah (*soil borne disease*) yang dapat bertahan sebagai sumber infeksi selama bertahun-tahun sehingga tidak mudah dalam pengendaliannya. Infeksi JAP dimulai sejak di pembibitan sampai tanaman menghasilkan sehingga upaya pengendalian maupun pencegahan terhadap patogen dan sumber infeksi dapat dilakukan sejak awal.

Pengendalian penyakit dengan menggunakan agens hayati, seperti *Trichoderma*, banyak dipilih karena berpotensi dalam mencegah maupun menekan perkembangan penyakit, terutama penyakit tular tanah, di samping itu dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit tertentu (Lorito, Woo, Harman, & Monte, 2010; Shores, Harman, & Mastouri, 2010; Contreras-Cornejo, Macías-Rodríguez, Beltrán-Peña, Herrera-Estrella, & López-Bucio, 2011; Malmierca *et al.*, 2012; Mastouri, Bjorkman, & Harman, 2012). Agens hayati antagonis pada rizosfer lebih mudah berkembang dan mempertahankan diri, serta tidak membutuhkan waktu lama dalam beradaptasi sehingga memiliki peluang besar dalam mengendalikan patogen tular tanah (Soesanto, 2008).

Mekanisme *Trichoderma* sebagai agens pengendali patogen tular tanah dapat melalui mekanisme parasitisme, kompetisi ruang dan nutrisi, membentuk lingkungan yang cocok, membentuk zat pemicu pertumbuhan, serta antibiosis dan induksi ketahanan tanaman (Sharma, Radheshyam, Joshi, & Dhaker, 2012; Kumar 2013). Di samping dapat mengeluarkan metabolit sekunder (Mukherjee, Horwitz, Herrera-Estrella, Schmoll, & Kenerley, 2013; Vinale *et al.*, 2014), beberapa jenis *Trichoderma* juga dapat berperan sebagai dekomposer untuk meningkatkan kesuburan tanah sehingga dapat memicu pertumbuhan tanaman (Kaewchai, Soyong, & Hyde, 2009; Contreras-Cornejo, Machias-Rodríguez, Cortés-Penagos, & López-Bucio, 2009; Viterbo, Landau, Kim, Chernin, & Chet, 2010; Akladios & Abbas, 2012; Haque, Ilias, & Molla, 2012; Hermosa, Viterbo, Chet, & Lorito, 2012; Samolski, Rincón, Pinzón, Viterbo, & Monte, 2012; Promwee, Issarakraisila, Intana, Chamswarn, & Yenjit, 2014).

Penggunaan agens hayati *Trichoderma virens* yang bersifat mikoparasit terbukti dapat menekan intensitas serangan penyakit JAP pada bibit tanaman

karet (Suwandi, 2008). Demikian juga halnya dengan *T. harzianum* (Jayasuriya & Thennakoon, 2007), bahkan *T. harzianum* dan *T. hamatum* dapat menghambat perkembangan patogen *R. microporus* lebih dari 50% (Kaewchai & Soyong, 2010). Hal yang sama juga telah dilaporkan bahwa *T. virens*, *T. amazonicum*, *T. hamatum*, dan *T. atroviride* secara *in vitro* memiliki potensi dalam menekan perkembangan patogen *R. microporus* lebih dari 80% (Amaria, Taufik, & Harni, 2013).

Salah satu fungsi *Trichoderma* adalah dapat meningkatkan ketahanan tanaman melalui mekanisme ISR (*induced systemic resistance*) dan SAR (*systemic acquired resistance*) (Harman, Howell, Viterbo, Chet, & Lorito, 2004; Christopher, Suthin Raj, Usha Rani, & Udhayakumar, 2010; Shores *et al.*, 2010; Hermosa *et al.*, 2012; Sharma *et al.*, 2012; Mukherjee *et al.*, 2013; Kumar, Parkhi, & Kerneley, 2013) sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pencegah atau pelindung tanaman dari patogen tertentu. Dilaporkan bahwa *T. virens* merupakan *Trichoderma* antagonis yang efektif digunakan sebagai *pre-treatment* terhadap penyakit JAP (Bruce, 1991; Hightley, 1997), demikian juga halnya dengan *T. koningii* yang dapat digunakan sebagai agens pencegah penyakit JAP pada tanaman karet (Balai Perlindungan Perkebunan dan Pengawasan Bibit [BP3B] Kalimantan Tengah, 2009).

Penelitian penggunaan *Trichoderma* sebagai agens pencegah penyakit JAP pada tanaman karet relatif masih terbatas bila dibandingkan penggunaannya sebagai agens pengendali. Padahal, informasi seperti ini sangat penting dan bermanfaat karena dapat mencegah berkembangnya penyakit serta akan membantu dalam mengefisienkan biaya maupun waktu pengendalian. Di samping itu, karena cukup beragamnya jenis *Trichoderma* maka diduga akan memiliki potensi yang berbeda-beda, apakah sebagai agens pencegah atau sebagai agens pengendali penyakit JAP pada bibit tanaman karet. Sehubungan dengan hal tersebut, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis pengaruh waktu aplikasi dan jenis *Trichoderma* yang efektif dalam mengendalikan penyakit JAP pada bibit tanaman karet.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium dan Rumah Kasa Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, mulai bulan Mei sampai November 2013. Isolat *Trichoderma* yang digunakan adalah *T. virens*, *T. hamatum*, *T. amazonicum*, dan *T. atroviride*, merupakan koleksi Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar yang berasal dari hasil eksplorasi di perkebunan-perkebunan milik rakyat di sekitar daerah Lampung Utara dan Jawa Barat. Bibit tanaman karet yang digunakan adalah klon AVROS 2037 hasil

okulasi (umur 3 bulan) yang ditanam dalam kantong plastik hitam (polybag) dengan media berupa 5 kg tanah dan rumput kering dengan perbandingan volume 3:1. Penelitian dilaksanakan dengan rancangan acak kelompok faktorial dua faktor dengan tiga ulangan. Sebagai faktor pertama adalah waktu aplikasi *Trichoderma* (AT) yang terdiri dari dua aplikasi, yaitu AT_1 = diaplikasikan satu minggu sebelum infeksi patogen *R. microporus*, dan A_2 = diaplikasikan satu minggu setelah infeksi patogen *R. microporus*. Faktor kedua adalah jenis isolat *Trichoderma* (JT) yang terdiri dari empat jenis, yaitu $JT_1 = T. virens$, $JT_2 = T. hamatum$, $JT_3 = T. amazonicum$, dan $JT_4 = T. atroviride$. Di samping itu, untuk mengetahui efektif-tidaknya perlakuan *Trichoderma* maka digunakan juga petak kontrol (dinokulasi patogen tetapi tidak diperlakukan *Trichoderma*) dengan tiga ulangan.

Perbanyakan Isolat Patogen dan Agens Hayati

Isolat JAP yang digunakan adalah *Rigidoporus microporus* sebagai inokulum patogen. Patogen *R. microporus* diperbanyak pada media kayu karet (Suwandi, 2008). Sebelumnya dipersiapkan biakan murni isolat *R. microporus* pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) di dalam cawan Petri. Selanjutnya dibuat media perbanyakan patogen berupa potongan-potongan kayu karet 12x1x1 cm dan dicampur dengan media *Malt Extract Agar* (MEA) pada kantong plastik tahan panas 1 kg dan disterilasi, kemudian diinokulasikan isolat *R. microporus* dari biakan murni secukupnya dan diinkubasi pada suhu ruang.

Biakan murni empat isolat antagonis *T. amazonicum*, *T. virens*, *T. hamatum*, dan *T. atroviride* yang berumur 5 hari pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) diinokulasikan dalam media cair *Potato Dextrose Broth* (PDB). Media PDB sebanyak 800 ml disiapkan pada erlenmeyer 1000 ml, disterilasi dengan *autoclave* 120 °C selama 20 menit. Perbanyakan 4 isolat *Trichoderma* pada media cair tersebut dilakukan dengan menggunakan rangkaian fermentor sederhana, yang terdiri dari: (1) aerator, (2) glasswool, (3) $KMNO_4$, (4) media PDB + isolat *Trichoderma*, dan (5) aquades. Media cair yang telah diinokulasi tersebut diinkubasi selama 10 hari, selanjutnya dihitung jumlah spora sampai 10^8 spora/ml dengan *haemocytometer* dan *compound microscope*.

Inokulasi Patogen dan Aplikasi Agens Hayati

Inokulasi patogen dilakukan dengan cara menanam potongan-potongan kayu yang telah dipenuhi oleh miselium patogen *R. microporus* (Suwandi, 2008) pada media tanam dengan jarak 3 cm dari batang karet, dan masing-masing polybag diberikan 2 potong batang kayu. Inokulasi agens hayati dilakukan dengan cara

membuat lubang di sekeliling bibit karet dengan kedalaman ± 3 cm, selanjutnya disiramkan sebanyak 100 ml media cair yang berisi spora isolat antagonis dengan kerapatan 10^8 spora/ml di sekeliling media tanam dengan jarak 3 cm dari batang karet.

Pengamatan dilakukan terhadap gejala serangan JAP, masa inkubasi patogen, serta intensitas serangan JAP pada 30, 60, 90, 120, dan 150 hari setelah infeksi (HSI). Untuk mengukur intensitas serangan JAP digunakan rumus (Boggie & Person, 1988):

$$I = \frac{\sum(n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

- I = intensitas serangan penyakit
- n = jumlah tanaman pada skala serangan-v
- v = nilai skala serangan
- Z = nilai skala dari serangan tertinggi
- N = jumlah tanaman yang diamati.

Nilai skala kategori serangan menurut Fairuzah, Dalimunthe, Karyudi, Suryaman, & Widhayati (2012) adalah :

- Skala 0 = akar tanaman bebas dari serangan patogen *R. microporus*
- Skala 1 = akar tanaman ditumbuhi miselium *R. microporus* tetapi terbatas pada permukaan kulit
- Skala 2 = miselium telah melekat kuat pada kulit dan diperkirakan sudah masuk ke kayu
- Skala 3 = bagian kulit dan kayu telah membusuk
- Skala 4 = tanaman mati

Analisis Data

Analisis data tahap awal adalah membandingkan perlakuan aplikasi *Trichoderma* (sebelum dan setelah infeksi patogen) dengan kontrol menggunakan analisis ragam yang dilanjutkan dengan uji kontras ortogonal pada taraf 5%. Di samping itu, dilakukan juga analisis regresi linier antara HSI dengan intensitas serangan penyakit JAP pada dua aplikasi *Trichoderma* dan kontrol. Koefisien regresi yang diperoleh akan digunakan untuk membandingkan besarnya penekanan intensitas serangan JAP pada ketiga perlakuan aplikasi. Analisis selanjutnya adalah analisis ragam pola faktorial dua faktor sesuai dengan rancangan yang digunakan dan dilanjutkan dengan uji beda rata-rata menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

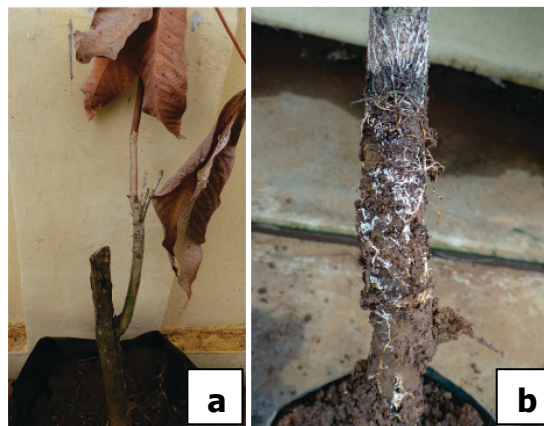
Gejala Serangan

Bibit tanaman karet yang telah terinfeksi JAP mulai muncul gejala serangan pada 24 HSI jika kondisi lingkungan mendukung perkembangan patogen *R. microsporus*. Sejak awal kemunculan gejala tersebut hingga bibit tanaman mati dapat terjadi pada 60 HSI dan 100 HSI. Hasil pengamatan terhadap perkembangan gejala JAP diawali dengan munculnya miselium berwarna putih pada bagian perakaran, baik akar lateral (akar cabang dan akar rambut), dan tampak jelas pada permukaan akar tunggang.

Di awal infeksi atau saat tingkat serangan rendah, gejala hanya terlihat di perakaran karena bibit tanaman tetap dapat tumbuh dengan baik. Sebaliknya, jika serangan tinggi maka perkembangan infeksi penyakit akan terus meningkat dan menyebabkan kematian bibit karet. Perkembangan gejala penyakit JAP di dalam tanah (perakaran) berbeda dengan di atas permukaan tanah (batang dan daun). Gejala kematian bibit tanaman karet diawali dengan daun menguning, kering dan rontok, serta batang mengering (Gambar 1a). Bila diamati di sekitar perakaran maka tampak miselium JAP semakin melekat kuat pada permukaan

akar tunggang (rizomorf), kemudian muncul warna hitam di sekelilingnya dan mengalami pembusukan, tekstur remah, mudah rapuh, dan patah (Gambar 1b). Seperti yang dikemukakan oleh Basuki & Sinulingga (1996) dan Omorusi (2012) bahwa infeksi *R. microsporus* melalui rizomorf yang melekat kuat pada akar, selanjutnya dapat menembus ke dalam akar dan mengakibatkan pembusukan, menjadi lunak dan kadang tampak basah.

Lebih lanjut dijelaskan bahwa mekanisme infeksi penyakit JAP melalui 3 tahap, yaitu penetrasi, kolonisasi, dan degradasi. Patogen *R. microsporus* menginfeksi tanaman dengan cara penetrasi pada bagian perakaran tanaman inang (akar tunggang) di dalam tanah, hifa berkembang, dan mengeluarkan enzim ekstraseluler. Proses selanjutnya kolonisasi jaringan akar, dan meluas ke bagian lain di daerah perakaran sehingga menyebabkan enzim ekstraseluler dari patogen mendegradasi lignin dinding sel akar inang. Hal inilah yang mengakibatkan akar tanaman berubah warna menjadi kecokelatan dan membusuk. Proses penetrasi dapat berlangsung dengan bantuan enzim pendegradasi atau secara mekanik melalui luka alami. (Nicole *et al.*, 1986 & Nandris *et al.*, 1987 cited in Omorusi, 2012).



Gambar 1. Gejala serangan JAP pada bibit karet: (a) daun kering dan rontok, batang mengering, dan (b) rhizomorf JAP pada perakaran, akar membusuk, dan mudah patah

Figure 1. JAP symptoms in rubber seedlings: (a) dried leaves and fall, stem dries, and (b) JAP rhizomorf attack on root system, root rot, and root fracture

Tabel 1. Uji keefektifan aplikasi *Trichoderma* sebelum dan sesudah infeksi patogen serta kontrol terhadap masa inkubasi patogen dan intensitas serangan JAP pada tingkat rumah kaca

Table 1. Effectiveness test of *Trichoderma* application before and after pathogen infections and control on incubation period of pathogen and attacks intensity of white root disease at screen house level

Waktu aplikasi <i>Trichoderma</i>	Masa inkubasi patogen (hari)	Intensitas serangan JAP (%) pada HSI				
		30	60	90	120	150
AT ₁ (satu minggu sebelum infeksi patogen)	84,82 a	0,00 a	7,92 c	10,83 c	12,50 c	12,50 c
AT ₂ (satu minggu setelah infeksi patogen)	33,20 b	0,00 a	27,92 b	35,00 b	42,08 b	44,17 b
AT ₃ (kontrol/ tanpa aplikasi)	24,33 b	6,67 a	43,33 a	51,67 a	60,00 a	66,67 a
KK (%)	5,09	27,27	8,56	10,45	7,20	8,51

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%; HSI = hari setelah infeksi

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% levels; HSI = days after infection

Uji Keefektifan Waktu Aplikasi *Trichoderma*

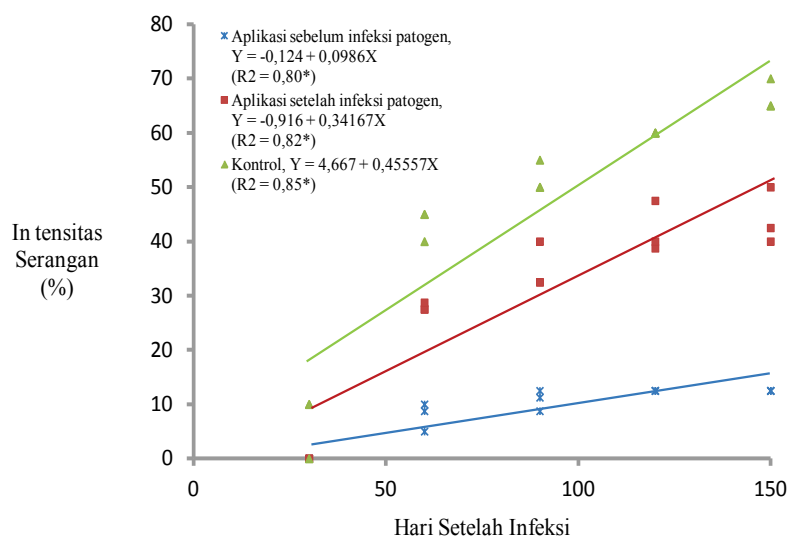
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keefektifan penggunaan *Trichoderma* maupun waktu aplikasinya. Berdasarkan hasil analisis, dapat diketahui bahwa dimulai sejak 60 HSI penggunaan *Trichoderma* (yang diaplikasikan satu minggu sebelum maupun setelah infeksi patogen) telah berhasil secara efektif dalam memperpanjang masa inkubasi patogen *R. microporus* dan menghambat serangan JAP.

Trichoderma yang diaplikasikan sebelum ada infeksi patogen secara nyata dapat memperpanjang masa inkubasi patogen selama 60,49 hari (dari 24,33 menjadi 84,82 hari) dibandingkan kontrol, dan berdasarkan nilai koefisien regresinya (masing-masing 0,0986 dan 0,45557) maka dapat diketahui besarnya penurunan serangan JAP, yaitu mencapai 78,36%. *Trichoderma* yang diaplikasikan setelah ada infeksi patogen tidak berbeda nyata dengan kontrol dalam hal masa inkubasi patogen, sedangkan terhadap intensitas serangan JAP hanya dapat menekan serangan sebesar 25% (Tabel 1).

Aplikasi *Trichoderma* sebelum ada infeksi patogen jauh lebih efektif bila dibandingkan setelah ada infeksi patogen karena dapat memperpanjang masa inkubasi selama 51,62 hari (dari 33,20 menjadi 84,82 hari). Berdasarkan pada nilai koefisien regresinya (masing-masing 0,0986 dan 0,34167) maka besarnya penurunan serangan JAP dapat mencapai 71,14% (Tabel 1 dan Gambar 2).

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian lainnya yang menyimpulkan bahwa agens hayati *Trichoderma* dapat digunakan dalam tindakan pencegahan dan atau *seed-treatment* terhadap proses pembusukan kayu yang disebabkan oleh penyakit JAP (Bruce, 1991; Hightley, 1997). Di Kalimantan Tengah, *Trichoderma* digunakan dalam mencegah penyakit JAP pada tanaman karet (BP3B Kalteng, 2009). Hal yang sama terjadi pada tanaman kacang buncis yang diberi *Trichoderma* sebelum ada infeksi patogen ternyata lebih efektif dalam meningkatkan ketahanan terhadap penyakit tular tanah yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani* (Asad *et al.*, 2014) dan *Sclerotinia sclerotiorum* (De Figueiredo *et al.*, 2010).

Mekanisme peningkatan ketahanan tanaman terhadap patogen karena kehadiran *Trichoderma* pada penelitian ini diduga karena suatu proses yang dikenal dengan istilah ISR (*induced systemic resistance*) dan SAR (*systemic acquired resistance*). Kedua proses tersebut dapat terjadi karena simbiosis antara hifa-hifa *Trichoderma* yang berkoloni dan memasuki akar-akar tanaman untuk mendukung proses metabolisme perubahan morfologi, fisiologi, dan biokimia tanaman dalam membentuk SA (*salicylid acid*), JA (*jasmonic acid* dan *volatile methyl jasmonate*), dan ET (*ethylene*) (Harman *et al.* 2004; Christopher *et al.*, 2010; Shores *et al.*, 2010; Hermosa *et al.*, 2012; Sharma *et al.*, 2012; Kumar, 2013; Mukherjee *et al.*, 2013).



Gambar 2. Regresi antara hari setelah infeksi patogen (X) dengan intensitas serangan JAP (Y) pada dua waktu aplikasi *Trichoderma* yang berbeda dan kontrol

Figure 2. Regression between days after pathogen infections (X) and attacks intensity of JAP (Y) at two different time of *Trichoderma* applications and control

Tabel 2. Uji keefektifan jenis *Trichoderma* pada dua waktu aplikasi yang berbeda terhadap masa inkubasi patogen dan intensitas serangan JAP pada tingkat rumah kaca

Table 2. Effectiveness test of *Trichoderma* at two different applications time on incubation period of pathogen and attacks intensity of white root disease at screen house level

Jenis <i>Trichoderma</i>	Masa inkubasi patogen (hari)	Intensitas serangan JAP (%) pada HSI				
		30	60	90	120	150
..... Aplikasi satu minggu sebelum infeksi patogen						
JT ₁ (<i>T. virens</i>)	91,53 a	0,00 a	6,67ab	6,67 b	6,67 b	6,67 b
JT ₂ (<i>T. hamatum</i>)	61,47 b	0,00 a	13,33 a	18,33 a	20,00 a	20,00 a
JT ₃ (<i>T. amazonicum</i>)	108,20 a	0,00 a	0,00 b	5,00 b	5,00 b	5,00 b
JT ₄ (<i>T. atroviride</i>)	78,07 b	0,00 a	11,67 a	13,33 a	18,33 a	18,33 a
..... Aplikasi satu minggu setelah infeksi patogen						
JT ₁ (<i>T. virens</i>)	30,53 a	0,00 a	30,00 a	35,00 a	40,00 ab	41,67 ab
JT ₂ (<i>T. hamatum</i>)	37,73 a	0,00 a	26,67 a	38,33 a	50,00 a	51,67 a
JT ₃ (<i>T. amazonicum</i>)	32,00 a	0,00 a	28,33 a	35,00 a	36,67 b	38,33 b
JT ₄ (<i>T. atroviride</i>)	32,53 a	0,00 a	26,67 a	31,67 a	41,67 ab	45,00 ab
KK (%)	16,89	0,00	21,80	17,94	17,79	16,75

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan aplikasi yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%; HSI = hari setelah infeksi

Notes : Numbers followed by the same letters in same column and application are not significantly different at 5% levels; HSI = days after infection

Di samping dapat bertindak sebagai pencegah penyakit, *Trichoderma* juga dapat bertindak dalam mengendalikan serangan penyakit JAP pada bibit karet yang telah tertular patogen. Walaupun keefektifannya masih lebih rendah bila dibandingkan aplikasi sebelum infeksi patogen, aplikasi *Trichoderma* setelah ada infeksi patogen masih lebih baik bila dibandingkan tanpa *Trichoderma* (kontrol) (Tabel 1). Mekanisme yang terjadi dalam menekan perkembangan penyakit setelah tanaman terinfeksi patogen lebih mengarah pada proses-proses mikoparasit, kompetisi ruang dan nutrisi, modifikasi lingkungan yang cocok, serta pembentukan metabolit sekunder. Menurut Sharma *et al.* (2012), mekanisme mikoparasit merupakan pengaruh langsung, sedangkan mekanisme yang lainnya merupakan pengaruh tidak langsung dari *Trichoderma*.

Kesimpulan sementara yang dapat diperoleh dari hasil dan pembahasan di atas adalah untuk lebih meningkatkan keefektifan penggunaan *Trichoderma* pada bibit tanaman karet, baik untuk mencegah maupun mengendalikan penyakit JAP, dapat dilakukan melalui kombinasi aplikasi antara sebelum dan sesudah ada infeksi patogen. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Mukherjee *et al.* (2013) bahwa kemampuan *Trichoderma* dalam menekan serangan patogen tular tanah yang didukung oleh peningkatan ketahanan tanaman merupakan kombinasi yang dapat memberikan harapan dan peluang yang baik dalam manajemen keberlanjutan pengendalian suatu penyakit tanaman.

Uji Keefektifan Jenis *Trichoderma* pada Dua Waktu Aplikasi

Kombinasi antara perlakuan waktu aplikasi dan jenis *Trichoderma* ternyata memperlihatkan interaksi

yang nyata terhadap masa inkubasi patogen dan intensitas serangan JAP. Pada aplikasi satu minggu sebelum infeksi patogen ternyata *T. virens* dan *T. amazonicum* dapat memperpanjang masa inkubasi patogen dan dapat menekan serangan penyakit JAP sampai 150 HSI dibandingkan dengan *T. hamatum* dan *T. atroviride*.

Berdasarkan pada hasil penelitian ini maka terdapat indikasi meningkatnya ketahanan tanaman karet yang telah diinokulasi oleh *T. virens* dan *T. amazonicum*. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian lainnya yang menunjukkan bahwa *T. virens* salah satu keunggulannya memiliki kemampuan dalam mendukung ketahanan tanaman secara sistemik. Pada tanaman kapas, *T. virens* dapat mengeluarkan Sm1 (*small protein 1*) yang mendukung ekspresi gen terkait dengan ketahanan tanaman terhadap patogen *Collectricum* sp. (Djonović, Pozo, Dangott, Howell, & Kenerley, 2006), sedangkan pada kapas transgenik menghasilkan enzim yang mendukung ketahanan tanaman terhadap patogen *Rhizoctonia solani* (Kumar *et al.*, 2009). *T. virens* dapat menghasilkan 18mer *peptaibols* yang dapat mendukung ketahanan tanaman secara sistemik terhadap patogen daun *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* (Viterbo *et al.*, 2007), demikian juga peningkatan ketahanan bibit *Arabidopsis thaliana* terhadap jamur nekrotrofik *Botrytis cinerea* karena pengaruh dari *T. virens* (Contreras-Cornejo *et al.*, 2011). Demikian halnya dengan *T. amazonicum*, jamur ini merupakan salah satu jenis endofit yang ditemukan pada tanaman karet di daerah lembah sungai Amazon (Holmes *et al.*, 2004; Chaverri & Samuels, 2011) sehingga kesamaan tanaman inang dengan tanaman yang menjadi objek penelitian ini, yaitu tanaman karet, diduga akan dapat

meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit JAP.

Pada aplikasi satu minggu setelah infeksi patogen, secara umum keempat *Trichoderma* yang diuji hampir memiliki kesamaan, kecuali *T. hamatum* lebih rendah kemampuannya dibandingkan *T. amazonicum* dalam menekan serangan JAP pada 120 dan 150 HSI (Tabel 2). Oleh karena itu, apabila bibit karet telah terinfeksi oleh patogen *R. microsporus* maka dalam pengendalian sebaiknya menggunakan *T. virens*, *T. amazonicum*, atau *T. atroviride*.

Implikasi yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini adalah pada proses pembibitan tanaman karet sebaiknya dilakukan pencegahan terhadap kemungkinan terjadi infeksi penyakit JAP, yaitu dengan aplikasi agens hayati *T. virens* dan *T. amazonicum*. Namun, apabila bibit telah terinfeksi JAP maka selain aplikasi kedua jenis *Trichoderma* tersebut di atas dapat juga menggunakan *T. atroviride*. Hasil penelitian ini hanya berlaku untuk tanaman karet pada stadia bibit, oleh karena itu perlu diketahui kemampuannya dari ketiga *Trichoderma* tersebut untuk tingkat tanaman dewasa di lapangan.

KESIMPULAN

Penggunaan agens hayati *Trichoderma* pada proses pembibitan tanaman karet lebih efektif bila diaplikasikan sebelum ada infeksi patogen karena dapat memperpanjang masa inkubasi patogen dan dapat menekan serangan JAP masing-masing 60,49 hari dan 78,36%, dibandingkan tanpa *Trichoderma*, serta 51,62 hari dan 71,14% bila dibandingkan aplikasi setelah ada infeksi patogen. *Trichoderma* yang diaplikasikan setelah ada infeksi patogen hanya efektif menekan serangan JAP sebesar 25% dibandingkan tanpa perlakuan *Trichoderma*. *T. virens* dan *T. amazonicum* paling efektif bila diaplikasikan sebelum ada infeksi patogen, sedangkan apabila tanaman telah terinfeksi patogen maka dianjurkan untuk menggunakan *T. virens*, *T. amazonicum*, atau *T. atroviride*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Sumantri sebagai Teknisi Litkayasa di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian serta pengumpulan datanya, baik di tingkat laboratorium maupun rumah kaca. Penelitian ini didanai oleh DIPA Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar tahun anggaran 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Akladios, S. A., & Abbas, S. M. (2012). Application of *Trichoderma harzianum* T22 as a biofertilizer supporting maize growth. *Afric. J. of Biotech.*, 11(35), 8672-8683.
- Amaria, W., Taufik, E., & Harni, R. (2013). Seleksi dan identifikasi jamur antagonis sebagai agens hayati jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) pada tanaman karet. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4(1), 1-8.
- Asad, S. A., Ali, N., Hameed, A., Ali Khan, S., Ahmad, R., Bilal, M., ...Tabassum, A. (2014). Biocontrol efficacy of different isolates of *Trichoderma* against soil borne pathogen *Rhizoctonia solani*. *Polish J. of Microbiol.*, 63(1), 95-103.
- Balai Perlindungan Perkebunan dan Pengawasan Benih Kalimantan Tengah. (2009). *Perkembangan serangan hama dan penyakit penting pada tanaman perkebunan rakyat di Provinsi Kalimantan Tengah*. Retrieved from www.kalteng.go.id.
- Basuki, & Sinulingga, W. (1996). Penyakit akar putih pada tanaman karet: Gejala penyakit, pengendalian hayati dan saran-saran pengendalian penyakit. *Warta Pusat Penelitian Karet*, 15(2), 87-95.
- Boggie, L. M., & Person, H. (1988). *Plant roots and their environment*. Development in agricultural and manage forest. Uppsala Sweden.
- Bruce, A. (1991). Control of growth of wood decay Basidiomycetes by *Trichoderma* spp. and other potentially antagonistic fungi. *J. Forest Product*, 41(2), 63-67.
- Chaverri, P., & Samuels, G. J. (2011). *Trichoderma amazonicum*, a new endophytic species on *Hevea brasiliensis* and *H. guanensis* from Amazon basin. *Mycology*, 103(1), 139-151.
- Christopher, D. J., Suthin Raj, T., Usha Rani, S., & Udhayakumar. (2010). Role of defense enzymes activity in tomato as induced by *Trichoderma virens* against *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* f sp. *lycopersici*. *Journal of Biopesticides*, 3 (1 Special Issue), 158-162.
- Contreras-Cornejo, H. A., Machias-Rodriguez, L., Cortés-Penagos, C., & López-Bucio, J. (2009). *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.*, 149, 1579-1592.
- Contreras-Cornejo, H. A., Macías-Rodríguez, L., Beltrán-Peña, E., Herrera-Estrella, A., & López-Bucio, J. (2011). *Trichoderma*-induced plant immunity likely involves both hormonal and camalexin dependent mechanisms in *Arabidopsis thaliana* and confers resistance against necrotrophic fungus *Botrytis cinerea*. *Plant Signal. & Behav.*, 6(10), 1554-1563.
- De Figueirêdo, G. S., De Figueirêdo, L.C., Cavalcanti, F.C.N., Dos Santos, A.C., Da Costa, A. F., & De Oliveira, N. T. (2010). Biological and chemical control of *Sclerotinia sclerotiorum* using *Trichoderma* spp. and *Ulocladium atrum* and pathogenicity to bean plants. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 53, 1-9.
- Djonović, S., Pozo, M. Z., Dangott, L. J., Howell, C. R., & Kenerley, C. M. (2006). Sm1, proteinaceous elicitor secreted by the biocontrol fungus *Trichoderma virens* induced plant defense response and systemic resistance. *Mol. Plant-Microb. Interact.*, 19(8), 838-853.

- Fairuzah, Z., Dalimunthe, C. I., Karyudi, Suryaman, S., & Widhayati, W. E. (2012). Efektivitas endohevea dalam mengendalikan penyakit jamur akar putih pada tanaman karet. *Konferensi Nasional Karet*. Yogyakarta, 19-20 September 2012.
- Haque, Md. M., Ilias, G. N. M., & Molla, A. H. (2012). Impact of *Trichoderma*-enriched biofertilizer on the growth and yield of mustard (*Brassica rapa* L.) and tomato (*Solanum lycopersicon* Mill.). *The Agriculturists*, 10(2), 109-119.
- Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species: opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nat. Rev. Microbiol.*, 2, 43-56.
- Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I., & Monte, F. (2012). Plant-beneficial effect of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*, 15, 17-25.
- Hightley, L. T. (1997). Control of wood decay by *Trichoderma* (*Gliocladium*) *virens* I. Antagonistic properties. *Material and Organism*, 31(2), 45-36.
- Holmes, K. A., Shoares, H. J., Thomas, S. E., Evans, H. C., & Samuels, G. J. (2004). Taxonomy and biocontrol potential of a new species of *Trichoderma* from Amazon basin of south America. *Mycological Progress*, 3(3), 199-210.
- Jayasuriya, K.E. & Thennakoon, B.I. (2007). Biological control of *Rigidoporus microporus*, the cause of white root disease in rubber. *Ceylon J. of Sci. (Biology and Science)*, 36(1), 9-16.
- Kaewchai, S., Soyong, K., & Hyde, K. D. (2009). Mycofungicides and fungal biofertilizers. Reviews, Critiques and New Ideas. *Fungal Diversity*, 38, 25-50.
- Kaewchai, S., & Soyong, K. (2010). Application of biofungicides against *Rigidoporus microporus* causing white root disease of rubber trees. *Journal of Agric. Tech.*, 6(2), 349-363.
- Kumar, V., Parkhi, V., Kerneley, C. M., & Rathore, K. S. (2009). Defense-related gene expression and enzyme activities in transgenic cotton plants expressing an endochitinase gene from *Trichoderma virens* in response to interaction with *Rhizoctonia solani*. Electronic Supplementary Materials. *Planta*, (p. 15). doi: 10.1007/s00425-009-0937-z. Springer-Verlag.
- Kumar, S. (2013). *Trichoderma*: A biological weapon for managing plant diseases and promoting sustainability. *Internat. J. of Agric. Sci. And Vet. Med.*, 1(3), 107-121.
- Lorito, M., Woo, S. L., Harman, G. E., & Monte, E. (2010). Transactional research on *Trichoderma*: from omics to the field. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 48, 395-418.
- Malmierca, M. G., Cardoza, R. E., Alexander, N. J., McComick, S. P., Hermosa, R., Monte, E., & Gutiérrez, S. (2012). Involvement of *Trichoderma Trichothecenes* in the biocontrol activity and induction of plant defence-related genes. *Appl. and Environ. Microbiol.*, 78(14), 456-486.
- Mastouri, F., Bjorkman, T., & Harman, G. E. (2012). *Trichoderma harzianum* enhances antioxidant defense of tomato seedling and resistance to water deficit. *Mol.Plant-Microbe Interact.*, 25, 1264-1271.
- Mukherjee, P. K., Horwitz, B. A., Herrera-Estrella, A., Schmoll, M., & Kenerley, C. M. (2013). *Trichoderma* research in the genome era. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 51, 105-29.
- Omorusi, V. I. (2012). Effects of white root rot disease on *Hevea brasiliensis* (Muell. Arg.)-Challenges and Control Approach. (pp. 139-152). Retrieved from <http://dx.doi.org/10.5772/54024>.
- Promwee, A., Issarakraisila, M., Intana, W., Chamsuwan, C., & Yenjit, P. (2014). Phosphate solubilization and growth promotion of rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) by *Trichoderma* strains. *J. of Agric. Sci.*, 6(9), 8-20.
- Samolski, I., Rincón, A. M., Pinzón, L. M., Viterbo, A., & Monte, E. (2012). The *quid74* gene from *Trichoderma harzianum* has a role in root architecture and plant biofertilization. *Microbiology*, 158, 129-138.
- Sharma, Radheshyam, Joshi, A., & Dhaker, R. C. (2012). A brief review on mechanism of trichoderma fungus use as biological control agents. *International Journal of Innovations in Bio-Sciences*, 2(4), 200-210.
- Shores, M., Harman, G. E., & Mastouri, F. (2010). Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 48, 21-43.
- Sitomurang, A. 2004. Status dan manajemen pengendalian penyakit akar putih di perkebunan karet. In A. Sitomurang, A. Budiman, H. Suryaningtyas, Thomas, M. Lasminingsih, & A. Gunawan (Eds). *Pertemuan Teknis Strategi Pengelolaan Penyakit Tanaman Karet untuk Mempertahankan Potensi Produksi Mendukung Industri Perkaratan Indonesia Tahun 2020* (pp. 66-86). Palembang, 6-7 Oktober 2004.
- Soesanto, L. (2008). *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Suwandi. (2008). Evaluasi kombinasi isolat *Trichoderma* mikoparasit dalam mengendalikan penyakit akar putih pada bibit karet. *J. HPT Tropika*, 8(1), 55-62.
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Woo, S. L., Nigro, M., Marra, R., ...Lorito, M. (2014). *Trichoderma* secondary metabolites active on plants and fungal pathogens. *The Open Mycology J.*, 8(Suppl-1, M5), 127-139.
- Viterbo, A., Wiest, A., Brotman, Y., Chet, I., & Kerneley, C. (2007). The 18mer peptaibols from *Trichoderma virens* elicit plant defense responses. *Mol. Plant Pathol.*, 8(6), 737-746.
- Viterbo, A., Landau, U., Kim, S., Chernin, L., & Chet, I. (2010). Characterization of ACC deaminase from the biocontrol and plant growth-promoting agent *Trichoderma asperellum* T203. *FEMS Microbiol. Lett.*, 305, 42-48.

GENETIC VARIABILITY OF 15 ROBUSTA COFFEE GENOTYPES SELECTED BY FARMER BASED ON SSRs MARKERS

KERAGAMAN GENETIK 15 GENOTIPE KOPI ROBUSTA HASIL SELEKSI PETANI BERBASIS PENANDA SSRs (Simple Sequence Repeats)

* Syafaruddin¹⁾, Enny Randriani¹⁾, Dani¹⁾, Indah Sulistyorini¹⁾, and M.B. Pabendon²⁾

¹⁾ **Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute (IIBCRI)**

Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

* den_ovan@yahoo.com

²⁾ **Indonesian Cereals Research Institute (ICERI)**

Jalan Dr. Ratulangi No. 274 Kotak Pos 173, Maros 90514 Indonesia

(Tanggal diterima: 14 Maret 2014, direvisi: 31 Maret 2014, disetujui terbit: 3 Juli 2014)

ABSTRACT

Robusta coffee (*Coffea canephora*) has been grown widely in Indonesia, especially in Bengkulu Province. For the last few decades, some farmers have been selected and developed several Robusta clones through plagiotropic shoot grafting technique to replace earlier coffee populations which were derived from seed. Hence, it would reduce the genetic diversity of Robusta coffee at farmer's field. To understand the genetic variability among 15 Robusta coffee genotypes selected by farmer, it is important to perform molecular analysis. Leaf samples of 15 Robusta coffee genotypes selected by farmer were collected from smallholder Robusta coffee plantations in Bengkulu Province. Genetic diversity analysis was conducted in the Germplasm, Breeding, and Biotechnology Laboratory of Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute (IIBCRI), and Molecular Biology Laboratory, Indonesian Cereals Research Institute (ICERI). DNA samples were amplified using 34 SSRs markers. The result showed that 23 out of 34 SSRs markers had high polymorphism levels. Allele number per locus ranged from 2-8 with an average of 4 alleles per locus. Dendrogram analysis based on genetic similarity was obtained with score of about 0,44-0,79, and r score = 0,92 (good fit). Based on cluster analysis as well as PCoA analysis, there are three distinct groups of genotypes. Those three groups can be distinguished by specific character of leaf morphotype. Nevertheless, the majority of genotypes were clustered together into the single group. This indicates narrow genetic diversity among Robusta genotypes that selected by farmer.

Kata kunci: *Coffea canephora*, plagiotropic clones, genetic drift

ABSTRAK

Kopi Robusta telah dikembangkan secara luas di Indonesia, khususnya di Provinsi Bengkulu. Beberapa dekade terakhir sebagian petani telah menyeleksi dan mengembangkan beberapa genotipe dengan teknik sambung tunas plagiotrop untuk merehabilitasi populasi kopi Robusta asal biji. Oleh sebab itu, terdapat peluang terjadinya penurunan keragaman genetik kopi Robusta di lahan petani. Analisis molekuler perlu dilakukan untuk mengevaluasi keragaman genetik antar 15 genotipe kopi Robusta hasil seleksi petani. Kegiatan analisis keragaman genetik dilaksanakan di Laboratorium Plasma Nutfah, Pemuliaan, dan Bioteknologi, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi dan Laboratorium Biologi Molekuler, Balai Penelitian Tanaman Serealia (Balitsereal), Maros. DNA diamplifikasi dengan menggunakan 34 marka SSR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 23 dari 34 marka SSR yang digunakan mampu menghasilkan tingkat polimorfisme yang tinggi. Jumlah alel berada pada kisaran 2-8 alel per lokus dengan rata-rata 4 alel per lokus SSR. Analisis dendrogram berdasarkan kemiripan genetik diperoleh dengan skor sekitar 0,44-0,79 dan skor $r = 0,92$ (good fit). Berdasarkan hasil analisis gerombol dan analisis komponen utama diketahui bahwa terdapat tiga kelompok genotipe. Masing-masing kelompok dapat dibedakan berdasarkan karakter morfotipe daun. Meskipun demikian, sebagian besar genotipe diklasifikasikan ke dalam satu kelompok. Ini menandakan bahwa keragaman genetik klon-klon kopi Robusta hasil seleksi petani cenderung rendah.

Keywords: *Coffea canephora*, klon plagiotropik, kehilangan genetik

INTRODUCTION

Coffee is one of the most important commercial crop-plant, and the second most valuable international commodity after fossil fuel. Million people in the world depend on coffee plant for their livelihoods. Today, coffee is cultivated in about 80 countries with 70% of its production come from Arabica species, whereas the remaining production are from Robusta species (Anthony *et al.*, 2001; Anthony *et al.*, 2002; Stieger *et al.*, 2002; Taye, 2006).

Up to now, two largest coffee producers worldwide are Brazil and Colombia which then followed by Vietnam, Indonesia, Ethiopia, India and Mexico (International Coffee Organization [ICO], 2014). In Indonesia, coffee is the second most important estate crops after palm oil. According to Indonesian Coffee Exporters and Producers Association, export of Robusta and Arabica coffee in 2010 reached 360.603 and 78.036 tonnes, respectively, with the value of US \$ 571.977.000 and US \$ 249.162.000, respectively.

Robusta coffee is a species of coffee with the origin in central and western sub-Saharan Africa. It is a flowering plant species that belong to Rubiaceae family (Bha *et al.*, 2005). In Indonesia, Robusta coffee has been widely grown for the last decades, especially in Bengkulu Province. Robusta coffee was introduced to farmers in order to replace the Arabica and Liberica species because it has better resistance to leaf rust disease and higher yield.

Formerly, farmers used seedling which derived from the seed of open pollinated plants as planting material. However, Robusta coffee is considered as *self-sterile* species; therefore the new emerging populations showed diverse phenotypic variation. Several creative farmers have selected the best individuals from different Robusta coffee populations and subsequently multiply them clonally by means of pagiotropic grafting techniques. According to the farmers, those selected genotypes showed higher and more stable yield compared to coffee plants that derived from seed. Afterwards, Robusta genotypes selected by farmer being spread immediately to wider areas and replace the population which derived from seed. Hence, this evidence could reduce the genetic diversity of Robusta coffee on farmer fields and it may remove the possible valuable genes for future coffee breeding programs.

In the view of the wide geographical distribution of *C. robusta*, characterization and evaluation of its genepool is necessary for crop improvement programs as well as for conservation and management of genetic resources (Prakash, Combes, Dussert, Naveen, & Lashermes, 2005). The use of morphological techniques for genetic diversity study in plants is limited due to the influence of environmental factors and growth stage of the plant (Weising, Nybom, Wolff, & Kahl, 2005). Therefore, molecular markers become the best choice to analyze the genetic diversity of plants. Recently, many plant scientists used RPAD markers to evaluate genetic variation in plants (Ardiana, 2009; Syafaruddin and Santoso, 2011; Syafaruddin, Randriani, & Santoso, 2011; Syafaruddin & Tresniawati, 2011; Randriani, Listyati, & Syafaruddin, 2011). However, SSRs have many advantages, such as high reproducibility, codominant inheritance, the possibility of automation, and widely used to determine the genetic variation within and between populations (Chaparro, Cristancho, Cortina, & Gaitan, 2004; Vigouroux *et al.*, 2005; Masumbuko & Brynggelson, 2006). In addition, another potential of SSRs markers is to clearly differentiate coffee genotypes from different geographical origin. This suggests the possibility of SSRs markers to be use in quality control (DNA-based traceability) of Ethiopian premium specialty coffees by their areas of production in Ethiopia (Teresa, Dominique, Vincent, & Brouhan, 2010).

The objective of this study was to evaluate the genetic variability of 15 Robusta coffee genotypes selected by farmer using 34 SSR markers.

MATERIALS AND METHODS

Leaf samples of 15 Robusta coffee genotypes selected by farmer were collected in May 2013 from smallholder Robusta coffee plantations in Bengkulu Province. Laboratory activities were conducted at Germplasm, Breeding and Biotechnology Laboratory of Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute (IIBCRI), and Molecular Biology Laboratory, Indonesian Cereals Research Institute (ICERI). A total of 34 SSRs markers were used for DNA amplification (Tabel 1).

Table 1. Profile data of 34 SSRs markers used to analyze 15 Robusta coffee genotypes selected by farmer in Bengkulu Province
Tabel 1. Profil 34 penanda SSR yang digunakan untuk menganalisis 15 genotipe kopi Robusta hasil seleksi petani di Provinsi Bengkulu

No	Primer name	Primer sequences	No	Primer name	Primer sequences
1.	SSRCa 003	F: ATG ATT CGT AGG TGG AGT GG R: CTA AGC CGC AAA TGA CAG A	18.	Car M049	F: TAC TGG GGA AGA ATT TAT ACT C R: TTA GGC CAT CCA AGA GTA TTC
2.	SSRCa 016	F: AGC AGA TTC CAT CCT TAT CCT R: CCA CTA ATC CAT TCC ATT CC	19.	Car M051	F: GAT GTG GAG GAG GCT GCT GCT GAA R: TAG GGC GCC ATC TGG TAG GGT TGT
3.	SSRCa 019	F: GGG TTA GAT AGA GCA AGA ATG A R: CTG TGA AGG TGT GGA GTT TT	20.	Car M052	F: AGC AGC TGC AGC CACAAC A R: GAG TAA AG CCC CAG AGC GTA ACC T
4.	SSRCa 023	F: GAC CCT TGC CTT TTG TTG R: GCC ATT CAT CCA TTC ATT C	21.	Car M092	F: AGG CCA GAC TTG TTT GAT TTT G R: GGC CCT TCT CGC TTT AGT TG
5.	SSRCa 026	F: GAA TCT GGT GGG CTT TGA R: AAG GAG AGG GGA AGA AAA TG	22.	Car M048	F: CCA GCA ATC CTC CCT CCC ACC AC R: TAC CGT ATG CAG AGA CAA CAA TG
6.	SSRCa 052	F: GAT GGA AAC CCA GAA AGT TG R: TAG AAG GGC TTT GAC TGG AC	23.	Car M105	F: TGC TCC TAC TAA ATA CCC AAA CA R: ATA TGC CCA AGA AAA TTA GAT GAA A
7.	SSRCa 062	F: AAG TTA TTA GGG CAA GAG TGG A R: AAGCTCCAAGACCAAGATG	24.	M20	F: CTT GTT TGA GTC TGT CGC TG R: TTT CCC TCC CAA TGT CTG TA
8.	SSRCa 068	F: ATGTTGTTGG AGG CATTTTC R: AGG AGC AGT TGT TGT TTT CC	25.	M24	F: GGC TCG AGA TAT CTG TTT AG R: TTT AAT GGG CAT AGG GTC C
9.	SSRCa 081	F: ACC GTT GTT GGA TAT CTT TG R: GGT TGA ACC TAG ACC TTA TTT	26.	CFGA189-NED	F: CAT CCA TCC GAA AAC TTG TAA CG R: CAG CAC TGG CAA ATA GCA ACT CTT
10.	SSRCa 083	F: TCC AAC AAC ATT AAG CGT ATT C R: GAC AAA CCT GAG GGA AAA GA	27.	CFGA502-FAM	F: AAG CCA CCC AGA AAA CAG CAC ATC R: ATT TGC TTC TCA TGT TCC CTT TCA
11.	SSRCa 087	F: TCA CTC TCG CAG ACA CAC TAC R: GCA GAG ATG ATC ACA AGT CC	28.	CFGA547a-VIC	F: AAG GCA TGC GGC GGG AGT AT R: TCG TCA AGG ACA ATC CTA AAG C
12.	SSRCa 088	F: TAC CTC TCC TCC TCC TTC CT R: ATT TCT ATG GAC CGG CAA C	29.	SSRCa 080	F: GTT CTT TCC GCC GTC AAT R: GAG AAG AGA GAG GAA GGG AAA
13.	SSRCa 092	F: ATA GCC TGA GCC GTA ACC A R: GGG TAA TTA TGA CGA GGG ACA	30.	SSRCa 082	F: GCT TGT TTC CAT CGC TAA A R: TTA CAC GTC AAC CCA CAA AC
14.	SSRCa 094	F: GTG TCC TAG GGA AGG GTA AG R: GAG TGC TAG GAG AGG GAG AG	31.	CM2 -FAM	F: TGT GATG CCA TTA GCC TAGC R: TCC AAC ATG TGC TGG TGA TT
15.	SSRCa 095	F: GAG AGA GCC GAG TGA AGA GA R: GAG AGA GAA GCC ATG ATT TGA	32.	CM8-FAM	F: GCC AAT TGT GCA AAG TGC T R: ATT CATG GGG CCT TTG TCT T
16.	Car M096	F: TAC TGG GGA AGA ATT TAT CAT C R: TTA GGC CAT CCA AGA GTA TTC	33.	CM16-HEX	F: TGG GGA AAA GAA GGA TAT AGA CAA GAG R: GAG GGG GGC TAA GGG AAT AAC ATA
17.	Car M101	F: TAT GTC TCT AAC TTT CTA TTT T R: AGA GAC TAC ATT TAC ACA CAG AAG A	34.	SSRCa091	F: CGT CTC GTA TCA CGC TCT C R: TGT TCC TCG TTC CTC TCT CT



Figure 1. Young and healthy leaf of Robusta coffee used for DNA isolation
Gambar 1. Daun pucuk kopi Robusta yang diambil untuk bahan isolasi DNA

DNA Isolation

Genomic DNA of Robusta coffee genotypes was isolated according to CTAB method used by Doyle & Doyle (1987). Approximately 0.5 g of young and healthy coffee leaves (Figure 1) were used for DNA isolation. DNA quality and quantity were estimated using standard DNA lambda through electrophoresis. DNA concentration was quotation by using standard

DNA lambda. Template DNA of each sample was dissolved into 25 ng for PCR analysis.

PCR Amplification and Amplicon Visualization

DNA amplification was conducted by using method of Williams, Kubelik, Livak, Rafalski, & Tingey (1990). PCR reactios were performed in a total volume of 25 µl that contained 12.5 µl Go taq mix, 10.5 µl water (ion free), 1 µl random primer, and 1 µl of DNA.

The PCR amplification was carried out at 94 °C for 4 min, then 40 cycles each were performed at 94 °C for 30 s, 36 °C for 1 min, 72 °C for 1 min and a final extension at 72 °C for 5 min. Amplified products were first checked on 1.2% agarose gel in 1x TBE buffer to confirm the amplification on each sample. Afterwards, the amplified PCR products were electrophoretically separated on 6% polyacrylamide gels in 1x TBE buffer. Staining of the gels was done using ethidium bromide for 20 min. Subsequently, DNA banding patterns were visualized under UV light using the gel documentation system.

Data Analysis

The resulted polymorphic bands on each SSRs markers in different Robusta coffee genotypes were scored and coded in a binary format: 1 for presence and 0 for absence, respectively. The data were subsequently analyzed using NTSYS-PC version 2.1 (Rohlf, 2000) to obtain cluster dendrogram, principal coordinate analysis

(PCoA) and genetic distance value among coffee genotypes.

RESULTS AND DISCUSSION

The level of genetic variation among coffee genotypes was figured out by the degree of DNA polymorphism. According to McGregor, Lambert, Greyling, Louw, & Warnich (2000) and Poncet *et al.* (2004), polymorphism is defined by the description of difference amplification of DNA fragments, which subsequently scored and analyzed based on the presence or absence of bands. In this study, these 34 SSR markers were able to generate a high degree of polymorphism (0.57), which effectively differentiate each of 15 Robusta coffee genotypes selected by farmer. This degree of DNA polymorphism was considerably higher compared to the result done by Cubry *et al.* (2008), due to they used only 7 SSRs markers to analyze 519 coffee genotypes.

Table 2. Polymorphic level and allele number of 34 SSRs markers on 15 Robusta coffee genotypes selected by farmer in Bengkulu province

Tabel 2. Tingkat polimorfik dan jumlah allel dari 34 penanda SSR yang digunakan untuk menganalisis 15 genotipe kopi Robusta hasil seleksi petani di Provinsi Bengkulu

Primer	Polymorphic level	Number of alleles per locus
CarM048	0.67	3
CarM049	0.67	5
CarM051	0.48	2
CarM052	0.36	3
CarM092	0.61	3
CarM096	0.61	4
CarM101	0.87	8
CarM105	0.61	3
CFGA189NED	0.24	3
CFGA502FAM	0.42	3
CFGA547Avic	0.30	3
CM16HEX	0.51	3
CM2FAM	0.80	6
CM8FAM	0.55	3
M20	0.72	4
M24	0.75	5
SSRCa003	0.50	4
SSRCa016	0.06	2
SSRCa019	0.78	5
SSRCa023	0.42	3
SSRCa026	0.70	3
SSRCa052	0.73	4
SSRCa062	0.59	4
SSRCa068	0.18	3
SSRCa080	0.49	3
SSRCa081	0.73	5
SSRCa082	0.34	3
SSRCa083	0.83	7
SSRCa087	0.54	3
SSRCa088	0.68	3
SSRCa091	0.79	4
SSRCa092	0.62	3
SSRCa094	0.66	3
SSRCa095	0.63	4
Total	19.44	127
Averages	0.57	4

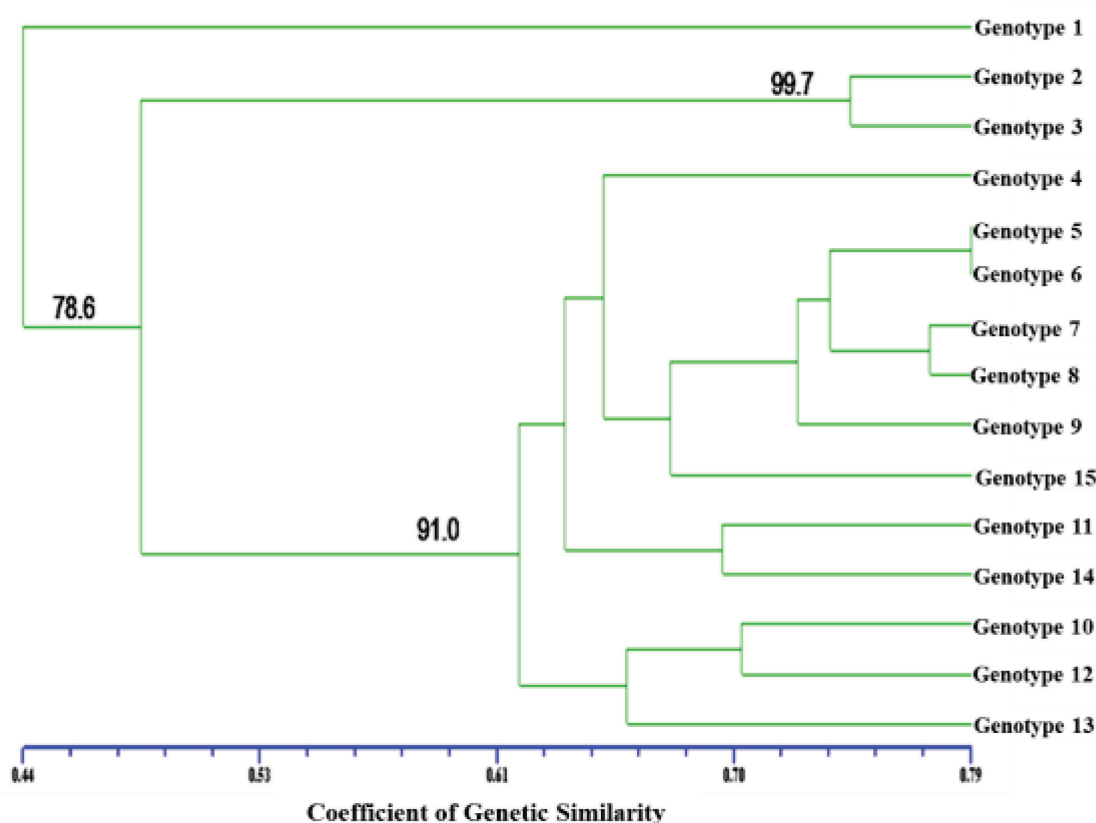


Figure 2. Dendrogram of 15 Robusta coffee genotypes selected by farmer in Bengkulu Province based on genetic similarity value
Gambar 2. Dendrogram 15 genotipe kopi Robusta hasil seleksi petani di Provinsi Bengkulu berdasarkan nilai kesamaan genetik

The polymorphic level obtained in this research ranged from 0.06 to 0.87, with an average of 0.57 (Table 2), higher than those obtained by Missio *et al.* (2009) which is 0.46 but slightly less than those of the previous study on Robusta coffee germplasms in which 0.60 (Hendre & Aggrawal, 2014). Of which, the polymorphic level value higher than 0.5 considered as highly informative (Prabakaran, Paramasivam, Rajesh, & Rajarajan, 2010; Lekgari & Dweikat, 2014). Twenty three (67.65%) out of 34 SSR markers used in present study that showed high degree of polymorphism were potentially selected for future assessment of Robusta coffee germplasms. The total number of allele was 127, ranged from 2 to 8 alleles per locus, with an average of 4 alleles per locus (Table 2). Those values were similar to the results obtained by Missio *et al.* (2010) on three coffee species by using of 33 SSR primers, which generate a total of 122 alleles and the average of 5.1 alleles per SSR locus.

Cluster dendrogram was obtained based on genetic similarity value of 0.44-0.79, and supported by a high cophenetic coefficient correlation ($r = 0.92$

(good fit). Based on dendrogram analysis, those 15 Robusta coffee genotypes selected by farmer in Bengkulu province can be divided into 3 clusters with highly confidential level of bootstrapping (Figure 2 and 3). The first cluster had only one member, that is genotype 1, while the second cluster consisted of genotype 2 and 3. The third cluster comprised 12 other genotypes. PCoA analysis also revealed that genotype 1 as well as genotype 2 and 3 were stand at distinct points and clearly separated from the rest of genotypes (Figure 3).

Three groups obtained by UPGMA cluster dendrogram could not explain the geographical distributions of each genotype, this is because some of them are distributed in the same areas, but are grouped separately. It might be related to uncontrolled transfer of planting materials among farmers from different regions. In addition, many farmers have been grafting more than one genotype at the same rootstock, so it is quite difficult to distinguish each genotype of Robusta coffee in farmers' fields.

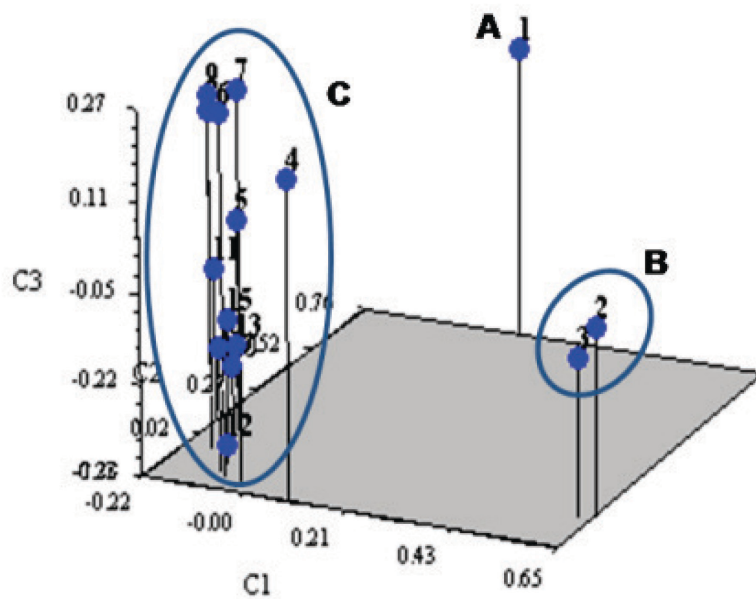


Figure 3. Relative position of 15 Robusta coffee genotypes selected by farmer in Bengkulu province based on PCoA (Principal Coordinate Analysis) analysis with 3 dimensions

Gambar 3. Posisi relatif 15 genotipe kopi Robusta hasil seleksi petani di Provinsi Bengkulu berdasarkan analisis PcoA dengan 3 dimensi

Table 3. Genetic distance matrix of 15 Robusta coffee genotypes selected by farmer in Bengkulu Province

Tabel 3. Matriks jarak genetik 15 genotipe kopi Robusta hasil seleksi petani di Provinsi Bengkulu

	Genotypes														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0.00														
2	0.63	0.00													
3	0.61	0.25	0.00												
4	0.60	0.51	0.42	0.00											
5	0.55	0.48	0.46	0.26	0.00										
6	0.53	0.44	0.48	0.26	0.21	0.00									
7	0.54	0.51	0.50	0.39	0.35	0.22	0.00								
8	0.51	0.53	0.50	0.35	0.27	0.21	0.22	0.00							
9	0.52	0.55	0.56	0.41	0.33	0.21	0.31	0.25	0.00						
10	0.55	0.57	0.59	0.44	0.34	0.38	0.41	0.39	0.36	0.00					
11	0.53	0.60	0.56	0.43	0.41	0.36	0.35	0.29	0.33	0.39	0.00				
12	0.57	0.55	0.49	0.44	0.31	0.33	0.41	0.36	0.41	0.29	0.34	0.00			
13	0.57	0.58	0.53	0.46	0.38	0.38	0.37	0.34	0.37	0.37	0.37	0.31	0.00		
14	0.62	0.53	0.50	0.40	0.39	0.31	0.39	0.34	0.37	0.43	0.30	0.34	0.38	0.00	
15	0.56	0.51	0.51	0.41	0.25	0.29	0.37	0.31	0.38	0.33	0.34	0.32	0.43	0.32	0.00

Based on the morphotype, the first group characterized by small-size and elliptical leaves, while the second group shows thick-broad leaves and the third group has a medium-size and ovate leaves feature. According to farmer's experience, Robusta genotypes that belong to the third group also exhibited higher and

more stable yield. Therefore, farmers tend to replace those genotypes which belong to the first as well as the second group with the genotypes that clustered in the third group. This indicates a high tendency for losing of some valuable alleles on farmer's field. Hence, the genetic variability among commercial Robusta varieties

tend to be lower in the future as already happened in Kenya (Hue, 2005; Kathurima *et al.*, 2012). The similar phenomena was also shown in commercial Arabica varieties due to human interventions (Teresa *et al.*, 2010). However, those superior genotypes might further use as a new source of planting materials.

The genetic distance matrix showed an estimation of genetic distance value between genotypes. Of which, the highest genetic distance value between genotypes are considered as the best parental combination. Several combinations that showed high genetic distance value are: 1 vs 2 (0.63), 1 vs 3 (0.61), 1 vs 4 (0.60), 1 vs 14 (0.62), and 2 vs 11 (0.60) (Table 3). Those combinations may generate novel and wider genetic variations. The Progenies derived from those combinations were subsequently characterized and evaluate individually to obtain new elite clones.

CONCLUSION

Profile data of the majority of SSR markers used in this study showed a high polymorphic level. Twenty three out of 34 SSR markers were potentially used for future Robusta coffee germplasm studies. The number of alleles ranged from 2-8 alleles per SSR locus with an average of 4 alleles per locus. Dendrogram analysis was obtained based on genetic similarity value with the score of about 0,44-0,79, and r score = 0,92 (good fit). Based on cluster analysis as well as PCoA analysis, three distinct groups of Robusta coffee genotypes were obtained. Those three groups also showed specific morphotype character. However, the majority of genotypes were clustered together into the same group. Therefore, the genetic diversity among Robusta genotypes selected by farmer is considerably low. Furthermore, those superior genotypes could be characterize and evaluated as source of planting materials or as parents in hybridization programs.

ACKNOWLEDGEMENT

Authors would like to thank the Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD), Republic of Indonesia, for the financial support. We also would like to thanks coffee farmers in Bengkulu province who help in the field for the evaluation and utilization of coffee plantation.

REFERENCES

- Anthony, F., Bertrand, B., Quiros, O., Wilches, A., Lashermes, P., Berthaud, J., & Charrier, A. (2001). Genetic diversity of wild coffee (*Coffea arabica* L.) using molecular markers. *Euphytica*, 18, 53-65.
- Anthony, F., Combes, M.C., Astorga, C., Bertrand, B., Graziosi, G., & Lashermes, P. (2002). The origin of cultivated *Coffea arabica* L. varieties revealed by AFLP and SSR markers. *Theory of Applied Genetics*, 104, 894-900.
- Ardiana, D.W. (2009). DNA genome isolation technique on papaya and citrus by using CTAB buffer modification. *Bul. Teknik Pertanian*, 14(1), 12-16.
- Bhat, P.R., Krishnakumar, V., Hendre, P.S., Rajendrakumar, P., Varshney, R.K., & Aggarwal, R.K. (2005). Identification and characterization of expressed sequence tags-derived simple sequence repeat markers from robusta coffee variety 'C × R' (an interspecific hybrid of *Coffea canephora* and *Coffea congensis*). *Mol Ecol Notes*, 5, 80-85.
- Chaparro, A.P., Cristancho, M.A., Cortina, H.A., & Gaitan, A.L. (2004). Gen variability of *Coffea arabica* L. accessions from Ethiopia evaluated with RAPDs. *Genet. Res. Crop Evol.*, 51, 291-297.
- Cubry, P., Musoli, P., Legnate, H., Pot, D., de Bellis, F., Poncet, ... Leroy, T. (2008). Diversity in coffee assessed with SSR markers: structure of genus *Coffea* and perspectives for breeding. *Genome*, 51, 50-63.
- Doyle, J.J., & Doyle, J.L. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochem. Bull.*, 19, 11-15.
- Hendre, P.S., & Aggrawal, R.K. (2014). Development of genic and genomic ssr markers of Robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre Ex A. Froehner). *PLoS ONE*, 9(12), e113661. doi: 10.1371/journal.pone.0113661.
- Hue, T.M.H. (2005). Genetic variation in cultivated coffee (*Coffea arabica* L.) accessions in Northern New South Wales, Australia. (Master's Thesis, Southern Cross University, Australia). Retrieved from <http://epubs.scu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1047&context=theses>.
- International Coffee Organization. (2014). *Exporting countries: Total production*. Retrieved from <http://www.ico.org/prices/po.htm>.
- Kathurima C.W., Kenji, G.M., Muhoho, S.M., Boulanger, R., Gichimu, B.M., & Gichuru, E.K. (2012). Genetic diversity among commercial coffee varieties, advanced selections and museum collections in Kenya using molecular markers. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 4(2), 39-46.
- Lekgari, A., & Dweikat, I. (2014). Assessment of genetic variability of 142 sweet sorghum germplasm of diverse origin with molecular and morphological markers. *Open Journal of Ecology*, 4, 371-393.
- Masumbuko, L.I., & Brynggelson, T. (2006). Inter simple sequence repeat (ISSR) analysis of diploid coffee species and cultivated *Coffea arabica* L. From Tanzania. *Genet. Res. Crop Evol.*, 53, 357-366.

- McGregor, C.E., Lambert, C.A., Greyling, M.M., Louw, J.H., & Warnich, L. (2000). A comparative assessment of DNA finger printing techniques (RAPD, ISSR, AFLP and SSR) in tetraploid potato (*Solanum tuberosum* L.) germplasm. *Euphytica*, 113, 135–144.
- Missio, R.F., Caixeta, E.T., Zambolim, E.M., Zambolim, L., Cruz, C.D., & Sakiyama, N.S. (2010). Polymorphic information content of SSR marker for *Coffea* spp. *Crop Breeding and Applied Biotechnology (CBAB)*, 10, 89-94.
- Poncet, V., Hamon, P., Minier, J., Carasco, C., Hamon, S., & Noirot, M. (2004). SSR cross-amplification and variation within coffee trees (*Coffea* spp.). *Genome*, 47, 1071–1081.
- Prabakaran, A., Paramasivam, K., Rajesh, T., & Rajarajan, D. (2010). Molecular characterization of rice land races using SSR markers. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 1(4), 512-516.
- Prakash, N.S., Combes, M.-C., Dussert, S., Naveen, S., & Lashermes, P. (2005). Analysis of genetic diversity in Indian robusta coffee genepool (*Coffea canephora*) in comparison with a representative core collection using SSRs and AFLPs. *Genet. Res. Crop Evol.*, 52(3), 333-343.
- Randriani, E., Listyati, D., & Syafaruddin. (2011). Genetic relationship among cashew germplasm based on Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) marker. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 2(2), 143-150.
- Rohlf, F.J. (2000). *NTSYS-PC: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Version 2.1*. NY: Applied Biostatistic Inc.
- Steiger, D.L., Nagai, C., Moore, P.H., Morden, C.W., Osgood, R.V., & Ming, R. (2002). AFLP analysis of genetic diversity within and among *Coffea arabica* cultivars. *Thoe. Appl. Genet.*, 105, 209-215.
- Syafaruddin, & Tresniawati, C. (2011). Genetic variability of black pepper (*Piper nigrum* L.) germplasm based on Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) marker. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 2(1), 89 -98.
- Syafaruddin, & Santoso, T.J. (2011). Optimation of isolation and purification technique on *Reutalis trisperma* (Blanco) Airy Shaw). *Estate Crops Jurnal*, 17(1), 11-17.
- Syafaruddin, Randriani, E., & Santoso, T.J. (2011). Effectivity and efficiency of isolation and purification DNA oncashew. *Buletin Ristri*, 2(2), 151-160.
- Taye, K.O. (2006). *Ecophysiological diversity of wild arabica coffee populations in Ethiopia: Growth, water relations and hydraulic characteristics along a climatic gradient*. Göttingen, Germany: Cuvillier Verlag.
- Teresa, A., Dominique, C., Vincent, P., & Brouhan, P. (2010). Genetic diversity of Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) collections. *EJAST*, 1(1), 63-79.
- Vigouroux, Y., Mitchell, S., Matsuoka, Y., Hamblin, M., Kresovich, S., Stephen, J., ... Doebley, J. (2005). An analysis of genetic diversity across the maize genome using microsatellites. *Genetics*, 169, 1617-1630.
- Weising, K., Nybom, H., Wolff, K., & Kahl, G. (2005). *DNA fingerprinting in plants: Principles, methods, and applications* (2nd ed.). Taylor and Francis Group: CRC Press.
- Williams, J.G.K, Kubelik, A.R., Livak, K.J., Rafalski, J.A., & Tingey, S.V. (1990). DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Res.*, 18(22), 6531-6535.

**PENGARUH UMUR BATANG BAWAH TERHADAP PERSENTASE
KEBERHASILAN OKULASI HIJAU PADA TIGA KLON KARET
(*Hevea brasiliensis* Muell Agr.)**

**EFFECT OF ROOTSTOCK AGE ON THE PERCENTAGE OF GREEN BUDDING SUCCESS IN THREE
RUBBER CLONES (*Hevea brasiliensis* Muell Agr.)**

Nana Heryana, Saefudin, dan *Iing Sobari

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia
*iingsobari@gmail.com

(Tanggal diterima: 24 Februari 2014, direvisi: 12 Maret 2014, disetujui terbit: 10 Juli 2014)

ABSTRAK

Perbanyakan karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Agr.) dengan okulasi cokelat membutuhkan waktu yang lama dalam pembibitannya, sedangkan perbanyakan dengan okulasi hijau belum banyak dilakukan karena tingkat keberhasilan masih sangat rendah. Salah satu faktor yang diduga berpengaruh terhadap keberhasilan okulasi hijau adalah umur bibit batang bawah. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh perbedaan umur batang bawah terhadap persentase keberhasilan okulasi hijau pada tiga klon karet. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP.) Pakuwon, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar pada bulan Januari-Desember 2013. Penelitian menggunakan rancangan petak terbagi, tiga ulangan dan ukuran petak 25 pohon. Petak utama adalah jenis klon batang bawah, terdiri dari 3 klon, yaitu K_1 = AVROS 2037, K_2 = PB 260, dan K_3 = GT 1. Anak petak adalah umur batang bawah terdiri dari 4 taraf, yaitu U_1 = 4 bulan, U_2 = 5 bulan, U_3 = 6 bulan, U_4 = 7 bulan. Okulasi dilakukan dengan cara membuka kulit batang bawah, kemudian entres dimasukkan ke dalam jendela sayatan hasil pembukaan. Pengikatan sambungan dilakukan dengan menggunakan plastik khusus dengan cara dililitkan dari bawah ke atas. Pengamatan dilakukan terhadap persentase keberhasilan okulasi hijau pada umur tiga minggu setelah okulasi (MSO). Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan okulasi hijau pada tanaman karet dipengaruhi oleh umur batang bawah. Untuk Klon PB 260 dan GT 1, makin tua umur batang bawah sampai maksimum 7 bulan di polybag maka semakin meningkat persentase keberhasilan okulasi, sedangkan pada klon AVROS 2037 belum memperlihatkan perbedaan yang nyata.

Kata kunci: *Hevea brasiliensis*, umur batang bawah, klon, keberhasilan okulasi hijau

ABSTRACT

Propagation of rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Agr.) using brown budding need a long time in the nursery, whereas the propagation using green Budding has not yet been done due to the success rate is still very low. One of the factor that might influence the successfulness of green budding is rootstock age. The purpose of this study was to determine the effect of different age of rootstock on the percentage of green budding success in three rubber clones. The experiment was conducted at the Pakuwon experimental station (ES), Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute, from January-December 2013. The research was done using split plot design with three replications, and the plot size is 25 trees. The main plot was the type of clones used for rootstock that comprised of 3 clones: K_1 = AVROS 2037, K_2 = PB 260, and K_3 = GT 1. Meanwhile, the subplots were rootstock age consists of 4 levels, namely: U_1 = 4 months, U_2 = 5 months, U_3 = 6 months, U_4 = 7 months. Observations were made on the percentage of green budding success at 3 weeks old after grafting. The results showed that the success of the green budding on the rubber plants is influenced by the age of rootstock. The use of rootstock up to 7 months old in polybag in PB 260 dan GT 1 clones would increase the percentage of grafting success, whereas AVROS 2037 clone did not show any significant different.

Keywords: *Hevea brasiliensis*, rootstock age, clone, green budding success

PENDAHULUAN

Produktivitas karet nasional rendah, hanya sebesar 1.106 kg/ha (Direktorat Jenderal Perkebunan [Ditjenbun], 2011), masih jauh di bawah potensi produksinya yang mencapai 3.000 kg/ha/th atau sekitar 7,5 kg/pohon/th (Daslin, Suhendri, & Azwar, 2000). Penyebabnya antara lain karena masih banyak tanaman tua dan rusak serta belum digunakannya benih unggul bermutu (Gouyon, Cicilia, Supriadi, & Hendratno, 1990). Padahal, benih merupakan faktor kunci dan sarana dasar yang menentukan keberhasilan usahatani, termasuk usahatani tanaman karet (Boerhendhy, 2009). Masalah lain yang muncul dalam industri perbenihan karet adalah ketidakseimbangan antara ketersediaan benih bermutu dengan kebutuhan pengembangan, lokasi kebun sumber benih jauh dengan lokasi penanaman, dan banyak usaha perbenihan belum dilakukan secara profesional (Lasminingsih & Oktavia, 2008). Oleh karena itu, perlu pengadaan benih yang cepat untuk memenuhi peningkatan kebutuhan benih unggul dan bermutu dari tahun ke tahun.

Hingga saat ini pengadaan bibit karet klonal dengan cara okulasi masih merupakan metode perbanyakan terbaik pada tanaman karet. Teknik okulasi merupakan cara perbanyakan tanaman dengan menempelkan mata entres kepada batang bawah dengan tujuan mendapatkan sifat unggul. Menurut Boerhendhy (1990) serta Lasminingsih (1990) perbanyakan tanaman karet dengan okulasi bertujuan mendapatkan kombinasi genetik yang lebih baik, yaitu produksi tinggi, tahan terhadap penyakit daun dan akar, serta tahan terhadap lingkungan yang kurang menguntungkan.

Tanaman karet hasil okulasi terdiri atas dua bagian, yaitu batang bawah (*rootstock*) dan batang atas (*scion*) (Amypalupy, 2010). Tanaman yang dijadikan batang bawah hendaknya berasal dari biji karena memiliki perakaran yang lebih kuat dan relatif tahan terhadap kekeringan (Prastowo & Roshetko, 2006). Batang bawah yang digunakan untuk penyambungan harus mampu menjalin pertautan yang baik dan mampu mendukung pertumbuhan batang atasnya tanpa menimbulkan efek negatif yang tidak diinginkan.

Batang bawah yang merupakan tanaman dari biji legitim atau propelegitim dari klon tertentu dan tumbuh kuat dan kokoh dianjurkan sebagai benih untuk batang bawah. Penggunaan biji sapuan untuk batang bawah tidak dianjurkan karena keragamannya sangat besar sehingga pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produksi sangat bervariasi (Amypalupy, 1984). Jenis klon unggul yang telah direkomendasikan sebagai batang bawah adalah AVROS 2037, GT 1, BPM 24, PB 260, RRIC 100, dan PB 330 (Balai Penelitian Sembawa, 2010). Karakter batang bawah dari klon-klon

unggul akan memberikan pengaruh positif bagi metabolisme batang atas sehingga produksi lateks menjadi optimal.

Umur batang bawah berkaitan dengan kesiapan batang bawah untuk disambungkan dengan batang atas. Pada penelitian jeruk, terdapat pengaruh nyata dari perlakuan umur terhadap kecepatan maupun keberhasilan okulasi. Hasil penelitian okulasi jeruk lemon yang dilakukan oleh Suharsi & Sari (2013) menunjukkan batang bawah berumur 8 bulan (termuda) cenderung menghasilkan persentase okulasi hidup serta okulasi bertunas dan waktu tumbuh tunas yang lebih baik dibandingkan umur lainnya. Demikian juga hasil penelitian Ihsan & Sukarmin (2011) menjelaskan batang bawah yang berumur muda mengalami pecah tunas lebih cepat dibandingkan batang bawah berumur lebih tua. Secara fisiologis, Sukarmin, Ihsan & Endriyanto (2009) menjelaskan cadangan makanan yang terakumulasi pada batang bawah yang terbentuk dari hasil proses fotosintesis, diperlukan untuk memicu inisiasi pembentukan kalus di daerah pertautan serta merangsang mata tunas atau entres untuk pecah dan tumbuh.

Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh umur batang bawah terhadap persentase keberhasilan okulasi hijau pada tiga klon karet.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP.) Pakuwon, Parungkuda Sukabumi, Jawa Barat, ketinggian tempat 450 meter di atas permukaan laut, jenis tanah latosol dengan tipe iklim B menurut Oldeman 1985. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari sampai Desember 2013. Benih karet yang digunakan untuk batang bawah, yaitu klon PB 260, AVROS 2037, dan GT 1, sedangkan mata entres untuk okulasi digunakan PB 260. Penelitian menggunakan rancangan petak terbagi dengan tiga ulangan dan ukuran petak 25 pohon. Petak utama adalah jenis klon batang bawah, terdiri dari 3 klon, yaitu K_1 = AVROS 2037, K_2 = PB 260, dan K_3 = GT 1. Sebagai anak petak adalah umur bibit batang bawah, yaitu U_1 = 4 bulan, U_2 = 5 bulan, U_3 = 6 bulan, U_4 = 7 bulan.

Okulasi dilakukan dengan membuka kulit batang bawah dengan cara menyayat sisi kiri, kanan, dan atas, lalu dikelupas. Bagian kulit yang dikelupas kemudian dipotong dengan menyisakan seperempat bagian disebelah bawah yang akan berfungsi sebagai penahan mata entres. Mata entres yang sudah disiapkan kemudian dimasukkan ke dalam jendela sayatan pada batang bawah dan diikat menggunakan plastik khusus dengan cara dililitkan dari bawah ke atas dengan rapat dan kuat.

Pengamatan dilakukan terhadap persentase keberhasilan okulasi pada umur 3 minggu setelah okulasi (MSO). Indikator keberhasilan okulasi didasarkan pada kriteria mata entres yang diokulasikan masih berwarna hijau dan bernas. Di samping itu, dilakukan juga pengamatan terhadap pertumbuhan batang bawah sebelum okulasi yang meliputi tinggi bibit dan diameter batang. Analisis data dilakukan dengan sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji BNT dan korelasi taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada batang bawah dari klon PB 260 dan GT 1 dengan umur 7 bulan ternyata menghasilkan keberhasilan okulasi sampai 100% dan berbeda nyata dengan umur 4 dan 5 bulan, sedangkan untuk klon AVROS 2037 tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata. Secara umum, sampai batas umur batang bawah maksimum 7 bulan, ternyata semakin bertambah umur batang bawah maka cenderung semakin meningkat keberhasilan okulasinya. Pada ketiga klon batang bawah yang digunakan (PB 260, AVROS 2037, dan GT 1), ternyata umur batang bawah 7 bulan menghasilkan keberhasilan okulasi 96,67 sampai 100% (Tabel 1).

Kecenderungan yang sama antara Klon PB 260 dan GT 1 untuk keempat umur batang bawah terhadap keberhasilan okulasinya mengindikasikan kesamaan kemampuan dalam proses penyambungannya dengan entres yang digunakan. Atau dengan kata lain, kedua klon ini diduga memiliki kompatibilitas yang hampir sama terhadap klon karet yang digunakan sebagai entres. Hal ini kemungkinan besar diakibatkan oleh kesamaan genetik dari kedua klon yang dimaksud seperti yang telah dikemukakan oleh Toruan-Mathius, Lizawati, Aswidinoor, & Boerhendy (2002) bahwa klon GT 1

dengan PB 260 mempunyai kesamaan genetik cukup tinggi, yaitu 82%. Selanjutnya, Hartawan (2013) mengemukakan keberhasilan okulasi ditentukan oleh kesamaan genetik antara batang bawah dan mata entres.

Pertambahan umur batang bawah akan menyebabkan bertambahnya cadangan nutrisi serta kemampuan fisiologis dalam mendukung keberhasilan okulasi hijau tanaman karet. Hal ini sejalan dengan pendapat yang menyatakan bahwa cadangan karbohidrat yang cukup pada batang bawah dan lingkungan yang mendukung, merupakan faktor penyebab tingginya angka keberhasilan persentase tunas tumbuh pada okulasi karet (Elisarnis, Suliansyah, & Akhir, 2007). Fungsi batang bawah salah satunya dapat bertindak sebagai pengabsorpsi unsur hara dan air (Hartman, Kester, Davis, & Geneva, 1997), dan akan berpengaruh pada proses pemecahan tunas okulasi sehingga dapat mendukung terhadap pertumbuhan dan lamanya periode pemeliharaan bibit (Kuswanhadi, 1992). Hal ini pun sejalan dengan hasil penelitian lainnya yang menyatakan bahwa keberhasilan proses penyambungan pada tanaman jeruk salah satunya ditentukan oleh kondisi batang bawah yang digunakan (Yusran & Noer, 2011).

Dukungan nutrisi yang optimal terhadap keberhasilan okulasi sejalan dengan meningkatnya umur batang bawah terlihat pada hasil pengamatan pertumbuhan tanaman yang semakin baik. Semakin meningkat umur batang bawah, sampai batasan 7 bulan maka semakin baik pertumbuhan batang bawah. Kondisi yang seperti ini akhirnya dapat mendukung terhadap keberhasilan okulasi sehingga persentasenya semakin meningkat. Pembuktian ini dapat dilihat dari nilai korelasinya dari parameter-parameter yang dimaksud (Tabel 2).

Tabel 1. Pengaruh perbedaan umur terhadap persentase keberhasilan okulasi hijau tiga klon karet pada 3 minggu setelah okulasi (MSO)

Tabel 1. *Effect of age difference on the percentage of green budding success in three rubber clones at 3 weeks after grafting (WAG)*

Klon batang bawah	Umur batang bawah	Persentase keberhasilan okulasi hijau
PB 260	7 bulan	100,00 a
	6 bulan	96,67 ab
	5 bulan	90,00 bc
	4 bulan	86,67 c
AVROS 2037	7 bulan	96,67 a
	6 bulan	96,67 a
	5 bulan	93,33 a
	4 bulan	93,33 a
GT 1	7 bulan	100,00 a
	6 bulan	93,33 ab
	5 bulan	90,00 bc
	4 bulan	83,33 c
KK (%)		8,38

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

Notes : Numbers followed by the same letters are not significantly different at 5% levels

Tabel 2. Hubungan antara umur batang bawah, parameter pertumbuhan, dan persentase keberhasilan okulasi hijau
Table 2. Correlation between age of rootstocks, growth parameter, and percentage of green budding success

Umur batang bawah	Tinggi tanaman (cm)	Diameter batang (mm)	Persentase keberhasilan okulasi hijau
U ₄ (7 bln)	109,36	17,12	98,89
U ₃ (6 bln)	94,22	16,10	95,56
U ₂ (5 bln)	83,53	14,64	91,11
U ₁ (4 bln)	70,76	11,22	87,78
Korelasi	0,82**	0,89**	0,89**

Keterangan : ** nyata pada taraf 1%

Notes : ** significant at 1% level

Pemenuhan kebutuhan batang bawah yang optimal, terkait dengan faktor-faktor lingkungan yang dibutuhkan, akan menghasilkan tanaman yang jagur dan siap untuk diokulasi. Batang bawah yang jagur akan menghasilkan tunas jagur. (Siagian, Daslin, & Hadi, 2008). Selanjutnya dikemukakan bahwa pertumbuhan tanaman okulasi sangat tergantung pada kemampuan batang bawah dalam menyediakan hara dan air. Kemudian Lizawati (2009) mengemukakan bahwa batang atas akan dapat tumbuh baik apabila mendapat hara dari batang bawah dalam bentuk dan perbandingan yang tepat. Batang bawah yang bermutu rendah dengan pola perakaran kurang baik akan menyebabkan okulasi menjadi tidak berhasil karena kurang mendapat dukungan zat hara, sedangkan pada okulasi yang sudah jadi akan menyebabkan pertumbuhannya menjadi terhambat. Pertumbuhan batang bawah yang baik akan mendukung terhadap laju fotosintesis menjadi optimal sehingga dapat mendukung terhadap keberhasilan okulasi (Notosusanto cited in Yusra, 1995). Hal ini pun sejalan dengan pendapat yang menyatakan bahwa cadangan karbohidrat yang terdapat pada batang bawah sangat diperlukan untuk mendukung pertumbuhan awal tanaman hasil okulasi (Karyudi & Sunarwidi, 1986).

Di samping alasan-alasan fisiologis yang telah dikemukakan di atas, terdapat alasan praktis penggunaan batang bawah karet umur 7 bulan. Pada umur tersebut, pertumbuhan batang bawah (pertumbuhan tinggi dan diameter batang) telah mencapai ukuran yang optimal untuk dilakukan okulasi sehingga cukup mudah dalam pelaksanaannya. Pada umur batang bawah di bawah 7 bulan, ukuran diameter batang dan tingginya dinilai masih terlalu kecil sehingga relatif lebih sulit untuk dilakukan okulasi dibandingkan batang bawah umur 7 bulan.

KESIMPULAN

Sampai umur 3 minggu setelah okulasi, persentase keberhasilan okulasi hijau pada tanaman karet dipengaruhi oleh umur batang bawah. Pada klon

PB 260 dan GT 1, makin tua umur batang bawah sampai maksimum 7 bulan di polybag maka semakin meningkat persentase keberhasilan okulasi, sedangkan pada klon AVROS 2037 belum memperlihatkan perbedaan yang nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kepala KP. Pakuwon dan Teknisi Litkasaya yang telah membantu terlaksananya penelitian. Penelitian ini didanai oleh DIPA Balittri, Badan Litbang Pertanian, TA. 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Amypalupy, Kh. (1984). Observasi kebun karet hasil okulasi pada biji sapuan. *Buletin Perkebunan Rakyat*, 1(1), 5-7.
- Amypalupy, Kh. (2010). Teknik okulasi. In 455 *Info padu padan teknologi merajut asa ketangguhan agribisnis karet* (pp. 86-96) Palembang: Balai Penelitian Sembawa.
- Balai Penelitian Sembawa. (2010). *Klon karet anjuran tahun 2010-2014*. Palembang: Balai Penelitian Sembawa.
- Boerhendhy, I. (1990). Hubungan sifat anatomi, fisiologi dan morfologi tanaman karet okulasi tajuk dengan produksi. *Bull. Perkebunan Rakyat*, 6, 70-72.
- Boerhendhy, I. (2009). Awas bibit palsu dalam peremajaan karet rakyat. *Warta Litbangtan*, 31(3), 8-11.
- Daslin, A., Suhendri, I., & Azwar, R. (2000). *Standard of growth and yield of recommended rubber clones*. Paper presented at the Indonesian Rubber Conference and IRRDB Symposium 2000. Bogor, 12-14 September 2000.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2011). *Statistik perkebunan Indonesia 2011*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Elisarnis, Suliansyah, I., & Akhir, N. (2007). *Respon bibit stum mata tidur tanaman karet (Hevea brasiliensis Mull. Arg.) terhadap pemberian kinetin*. Padang: Universitas Andalas.
- Gouyon, A., Cicilia, N., Supriadi, M., & Hendratno, S. (1990). Penggunaan bahan tanam karet di tingkat petani dan respon penawaran dari pengusaha pembibitan. *Prosiding Konferensi Nasional Karet* (pp. 791-829). Palembang.

- Hartawan, R. (2013). Kompatibilitas batang bawah karet klon GT 1 dengan mata entres beberapa karet klon generasi V. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 13(1), 16-21.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davis, J. R., & Geneve, R. L. (1997). *Plant propagation*. New Jersey: Hall Int. Inc.
- Ihsan, F., & Sukarmin. (2011). Teknik pengujian umur batang bawah terhadap keberhasilan dan pertumbuhan rambutan hasil okulasi. *Bul. Tekn. Pertan.*, 16(1), 28-30.
- Karyudi, N.H.S., & Sunarwidi. (1986). *Pengaruh panjang akar tunggang dan rootone F terhadap pertumbuhan tanaman*. Medan: Balai Penelitian Perkebunan Sungai Putih.
- Kuswanhadi (1992). Pengaruh batang bawah pada pertumbuhan dan produksi batang atas tanaman karet. *Asosiasi Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesia*, 7(1), 21-26.
- Lasminingsih, M. (1990). Evaluasi beberapa pengujian lanjutan klon-klon karet harapan di Pusat Penelitian Perkebunan Sembawa. *Bul. Perk. Rakyat*, 6, 1-11.
- Lasminingsih, M., & Oktavia, F. (2008). Mutu bahan tanaman karet dan sosialisasi SNI-RSNI bibit karet. *Warta Perketan*, 27(1), 35-49.
- Lizawati. (2009). Analisis interaksi batang bawah dan batang atas pada okulasi tanaman karet (*Hevea Brasiliensis* Muell Agr). *Jurnal Agronomi*, 13(2), 19-23.
- Prastowo, N., & Roshetko, J. M. (2006). *Teknik pembibitan dan perbanyakan vegetatif tanaman buah*. World Agroforestry Centre. Bogor: Bogor Agricultural University.
- Siagian, N., Daslin, A., & Hadi, H. (2008). Potensi produksi klon unggul karet dan upaya pencapaiannya melalui penggunaan bahan tanam bermutu. Prosiding Lokakarya Nasional Agribisnis Karet 2008. Yogyakarta, 20-21 Agustus 2008. Medan: Pusat Penelitian Sungai Putih.
- Suharsi, T. K., & Sari, A. D. P. (2013). Pertumbuhan mata tunas jeruk keprok (*Citrus nobilis*) hasil okulasi pada berbagai media tanam dan umur batang bawah *Rough Lemon* (*C. jambhiri*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 18(2), 97-101.
- Sukarmin, Ihsan, F., & Endriyanto. (2009). Teknik perbanyakan F1 mangga dengan menggunakan batang bawah dewasa melalui sambung pucuk. *Bul. Tek. Pert.*, 14(2): 58-61.
- Toruan-Mathius, Lizawati, Aswidinoor, H, & Boerhendy, I. (2002). Pengaruh batang bawah terhadap pola pita isoenzim dan protein batang atas pada okulasi tanaman (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.). *Menara Perkebunan*, 70, 20-34
- Yusra, H. (1995). Pengaruh pemberian pupuk fertimel terhadap pertumbuhan bibit karet (*Hevea brasiliensis* Muell) klon GT 1. (Skripsi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian UNAND, Padang).
- Yusran, & Noer, A. H. (2011). Keberhasilan okulasi varietas jeruk manis pada berbagai perbandingan pupuk kandang. *Media Litbang Sulteng*, 4(2), 97-104.

PENGARUH TINGKAT NAUNGAN DAN MEDIA TANAM TERHADAP PERSENTASE PECAH MATA TUNAS DAN PERTUMBUHAN BIBIT KARET OKULASI HIJAU

EFFECT OF SHADING LEVELS AND GROWING MEDIA ON THE PERCENTAGE OF BREAKING BUDDING STUMP AND THE GROWTH OF RUBBER SEEDLING DERIVED FROM GREEN BUDDING

* Sakiroh dan Saefudin

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia
* saky1605@gmail.com

(Tanggal diterima: 18 Maret 2014, direvisi: 4 April 2014, disetujui terbit: 10 Juli 2014)

ABSTRAK

Keberhasilan okulasi hijau di pembibitan karet (*Hevea brasiliensis*) stum mata tidur tidak selamanya mencapai persentase tumbuh yang baik karena dipengaruhi faktor lingkungan dan media tanam. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh tingkat naungan dan media tanam terhadap pecah mata tunas dan pertumbuhan stum mata tidur bibit karet hasil okulasi hijau. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP.) Pakuwon Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, pada bulan Januari-Desember 2013. Rancangan penelitian adalah petak terpisah dengan tiga ulangan. Sebagai petak utama adalah tingkat naungan (N) dengan 3 taraf, yaitu N_0 = tanpa naungan, N_1 = tingkat naungan 50%, dan N_2 = 70%. Sebagai anak petak ialah media tanam (M) dengan 5 taraf, yaitu M_0 = tanah tanpa pupuk, M_1 = tanah + pupuk kotoran ayam (4:1), M_2 = tanah + pupuk kotoran kambing (4:1), M_3 = tanah + pupuk kotoran ayam + 2,5 g pupuk NPK, dan M_4 = tanah + pupuk kotoran kambing + 2,5 g pupuk NPK. Peubah yang diamati meliputi kecepatan pecah mata tunas dan pertumbuhan bibit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi pembibitan karet tanpa naungan di KP. Pakuwon dengan intensitas cahaya 67.041,67 lux dan suhu udara 31,79 °C menghasilkan persentase pecah mata tunas dan pertumbuhan tinggi tunas hasil okulasi hijau tertinggi. Perlakuan media tanam dan interaksinya dengan tingkat naungan belum memperlihatkan pengaruh yang nyata terhadap persentase pecah mata tunas sampai umur 8 MST dan terhadap pertumbuhan tunas hasil okulasi sampai umur 16 MST.

Kata kunci: *Hevea brasiliensis*, stum mata tidur, bibit, kotoran kambing, kotoran ayam

ABSTRACT

The success of green budding using budded stump of rubber seedling (*Hevea brasiliensis*) does not always give a good percentage of growth due to the influence of environmental factors and growing media. This study was carried out to determine the effect of shading levels and growing media that can enhance the growth of budded stump on rubber seedling derived from green budding. The experiment was conducted at Pakuwon Experimental Station (E.S.), Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute, from January-October 2013. The study was designed as a split plot with three replications. The main plot is the level of shade with 3 levels: without shade (N_1), 50% shade (N_2) and 70% shade (N_3). Meanwhile, subplot is growing media with 5 levels: soil without fertilizer (control) (P_0), Soil + chicken manure (4: 1) (P_1), soil + goat manure (4: 1) (P_2), Soil + chicken manure + 2.5 g of NPK fertilizer (P_3) and soil + goat manure + 2.5 g of NPK fertilizers (P_4). The results showed that the condition of the rubber nursery without shade at Pakuwon E.S. with the light intensity of 67041.67 lux and temperature of 31.79 °C resulted the highest percentage of breaking buds and the growth of buds derived from green buddings. The treatment of growing media and its interaction with the shading levels does not show significant effect on the percentage of breaking buds until 8 weeks after planting (WAP) and the growth of buds until 16 WAP.

Keywords: *Hevea brasiliensis*, budded stump, seed, goat manure, chicken manure

PENDAHULUAN

Perbanyakan bibit karet hingga saat ini umumnya dilakukan dengan teknik okulasi cokelat dengan menggunakan batang bawah yang ditanam langsung di lapangan. Cara tersebut membutuhkan waktu cukup lama, yaitu sekitar 12-18 bulan sampai dengan bibit siap tanam. Penggunaan teknik okulasi hijau dengan menggunakan batang bawah umur 4-6 bulan di polybag memberikan harapan baik karena hanya membutuhkan waktu sekitar 8-10 bulan sampai dengan bibit siap ditanam di lapang. Keunggulan lain penggunaan bibit okulasi hijau dibandingkan okulasi cokelat di antaranya adalah biaya pemeliharannya lebih murah (Permadi, 2010; Amypalupy, 2012), pertumbuhannya di lapangan lebih seragam dan sangat fleksibel dilakukan pada kondisi kekurangan tenaga dan kondisi cuaca yang sulit diduga (Ong, Heh, & Wong, 1989). Di samping itu, okulasi hijau tidak bergantung pada kondisi daun teratas dari tanaman batang bawah sehingga meskipun daun teratas masih muda atau *flush*, okulasi tetap dapat dilaksanakan (tidak harus menunggu daun dorman) (Permadi, 2010).

Perbanyakan bibit karet dapat dilakukan dengan lebih cepat melalui teknik okulasi dini (umur batang bawah 2-3 bulan), kultur jaringan dan *microcutting*, namun teknik-teknik tersebut di atas masih perlu perbaikan-perbaikan untuk dapat diaplikasikan ditingkat petani sambil menunggu perbaikan teknik-teknik tersebut di atas, maka teknik okulasi hijau berpeluang baik untuk dikembangkan (Hadi, Admojo, & Setiono, 2010; Nurhaimi-Haris, Ayuningtias, & Suparto, 2011; Sumaryono, Sinta, & Nurhaimi-Haris, 2012; Admojo, Prasetyo, Afifah, & Hadi, 2013; Atmaningsih, 2013). Bibit karet hasil okulasi hijau masih kurang disukai petani karena keberhasilan okulasinya rendah, fisik bibit relatif lebih kecil, lokasi pembibitan batang bawah harus dekat dengan kebun sumber entres, dan membutuhkan sumber air yang cukup (Lasminingsih, 2012; Boerhendhy, 2013), serta tingkat keberhasilannya masih lebih rendah dibandingkan okulasi cokelat (Corpus, 2013). Namun demikian, berdasarkan aspek teknis dan ekonomis, penyiapan bibit unggul karet dengan teknik okulasi dini layak untuk dikembangkan dalam skala luas sehingga dapat membantu mengatasi masalah dalam pengadaan bibit karet unggul (Boerhendhy, 2013).

Faktor lingkungan tumbuh yang ideal sangat diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan di pembibitan (Winarso, 2005). Hasil penelitian pada bibit karet hasil okulasi menunjukkan bahwa naungan sangat diperlukan, terutama pada saat awal penanaman stum mata tidur di polybag sampai dengan pecah mata tunas (Sutanto, 2008; Hadi *et al.*,

2010). Peran naungan diperlukan untuk mengeliminasi fluktuasi suhu, kelembaban media tanam, dan penguapan berlebihan yang akan berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan awal bahan tanam (Supriadi, Randriani, & Heryana, 2011). Namun demikian, besarnya tingkat naungan yang diperlukan sangat tergantung pada kondisi agroklimat setempat. Pada kondisi lingkungan dengan intensitas cahaya matahari dan suhu udara yang lebih tinggi maka tingkat naungan yang diperlukan akan lebih tinggi, dan sebaliknya.

Faktor lingkungan lain yang penting untuk pertumbuhan bibit ialah media tanam dan pemupukan. Media tanam yang baik ialah dapat menjaga kelembaban di daerah perakaran, menyediakan cukup hara, dan udara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Bahan organik dapat memperbaiki struktur tanah menjadi lebih gembur, kemantapan agregat, meningkatkan daya pegang air serta meningkatkan permeabilitas tanah dan juga meningkatkan ketersediaan unsur hara (Kononova, 1996). Adapun pupuk dan ZPT diduga berperan penting dalam memicu kecepatan tumbuh mata tunas, tinggi tunas sampai membentuk payung daun pertama (Naro & Atikah, 2012; Boerhendhy, 2013).

Pemberian pupuk organik terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan di pembibitan (Baherta, 2009). Jenis pupuk organik yang tersedia di masyarakat berbeda antar daerah sehingga pertimbangan menggunakan jenis pupuk organik ternak menjadi tidak sama antar daerah. Provinsi Jawa Barat termasuk daerah yang memiliki jumlah ternak kambing dan ayam cukup banyak sehingga di Jawa Barat mudah ditemukan kotoran kambing dan ayam dibandingkan daerah lain (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2013).

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh tingkat naungan dan media tanam terhadap pecah mata tunas dan pertumbuhan stum mata tidur bibit karet hasil okulasi hijau.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari sampai Desember 2013 di Kebun Percobaan (KP.) Pakuwon, Sukabumi, Jawa Barat, dengan ketinggian tempat 450 meter di atas permukaan laut (dpl), jenis tanah latosol dengan tipe iklim B (Oldeman 1985). Tanaman yang digunakan adalah bibit stum mata tidur klon PB 260 hasil okulasi hijau dengan batang bawah GT 1 umur 6 bulan, pupuk anorganik (NPK 16:16:16), pupuk organik kotoran ayam dan kotoran kambing.

Bibit karet hasil okulasi hijau klon PB 260 dibuka plastik pembalut mata entresnya pada 3 minggu setelah okulasi dan seminggu kemudian dipotong miring

(diserong) pada ketinggian 15 cm di atas mata entres. Selanjutnya bibit dikeluarkan dari polybag dengan kondisi akar tetap utuh (tidak dipotong), kemudian akar dicuci supaya tidak terkontaminasi dari pengaruh media tanam sebelumnya dan ditanam kembali pada polybag yang telah diberi perlakuan media tanam dengan berbagai jenis pupuk. Pemberian pertama pupuk anorganik NPK 2,5 g dilaksanakan 4 minggu setelah tanam dengan ciri daun pertama sudah berwarna hijau tua (Siagian, 2012).

Percobaan menggunakan rancangan petak terpisah dengan 3 ulangan. Sebagai petak utama ialah tingkat naungan (N) dengan 3 taraf, yaitu N_0 = tanpa naungan, N_1 = tingkat naungan 50%, dan N_2 = 70%. Penentuan tingkat naungan didasarkan pada ukuran paranet yang digunakan yang telah tersedia di pasaran. Sebagai anak petak ialah media tanam (M) dengan 5 taraf, yaitu M_0 = tanah tanpa pupuk, M_1 = tanah + pupuk kotoran ayam (4:1), M_2 = tanah + pupuk kotoran kambing (4:1), M_3 = tanah + pupuk kotoran ayam + 2,5 g pupuk NPK, dan M_4 = tanah + pupuk kotoran kambing + 2,5 g pupuk NPK. Setiap plot perlakuan terdiri dari 6 tanaman sehingga jumlah tanaman keseluruhan menjadi 270 tanaman.

Pengamatan dilakukan mulai umur 5 sampai 16 minggu sesudah tanam (MST). Peubah yang diamati meliputi: (1) intensitas cahaya yang masuk dengan menggunakan alat *Lux Meter*, (2) suhu udara dengan menggunakan alat *Thermometer Digital*, (3) persentase pecah mata tunas pada umur 5-8 MST, (4) pertambahan tinggi tunas hasil okulasi pada umur 8, 12, dan 16 MST, dan (5) pertambahan diameter tunas pada umur 12 dan 16 MST. Data yang terkumpul kemudian dianalisis dengan sidik ragam (anova) untuk peubah persentase pecah mata tunas, dan dengan sidik peragam (ankova) untuk peubah lainnya. Data-data awal (tinggi tunas pada 8 MST dan diameter tunas pada 12 MST) digunakan sebagai pengontrol (kovariat). Pengujian beda rata-rata perlakuan menggunakan metode HSD (Beda Nyata Jujur/BNJ) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas Cahaya dan Suhu Udara

Pada kondisi tanpa naungan intensitas cahaya sebesar 67.041,67 lux dan suhu rata-rata 31,79 °C, pada naungan 50% intensitas cahaya sebesar 24.363,33 lux dan suhu 27,60 °C, sedangkan pada naungan 70% intensitas cahaya hanya sebesar 4.305,50 lux dan suhu 26,93 °C. Intensitas cahaya berkorelasi positif sangat nyata dengan suhu udara ($r = 0,74$) (Tabel 1) sehingga dapat dikemukakan bahwa semakin tinggi tingkat naungan yang digunakan maka semakin menurun besarnya intensitas cahaya dan suhu udara.

Persentase Pecah Mata Tunas

Pengaruh perlakuan tingkat naungan berbeda nyata terhadap persentase pecah mata tunas pada 5 sampai 8 MST, sedangkan media tanam dan interaksinya tidak berpengaruh secara nyata (Tabel 2).

Data pengamatan menunjukkan bahwa persentase pecah mata tunas tanpa naungan pada 5 sampai 8 MST nyata lebih tinggi dibandingkan tingkat naungan 50% dan 70%. Perbedaan persentase pecah mata tunas pada tiga tingkat naungan tersebut memberikan indikasi bahwa faktor lingkungan seperti intensitas cahaya matahari dan suhu udara berperan penting terhadap proses pecahnya mata tunas hasil okulasi hijau tanaman karet. Tanaman karet cocok ditanam dengan suhu harian 25-30 °C (Damanik, Syakir, Tasma, & Siswanto, 2010). Kisaran suhu tersebut mendekati nilai rata-rata harian di KP. Pakuwon pada perlakuan tanpa naungan (31,79 °C) sehingga diduga pengaruhnya terhadap persentase pecah mata tunas lebih tinggi bila dibandingkan perlakuan tingkat naungan 50% dan 70%. Jika suhu udara (35-42 °C) lebih tinggi dari batas ideal, maka stomata daun akan menutup, respirasi tinggi dan fotosintesis rendah sehingga pertumbuhan tanaman karet terganggu (Indraty, 2008). Demikian halnya jika suhu udara lebih rendah (25-30 °C) maka laju fotosintesis akan berkurang sehingga berpengaruh terhadap pecah mata tunas.

Tabel 1. Intensitas cahaya dan suhu udara pada perlakuan tiga tingkat naungan

Table 1. Light intensity and temperature on the three levels of shading treatments

Waktu pengamatan	Intensitas cahaya (lux) pada tingkat naungan			Suhu udara (°C) pada tingkat naungan		
	0%	50%	70%	0%	50%	70%
Pagi (pukul 08,00)	63.562,50	25.587,50	1.114,00	30,60	25,40	25,30
Siang (pukul 12,00)	115.462,50	40.662,50	9.112,50	38,00	30,60	30,30
Sore (pukul 16,00)	22.100,00	6.840,00	2.690,00	26,50	26,80	25,20
Rata-rata	67.041,67	24.363,33	4.305,50	31,79	27,60	26,93
Korelasi intensitas cahaya dengan suhu udara	0,74**					

Keterangan : ** nyata pada taraf 1%

Notes : ** significant at 1% levels

Tabel 2. Pengaruh tingkat naungan dan media tanam terhadap persentase pecah mata tunas pada okulasi hijau
Table 2. Effect of shading levels and growing media on the percentage of breaking budded stump in green budding

Perlakuan	Persentase pecah mata tunas pada umur			
	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST
Tingkat Naungan (N):				
N ₀ = 0% (67.041,67 lux & suhu 31,79 °C)	53,13 a	82,07 a	86,40 a	89,80 a
N ₁ = 50% (24.363,33 lux & suhu 27,60 °C)	26,53 b	47,73 b	53,33 b	56,57 b
N ₂ = 70% (4.305,50 lux & suhu 26,93 °C)	26,65 b	49,87 b	57,80 b	62,32 b
	n.	n.	n.	n.
Media Tanam (M):				
M ₀ = tanah tanpa pupuk	31,56	49,78	61,00	62,89
M ₁ = tanah + pupuk kotoran ayam (4:1)	44,33	64,89	68,44	74,00
M ₂ = tanah + pupuk kotoran kambing (4:1)	37,00	66,44	68,33	72,11
M ₃ = M ₁ + 2,5 g pupuk NPK	38,78	64,78	72,33	70,44
M ₄ = M ₂ + 2,5 g pupuk NPK	24,00	53,56	59,11	66,56
	tn.	tn.	tn.	tn.
Interaksi NxM:				
N ₀ M ₀	55,33	83,00	83,00	88,67
N ₀ M ₁	55,67	72,33	83,00	83,00
N ₀ M ₂	55,33	83,00	83,00	88,67
N ₀ M ₃	55,00	94,33	100,00	100,00
N ₀ M ₄	44,33	77,67	83,00	88,67
N ₁ M ₀	16,67	33,33	44,33	44,33
N ₁ M ₁	38,67	61,33	61,33	72,33
N ₁ M ₂	33,33	66,33	66,33	66,33
N ₁ M ₃	22,00	44,33	55,67	55,56
N ₁ M ₄	22,00	33,33	39,00	44,33
N ₂ M ₀	22,33	33,00	55,67	55,67
N ₂ M ₁	38,67	61,00	61,00	66,67
N ₂ M ₂	22,33	50,00	55,67	61,33
N ₂ M ₃	44,33	55,67	61,33	61,33
N ₂ M ₄	5,67	49,67	55,33	66,67
	tn.	tn.	tn.	tn.

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%; n. = nyata; tn. = tidak nyata
Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% level; n. = significant; tn. = not significant

Intensitas cahaya matahari merupakan faktor penting untuk fotosintesis. Hasil fotosintesis akan ditranslokasikan keseluruh jaringan tanaman melalui pembuluh floem, selanjutnya energi dari hasil fotosintesis akan mengaktifkan pertumbuhan tunas (Kramer & Kozlowski, 1979). Penyinaran yang cukup diperlukan untuk memicu pecahnya mata okulasi pada stum mata tidur karena intensitas cahaya yang tinggi dan kelembaban udara yang rendah menyebabkan proses transpirasi berlangsung lebih cepat.

Tidak adanya pengaruh media tanam serta interaksinya dengan tingkat naungan terhadap pertambahan tinggi tunas memberikan indikasi bahwa faktor lingkungan di bawah permukaan tanah, dalam hal ini pupuk dan atau media tanam, belum sepenuhnya diperlukan untuk mendukung pertumbuhan awal tunas hasil okulasi. Pada tahap ini, energi yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan tunas masih diperoleh dari hasil fotosintesis yang tersimpan pada batang bawah

karet sehingga peran unsur hara, media tanam, dan akar tanaman masih belum sepenuhnya diperlukan untuk mendukung pertumbuhan tunas. Pada tahap awal pertumbuhan tunas ini, ternyata faktor-faktor lingkungan di atas permukaan tanah, di antaranya intensitas cahaya matahari dan suhu udara, memiliki peranan penting terhadap proses pecahnya mata tunas hasil okulasi hijau pada tanaman karet. Secara fisiologis menurut Sukarmin, Ihsan, & Endriyanto (2009) dikemukakan bahwa cadangan makanan yang terbentuk dari hasil proses fotosintesis yang tersimpan pada batang bawah diperlukan untuk memicu inisiasi pembentukan kalus di daerah pertautan serta dapat merangsang mata tunas atau entres untuk pecah dan tumbuh dengan baik.

Pertambahan Tinggi dan Diameter Tunas Hasil Okulasi

Hasil pengamatan pertambahan tinggi tunas dari hasil okulasi hijau menunjukkan bahwa perlakuan

tanpa naungan umur 8 MST dan 16 MST berbeda nyata dengan naungan 50%, tetapi tidak berbeda nyata dengan naungan 70%. Perlakuan media tanam dan interaksinya dengan tingkat naungan tidak berbeda nyata terhadap pertambahan tinggi tunas (Tabel 3).

Pertambahan tinggi tunas pada 16 MST perlakuan tanpa naungan dengan naungan 70% dari hasil statistik tidak berbeda nyata, padahal pecah mata tunasnya lebih cepat pada perlakuan tanpa naungan. Suhu pada naungan 0% sampai dengan 70% adalah 26,93-31,79 °C masih sesuai untuk pertumbuhan bibit karet di KP. Pakuwon. Menurut Afandi, Mawarni, & Syukri (2012) mengemukakan pada kondisi ternaungi intensitas cahaya yang dapat diterima tanaman akan sedikit sehingga terjadi peningkatan aktivitas auksin dan akibatnya sel-sel tumbuh memanjang. Tinggi tanaman yang memanjang berhubungan dengan sifat cahaya yang merusak auksin sehingga bagian tajuk tanaman yang terkena cahaya matahari akan selalu mengalami

kerusakan auksin, akibatnya auksin terakumulasi di bagian tajuk yang ternaung (Evita, 2011). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa laju fotosintesis pada daun-daun karet yang ternaungi 25% ternyata lebih rendah 1/3 kali lipatnya dibandingkan daun-daun yang tidak ternaungi sehingga kapasitas asimilasinya pun lebih rendah (Nugawela, Ariyawansa, & Samarasekara, 1995). Hasil analisis terhadap pertambahan diameter tunas menunjukkan bahwa perlakuan tingkat naungan, media tanam, dan interaksinya tidak berbeda nyata (Tabel 4). Hal ini tidak sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan Supriadi *et al.* (2011) pada tanaman jambu mete. Kemungkinan yang dapat terjadi adalah bahwa sampai umur 16 MST, pertumbuhan tunas hasil okulasi masih didominasi oleh pertumbuhan ke arah vertikal (tinggi) daripada ke arah horizontal. Oleh sebab itu, faktor intensitas cahaya, media tanam, dan interaksinya belum memperlihatkan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter tunas.

Tabel 3. Pengaruh tingkat naungan dan media tanam terhadap pertambahan tinggi tunas stum hasil okulasi hijau
Table 3. Effect of shading levels and growing media on increasing of buds height derived from green budding

Perlakuan	Pertambahan tinggi tunas okulasi (cm) dari 6 MST ke-		
	8 MST	12 MST	16 MST
Tingkat Naungan (N):			
N ₀ = 0% (67.041,67 lux & suhu 31,79 °C)	11,57 a	14,96	19,74 a
N ₁ = 50% (24.363,33 lux & suhu 27,60 °C)	5,48 b	12,70	14,50 b
N ₂ = 70% (4.305,50 lux & suhu 26,93 °C)	7,80 ab	13,87	17,01 ab
	n.	tn.	n.
Media Tanam (M):			
M ₀ = tanah tanpa pupuk	5,93	13,57	16,99
M ₁ = tanah + pupuk kotoran ayam (4:1)	9,70	13,77	16,33
M ₂ = tanah + pupuk kotoran kambing (4:1)	8,95	14,07	16,12
M ₃ = M ₁ + 2,5 g pupuk NPK	10,12	15,97	21,24
M ₄ = M ₂ + 2,5 g pupuk NPK	6,73	11,84	14,73
	tn.	tn.	tn.
Interaksi NxM:			
N ₀ M ₀	10,45	15,36	17,98
N ₀ M ₁	12,92	16,00	19,43
N ₀ M ₂	10,35	14,28	18,37
N ₀ M ₃	14,11	16,70	24,79
N ₀ M ₄	10,02	12,46	18,12
N ₁ M ₀	1,00	15,33	17,19
N ₁ M ₁	6,48	10,94	13,48
N ₁ M ₂	6,51	12,55	14,16
N ₁ M ₃	9,48	14,34	14,84
N ₁ M ₄	3,96	10,33	12,82
N ₂ M ₀	6,35	10,01	15,82
N ₂ M ₁	9,71	14,38	16,07
N ₂ M ₂	9,89	15,37	15,83
N ₂ M ₃	6,77	16,88	24,10
N ₂ M ₄	6,21	12,72	13,25
	tn.	tn.	tn.

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%; n. = nyata; tn. = tidak nyata
Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% level; n. = significant; tn. = not significant

Tabel 4. Pengaruh tingkat naungan dan media tanam terhadap pertambahan diameter tunas hasil okulasi hijau
Table 4. Effect of shading levels and growing media on increasing of buds diameter derived from green budding

Perlakuan	Pertambahan diameter tunas (mm) dari 8 MST ke-	
	12 MST	16 MST
Tingkat Naungan (N):		
N ₀ = 0% (67.041,67 lux & suhu 31,79 °C)	1,44	2,12
N ₁ = 50% (24.363,33 lux & suhu 27,60 °C)	1,48	2,04
N ₂ = 70% (4.305,50 lux & suhu 26,93 °C)	1,33	1,99
	tn.	tn.
Media Tanam (M):		
M ₀ = tanah tanpa pupuk	1,65	2,00
M ₁ = tanah + pupuk kotoran ayam (4:1)	1,35	1,90
M ₂ = tanah + pupuk kotoran kambing (4:1)	1,23	1,91
M ₃ = M ₁ + 2,5 g pupuk NPK	1,50	2,37
M ₄ = M ₂ + 2,5 g pupuk NPK	1,35	2,07
	tn.	tn.
Interaksi NxM:		
N ₀ M ₀	1,64	1,96
N ₀ M ₁	1,07	1,54
N ₀ M ₂	1,53	2,19
N ₀ M ₃	1,41	2,56
N ₀ M ₄	1,52	2,34
N ₁ M ₀	2,21	2,37
N ₁ M ₁	1,39	1,83
N ₁ M ₂	1,36	1,84
N ₁ M ₃	1,23	2,14
N ₁ M ₄	1,24	2,01
N ₂ M ₀	1,11	1,65
N ₂ M ₁	1,59	2,32
N ₂ M ₂	0,80	1,70
N ₂ M ₃	1,83	2,40
N ₂ M ₄	1,30	1,87
	tn.	tn.

Keterangan : n. = nyata; tn. = tidak nyata

Notes : n. = significant; tn. = not significant

KESIMPULAN

Kondisi pembibitan karet tanpa naungan di KP. Pakuwon dengan intensitas cahaya 67.041,67 lux dan suhu udara 31,79 °C menghasilkan persentase pecah mata tunas dan pertumbuhan tinggi tunas hasil okulasi hijau tertinggi. Perlakuan media tanam dan interaksinya dengan tingkat naungan belum memperlihatkan pengaruh yang nyata terhadap persentase pecah mata tunas sampai umur 8 MST dan terhadap pertumbuhan tunas hasil okulasi sampai umur 16 MST.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA Balittri, Badan litbang Pertanian, TA. 2013. Penulis mengucapkan trima kasih kepada Ir. Dibyo Pranowo dan Ir. Edi Wardiana, M.Si, yang telah memberikan masukan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan KTI.

DAFTAR PUSTAKA

- Admojo, L., Prasetyo, N. E., Afifah, E., & Hadi, H. (2013). Pengaruh juvenilitas entres terhadap karakter tunas bibit okulasi dini tanaman karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 31(1), 13-19.
- Afandi, M., Mawarni, L., & Syukri. (2013). Respon pertumbuhan dan produksi empat varietas kedelai (*Glycine max* L.) terhadap tingkat naungan. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(2), 214-226.
- Amypalupy, K. (2012). Pembuatan bahan tanam. In *Saptabina usahatani karat rakyat* (pp. 23-32). Palembang: Balai Penelitian Sembawa.
- Atmaningsih. (2013). Perbanyakan bahan tanaman karet juvenile di China. *Warta Perkaretan*, 32(1), 1-6.
- Baherta. (2009). Respon bibit kopi arabika pada beberapa takaran pupuk kandang kotoran ayam. *Jurnal Ilmiah Tambua*, 8(3), 467-472.
- Boerhendhy, I. (2013). Prospek perbanyakan bibit karet unggul dengan teknik okulasi dini. *J. Litbang Pertanian*, 32(2), 89-50.

- Corpus, O.S. (2013). Stem cut: An alternative propagation technology for rubber (*Hevea brasiliensis*) tree species. *Inter. J. of Biodiver. and Conserv.*, 5(2), 78-87.
- Damanik, S., Syakir, M., Tasma, M., & Siswanto. (2010). *Budidaya dan pasca panen karet* (p. 98). Bogor: Badan Litbang Pertanian.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. (2013). *Statistik peternakan dan kesehatan hewan 2013* (p. 132). Jakarta: Kementrian Pertanian.
- Evita. (2011). Pertumbuhan dan hasil beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) pada naungan buatan. *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*, 13(2), 19-28.
- Hadi, H., Admojo, L., & Setiono. (2010). Prospek teknik sambung dini dalam propagasi bibit karet klonal. *Warta Perkaratan*, 29(1), 1-6.
- Indraty, I. S. (2008). Pertumbuhan stum okulasi mata tidur di polibeg dan lapangan pada musim kemarau. *Jurnal Penelitian karet*, 26(2), 133-143.
- Kononova, M. M. (1996). *Soil organic matter its role in soil formation and soil fertility* (p. 544). New York, USA: Pergamon Press.
- Kramer, P. J., & Kozlowski, T. T. (1979). *Physiology of woody plants*. Florida: Academic Press, Inc.
- Lasminingsih, M. (2012). Pembangunan kebun entres. In *Saptabina usahatani karat rakyat* (pp. 15-21). Palembang: Balai Penelitian Sembawa.
- Naro, J. N., & Atikah, T. A. (2012). Uji tingkat keberhasilan dan daya tumbuh tunas okulasi karet (*Hevea brasiliensis*) melalui pemberian pupuk NPK dan zat pengatur tumbuh. *Agroscentiae*, 19(2), 155-159.
- Nugawela, A., Ariyawansa, P., & Samarasekara, R. K. (1995). Physiological yield determinants of sun and shade leaves of *Hevea brasiliensis*. *J. Rubber Res. Inst.*, 76, 1-10.
- Nurhaimi-Haris, Ayuningtias, N.S., & Suparto, I.H. (2011). Pengaruh ventilasi terhadap morfologi, stomata dan kadar klorofil tunas karet yang diperbanyak melalui *microcutting*. *Menara Perkebunan*, 79(2), 58-64.
- Ong, T.S., Heh, W.Y., & Wong, C.P. (1989). Young budding—commercial experience in a large plantation group. *Proceedings of IRRDB Rubber Growers' Conference 1989* (pp. 110-124). *Rubber Research Institute of Malaysia*.
- Permadi, G. (2010). Kurangi biaya investasi lewat okulasi hijau. *Hevea*, 2(2), 70-72.
- Siagian, N. (2012). *Pembibitan dan pengadaan bahan tanaman karet unggul* (p.117). Medan: Balai Penelitian Sungai Putih.
- Sukarmin, Ihsan, F., & Endriyanto. (2009). Teknik perbanyakan F1 mangga dengan menggunakan batang bawah dewasa melalui sambung pucuk. *Bul Tek. Pertani.*, 14(2), 58-61.
- Sumaryono, Sintia, M. M., & Nurhaimi-Haris. (2012). Daya hidup planlet karet asal *in vitro microcutting* pada berbagai periode penutupan sungkup plastik dan komposisi media tumbuh. *Menara Perkebunan*, 80(1), 24-30.
- Supriadi, H., Randriani, E., & Heryana, H. (2011). Pengaruh tingkat naungan terhadap keberhasilan grafting jambu mete. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 2(1), 57-64.
- Sutanto, A. N. (2008). *Tanggap daya tumbuh dua klon stum okulasi dini karet terhadap media kemasan pada pengiriman jarak jauh*. (Tesis Institut Pertanian Bogor, Bogor).
- Winarso, S. (2005). *Kesuburan tanah: Dasar kesehatan dan kualitas tanah*. Yogyakarta: Gaya Media.

HUBUNGAN ANTAR KARAKTER VEGETATIF, KOMPONEN HASIL, DAN DAYA HASIL KOPI ROBUSTA HASIL SAMBUNG TUNAS PLAGIOTROP

RELATIONSHIPS AMONG VEGETATIVE, COMPONENTS OF YIELDS, AND YIELD CHARACTERS OF ROBUSTA COFFEE DERIVED FROM PLAGIOTROPHIC BUD GRAFTING

* Enny Randriani, Dani, Cici Tresniawati, dan Syafaruddin

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

* ennyrandriani@gmail.com

(Tanggal diterima: 14 Maret 2014, direvisi: 1 April 2014, disetujui terbit: 3 Juli 2014)

ABSTRAK

Seleksi klon unggul kopi Robusta (*Coffea canephora*) biasanya memerlukan waktu yang lama sehingga diperlukan pendekatan-pendekatan yang mampu mempersingkat waktu. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis korelasi antar karakter vegetatif, komponen hasil, dan daya hasil kopi Robusta hasil sambung tunas plagiotrop. Penelitian dilaksanakan di Desa Suka Rami, Kecamatan Bermani Ulu, Kabupaten Curup, Bengkulu dari bulan Januari sampai Desember 2012. Delapan karakter vegetatif, 13 karakter komponen hasil, dan dua karakter daya hasil diamati pada pertanaman kopi Robusta hasil sambung tunas plagiotrop umur tiga tahun. Korelasi antar karakter dan analisis faktor dilakukan menggunakan *SPSS 11.5 for Windows*. Hasil analisis menunjukkan bahwa karakter daya hasil (produksi buah dan produksi biji beras per pohon) kopi Robusta yang diperbanyak melalui sambung tunas plagiotrop memiliki hubungan yang positif secara kuat dengan lima karakter lainnya, yaitu jumlah cabang sekunder, bobot 100 buah, panjang biji gabah, panjang biji beras, dan bobot 100 biji beras. Oleh sebab itu, kelima karakter tersebut dapat dijadikan sebagai kriteria seleksi positif untuk produktivitas tinggi kopi Robusta yang dikembangkan melalui sambung tunas plagiotrop.

Kata kunci: *Coffea canephora*, seleksi klon, sambung pucuk, tunas plagiotrop

ABSTRACT

Selection of Robusta (Coffea canephora) elite clones usually takes a long time, therefore an effective approach is needed to shorten the time. The objective of this study was to analyze the correlation between the vegetative characters, yield and yield components of Robusta coffee derived from plagiotroph bud grafting. The research was conducted in the Suka Rami village, District of Bermani Ulu, Curup, Bengkulu Province from January to December 2012. Eight vegetative characters, 13 characters of yield components, and two yield characters were observed at three years old Robusta coffee plantation which derived from plagiotroph bud grafting. The correlation between the characters and factor analysis performed using SPSS 11.5 for Windows. The analysis showed that the character of the number of secondary branches, weight of 100 coffee fruits, long grain bean, long grain rice, and weight of 100 grains of bean showed a very strong positive correlation with yield characters. Thus, these five characters can be used as selection criteria to obtain superior genotypes of Robusta coffee that developed through plagiotroph bud grafting.

Keywords: *Coffea canephora*, clonal selection, grafting, plagiotrophic shoots

PENDAHULUAN

Kopi Robusta (*Coffea canephora*) merupakan salah satu spesies anggota genus *Coffea* yang memiliki nilai ekonomis penting di dunia setelah kopi Arabika (*Coffea arabica*). Sekitar 90% tanaman kopi yang dibudidayakan di Indonesia saat ini merupakan jenis Robusta (Rahardjo, 2012). Kopi Robusta yang dihasilkan dari Provinsi Lampung, Bengkulu, dan

Sumatera Selatan dikenal memiliki kualitas baik. Pada tahun 2012 luas areal tanaman kopi Robusta di tiga wilayah tersebut mencapai 500.599 ha atau 53% dari luas areal kopi Robusta di Indonesia yang mencapai 940.400 ha. Produksi biji kopi dari ketiga daerah tersebut mencapai 333.338 ton dan melibatkan 505.901 kepala keluarga petani (Direktorat Jenderal Perkebunan [Ditjenbun], 2013).

Hingga saat ini masih banyak petani yang menggunakan bahan tanam berupa biji asalan (*illegitiem*) atau mempertahankan populasi kopi Robusta lokal yang berasal dari biji sehingga produktivitas dan mutu hasil yang diperoleh sangat beragam. Hanya sebagian kecil petani kreatif yang telah melakukan rehabilitasi tanaman kopi menggunakan teknik sambung tunas plagiotrop (*tak-ent*) dari genotipe-genotipe terpilih. Menurut pengalaman petani, tanaman kopi yang dikembangkan melalui teknik sambung tunas plagiotrop lebih cepat berbunga dan berbuah. Pada umur satu tahun sejak penyambungan dilakukan sudah dapat diperoleh hasil. Seleksi genotipe yang dilakukan petani pada umumnya sangat sederhana, yaitu berdasarkan pada kriteria produksi buah tinggi dan ukuran biji besar.

Proses seleksi untuk mendapatkan klon unggul kopi Robusta biasanya menggunakan pendekatan seleksi berulang (*recurrent selection*) (Leroy, Charrier, Eskes, Orstom, & Viala, 1993) sehingga memerlukan waktu yang relatif lama. Salah satu cara untuk memperpendek proses seleksi adalah dengan mengetahui korelasi antara karakter morfologi dengan potensi hasil. Hasil penelitian Rodrigues, Vieira, Barbosa, & Vittorazzi (2012) pada tanaman kopi arabika menunjukkan bahwa karakter vegetatif berkorelasi positif dengan daya hasil. Meskipun demikian, hasil korelasi antar sifat dapat bervariasi tergantung genotipe dan lingkungan tumbuh tanaman (Rozina *et al.*, 2008).

Informasi mengenai korelasi antar sifat pada tanaman kopi hingga saat ini masih terbatas pada populasi hasil perbanyakan secara generatif menggunakan biji (Sureshkumar, Nikhila, Prakash, & Mohanan, 2013) maupun secara vegetatif menggunakan tunas ortotrop (Anim-Kwapong & Adomako, 2010). Masih sangat sedikit informasi mengenai korelasi antar sifat pada populasi kopi yang dikembangkan dari tunas plagiotrop. Informasi tersebut penting untuk diketahui mengingat arsitektur tanaman yang dikembangkan dari tunas plagiotrop tidak sama dengan yang berasal dari biji maupun tunas ortotrop. Perbedaan arsitektur tanaman tersebut akan berpengaruh terhadap hasil panen yang diperoleh (Cilas, Bar-Hen, Montagnon, & Godin, 2006).

Penelitian ini bertujuan mengetahui hubungan antar karakter morfologi pertumbuhan, komponen hasil, dan daya hasil lima genotipe kopi Robusta yang dikembangkan melalui sambung tunas plagiotrop. Informasi yang diperoleh diharapkan akan membantu pemulia dalam menentukan kriteria yang efektif ketika melakukan seleksi individu-individu unggul dalam populasi kopi Robusta yang diperbanyak dengan teknik sambung pucuk tunas plagiotrop.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Suka Rami, Kecamatan Bermani Ulu, Kabupaten Curup, Provinsi Bengkulu mulai bulan Januari sampai Desember 2013. Lokasi berada pada ketinggian 670 meter di atas permukaan laut, memiliki topografi datar hingga berbukit dengan kemiringan $< 45\%$. Lima genotipe kopi Robusta yang digunakan dalam penelitian ini ditanam secara poliklonal di Desa Sukarami, Kecamatan Bermani Ulu, Kabupaten Curup, Provinsi Bengkulu (Tabel 1). Lima genotipe kopi Robusta tersebut dikembangkan menggunakan teknik sambung menggunakan entres tunas plagiotrop pada tahun 2010, dengan batang bawah kopi Robusta asal biji yang ditanam tahun 1994. Jarak tanam yang digunakan adalah 2×2 m. Tunas plagiotrop diperoleh dari kebun produksi kopi Robusta milik petani di Dusun Bengko, Desa Sukamananti, Kabupaten Curup Rejang Lebong. Belum diketahui apakah kelima genotipe kopi Robusta tersebut sama dengan klon-klon unggul anjuran pemerintah. Petani maupun penyuluh lapangan setempat hanya mengenal penamaan lokal dengan alasan lebih mudah diingat dan diucapkan.

Dari masing-masing genotipe dipilih sebanyak 5 pohon contoh secara *purposive* yang mewakili lima titik secara diagonal pada lahan petani. Dua puluh tiga karakter morfologi yang diamati meliputi 8 karakter vegetatif (lebar tajuk, jumlah cabang primer, panjang cabang primer, diameter cabang primer, jumlah ruas cabang primer, jumlah cabang sekunder, panjang daun, dan lebar daun) dan 13 karakter komponen hasil (jumlah buah per dompol, panjang buah, lebar buah, tebal buah, bobot 100 buah masak, panjang biji gabah, lebar biji gabah, tebal biji gabah, bobot 100 biji gabah, panjang biji beras, lebar biji beras, tebal beras, dan bobot 100 biji beras), serta dua karakter daya hasil (produksi buah/pohon/tahun dan produksi biji beras/pohon/tahun).

Analisis korelasi antar karakter untuk mengevaluasi keterkaitan antar karakter vegetatif dan komponen hasil, dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS 11.5 for Windows. Selanjutnya, untuk mereduksi ke-23 karakter yang diamati guna lebih menyederhanakan dalam analisis dan pembahasan tentang hubungan antar karakter tanaman, maka dilakukan Analisis Faktor dengan rotasi *Varimax* menggunakan perangkat lunak SPSS 11.5 for Windows.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Korelasi

Hasil analisis korelasi sederhana menunjukkan bahwa karakter lebar tajuk tidak berkorelasi nyata dengan karakter-karakter lainnya, kecuali ukuran dan bobot biji gabah (Tabel 1). Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian serupa pada kopi Robusta asal tunas ortotrop dan biji yang menyimpulkan bahwa lebar tajuk berkorelasi nyata positif dengan daya hasil (Marandu, Reuben, & Misangu, 2004; Esther & Adomako, 2010). Hasil penelitian Purba, Toekidjo, & Prajitno (2012) serta Montoya, Valenzuela, & Herrera (2013) pada kopi Arabika asal biji juga menyimpulkan bahwa lebar tajuk berkorelasi kuat terhadap produksi. Perbedaan tersebut diduga berkaitan dengan perbedaan arsitektur tanaman antara kopi yang dikembangkan dari tunas plagiotrop dengan yang berasal dari biji atau tunas ortotrop. Pada tanaman kopi Robusta yang dikembangkan dari sambung tunas plagiotrop tidak terdapat pertumbuhan apikal sehingga pertumbuhan horizontal menjadi lebih

kuat. Akibatnya, cabang tumbuh lebih panjang dan menjuntai ke bawah membentuk tajuk menyerupai payung.

Karakter lebar tajuk berkorelasi nyata negatif dengan dua karakter komponen hasil, yaitu jumlah buah per dompol dan panjang buah. Artinya, genotipe dengan tajuk yang lebih sempit menghasilkan jumlah buah per dompol yang lebih banyak dan ukuran buah lebih panjang (bentuknya cenderung lonjong). Di sisi lain, karakter panjang buah berkorelasi nyata positif terhadap daya hasil sehingga genotipe yang ukuran buahnya lebih panjang memiliki daya hasil lebih tinggi. Dengan demikian, genotipe dengan lebar tajuk lebih sempit cenderung menunjukkan daya hasil lebih tinggi meskipun nilai koefisien korelasinya tidak nyata. Menurut Priyono, Sumirat, & Crouzillat (2011), karakter lebar tajuk lebih kuat dipengaruhi oleh faktor genetik. Tajuk yang lebih sempit memungkinkan tanaman untuk dikembangkan dalam jarak tanam lebih rapat sehingga populasi per satuan luas lebih tinggi.

Tabel 1. Koefisien korelasi antara karakter vegetatif, komponen hasil, dan hasil lima genotipe kopi Robusta hasil sambung tunas plagiotrop

Table 1. Correlation coefficient among vegetative character, yield and yield components of five Robusta coffee genotypes derived from plagiotrophic bud grafting

Karakter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lebar tajuk	1,000	-0,127	0,000	-0,396*	0,511**	-0,455*	0,219	0,190	-0,509**	-0,580**	-0,225	-0,141
Jumlah cabang primer		1,000	-0,100	0,159	0,008	-0,155	-0,134	-0,103	0,232	0,159	-0,167	-0,382
Panjang cabang primer			1,000	-0,145	0,547**	-0,315	0,177	0,130	-0,383	-0,359	0,094	0,338
Jumlah ruas cabang primer				1,000	-0,431*	0,077	0,145	0,096	-0,075	-0,098	-0,041	0,030
Diameter cabang primer					1,000	0,102	0,304	0,384	-0,073	-0,189	0,095	0,037
Jumlah cabang sekunder						1,000	-0,067	0,156	0,395	0,635**	0,384	0,382
Panjang daun							1,000	0,889**	-0,124	-0,455*	0,064	0,238
Lebar daun								1,000	-0,064	-0,221	0,258	0,347
Jumlah buah per dompol									1,000	0,524**	0,202	-0,012
Panjang buah										1,000	0,376	0,301
Lebar buah											1,000	0,720**
Tebal buah												1,000
Bobot 100 buah masak												
Panjang biji gabah												
Lebar biji gabah												
Tebal biji gabah												
Bobot 100 biji gabah												
Panjang biji beras												
Lebar biji beras												
Tebal biji beras												
Bobot 100 biji beras												
Produksi buah/pohon												
Produksi biji beras/pohon												

Tabel 1 (lanjutan)
Table 1 (continued)

Karakter	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Lebar tajuk	-0,169	0,275	0,106	0,296	0,159	-0,213	-0,142	-0,127	-0,140	-0,305	-0,199
Jumlah cabang primer	0,418*	-0,020	0,193	0,272	0,148	-0,038	-0,037	0,140	0,283	0,060	0,082
Panjang cabang primer	-0,299	-0,211	-0,240	-0,044	-0,455*	-0,149	-0,066	-0,010	-0,288	-0,181	-0,248
Jumlah ruas cabang primer	0,057	-0,093	0,222	0,121	-0,402*	0,182	-0,087	0,031	0,000	0,198	0,091
Diameter cabang primer	0,236	0,463*	0,219	-0,052	0,289	0,079	0,282	-0,125	0,117	0,219	0,198
Jumlah cabang sekunder	0,510**	0,396	-0,032	-0,451*	0,427*	0,731**	0,539**	0,339	0,637**	0,761**	0,691**
Panjang daun	-0,080	0,212	0,277	0,118	-0,094	0,033	0,309	-0,166	-0,145	0,193	0,067
Lebar daun	0,201	0,362	0,346	0,001	0,122	0,213	0,443*	0,020	0,071	0,400*	0,257
Jumlah buah per dompol	0,179	0,055	0,006	-0,138	-0,590	0,240	-0,036	0,046	0,298	0,353	0,344
Panjang buah	0,415*	0,196	-0,141	-0,336	0,352	0,531**	0,299	0,295	0,556**	0,504*	0,479*
Lebar buah	0,149	0,012	-0,453*	-0,478*	0,085	0,193	0,192	0,051	0,160	0,393	0,287
Tebal buah	0,004	0,100	-0,384	-0,419*	0,062	0,266	0,357	0,188	0,025	0,374	0,238
Bobot 100 buah masak	1,000	0,532**	0,482*	0,013	0,492*	0,515**	0,279	0,271	0,595**	0,720**	0,685**
Panjang biji gabah		1,000	0,360	0,110	0,287	0,705**	0,245	0,108	0,539**	0,683**	0,751**
Lebar biji gabah			1,000	0,577**	0,165	0,283	0,124	-0,060	0,234	0,318	0,281
Tebal biji gabah				1,000	0,007	0,002	-0,208	-0,190	0,047	-0,088	0,025
Bobot 100 biji gabah					1,000	0,366	0,345	0,229	0,621**	0,321	0,371
Panjang biji beras						1,000	0,452*	0,298	0,691**	0,797**	0,793**
Lebar biji beras							1,000	0,499*	0,107	0,377	0,226
Tebal biji beras								1,000	0,056	0,077	0,058
Bobot 100 biji beras									1,000	0,650**	0,729**
Produksi buah/pohon										1,000	0,946**
Produksi biji beras/pohon											1,000

Keterangan : * dan ** masing-masing berbeda nyata pada taraf 5% dan 1%

Notes : * and ** significant at 5% and 1% levels respectively

Karakter jumlah cabang primer tidak berkorelasi nyata dengan daya hasil melainkan dengan tiga karakter komponen hasil, yaitu bobot 100 buah segar, bobot 100 biji gabah, dan bobot 100 biji beras. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Marandu *et al.* (2004), Anim-Kwapong & Adomako (2010), dan E. Anim-Kwapong, G.J. Anim-Kwapong & Adomako (2011) yang menunjukkan jumlah cabang primer per pohon berkorelasi positif dengan bobot segar dan kering 100 buah kopi Robusta. Di sisi lain, karakter diameter cabang primer hanya berkorelasi nyata positif terhadap panjang biji gabah, sedangkan panjang cabang primer hanya berkorelasi nyata negatif dengan bobot 100 biji gabah. Karakter jumlah ruas pada cabang primer bahkan tidak berkorelasi nyata dengan karakter-karakter komponen hasil maupun daya hasil. Ini berbeda dengan hasil penelitian Sureshkumar *et al.* (2013) pada kopi Robusta asal biji yang menyimpulkan bahwa panjang cabang primer dan lingkaran cabang primer berkorelasi nyata dengan banyak karakter lainnya.

Jumlah cabang sekunder merupakan salah satu karakter yang berkorelasi nyata dengan paling banyak karakter lainnya. Karakter tersebut berkorelasi nyata negatif dengan lebar tajuk, tetapi sebaliknya berkorelasi nyata positif dengan delapan karakter komponen hasil dan karakter daya hasil. Hal ini dapat dikaitkan dengan

karakteristik pertumbuhan tanaman kopi Robusta asal tunas plagiotrop yang lebih mengarah kepada pembentukan cabang sekunder dan tersier. Dompok buah lebih banyak terbentuk pada cabang-cabang sekunder dibandingkan pada cabang primer sehingga pada akhirnya lebih menentukan daya hasil tanaman (Gambar 1). Makin aktif pembentukan cabang sekunder pada tanaman kopi Robusta asal tunas plagiotrop, semakin tinggi potensi daya hasilnya. Kontribusi cabang sekunder yang tinggi terhadap daya hasil juga ditunjukkan pada beberapa spesies tanaman lain, seperti tomat (Zulfarosda, Kendirini & Respatijarti, 2013), *Prunus cerasus* (Akšić, Rakonjac, Nikolić, &, 2013), dan *Hibiscus sabdariffa* (Ibrahim, Abdalla, Ibrahim, & Naim, 2013).

Karakter lebar daun berkorelasi nyata positif dengan produksi buah per pohon per tahun dengan nilai koefisien korelasi 0,400. Korelasi positif antara lebar daun dengan produksi buah juga ditunjukkan pada beberapa spesies tanaman lainnya, seperti jambu mete (Aliyu, 2006), kakao (Santos, Jose, & Ronan, 2012), dan anggur (Salayeva, Ojaghi, Eshghi, & Akparov, 2013). Korelasi positif tersebut disebabkan oleh peran organ daun tanaman dalam pembentukan akumulasi produksi bahan kering selama proses perkembangan buah (Aliyu, 2006).



Gambar 1. Karakteristik pertumbuhan tanaman kopi Robusta asal tunas plagiotrop
Figure 1. Growth characteristic of Robusta coffee derived from plagiotrophic bud grafting

Korelasi nyata positif juga ditunjukkan antara karakter lebar daun dengan lebar biji beras. Ini menunjukkan bahwa tanaman kopi yang berdaun lebar cenderung menghasilkan biji yang juga lebar. Nikhila *et al.* (2008) menyatakan bahwa lebar daun kopi Robusta berasosiasi secara positif dengan persentase biji grade A. Dengan demikian, karakter lebar daun dapat dijadikan kriteria seleksi untuk mendapatkan genotipe-genotipe kopi Robusta unggul yang menghasilkan biji bermutu tinggi secara fisik. Kitila, Alamerew, Kufa, & Garedew (2011) juga menyimpulkan bahwa karakter lebar daun merupakan salah satu karakter vegetatif paling penting pada kopi Arabika.

Karakter jumlah buah per dompok tidak menunjukkan korelasi nyata dengan daya hasil, tetapi berkorelasi nyata positif dengan salah satu karakter komponen hasil, yaitu panjang buah. Ini berbeda dengan hasil penelitian Marandu *et al.* (2004) yang menyimpulkan bahwa jumlah buah per dompok berkorelasi nyata positif dan memiliki pengaruh langsung yang kuat terhadap daya hasil kopi Robusta. Meskipun demikian, hasil penelitian Esther & Adomako (2010) menunjukkan bahwa korelasi nyata positif antara karakter jumlah buah per dompok dengan daya hasil hanya terlihat pada saat umur tanaman masih muda. Karakter jumlah buah per dompok juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tumbuhnya (Evizal, Tohari, Prijambada, Widada, & Widiyanto, 2008) sehingga tidak cocok dijadikan sebagai kriteria seleksi.

Karakter panjang buah berkorelasi nyata positif dengan tiga karakter komponen hasil, yaitu bobot 100 buah, panjang biji beras, dan bobot 100 biji beras, serta

daya hasil. Karakter panjang biji gabah dan panjang biji beras juga menunjukkan korelasi nyata positif dengan daya hasil. Menurut Kitila *et al.* (2011), nilai duga heritabilitas dalam arti luas (h^2) untuk karakter panjang buah dan biji tergolong tinggi, yaitu masing-masing 64,57% dan 76,29%. Dengan demikian, karakter panjang buah, panjang biji gabah, dan panjang biji beras dapat digunakan sebagai kriteria seleksi.

Karakter lebar dan tebal buah, lebar dan tebal biji gabah, serta lebar dan tebal biji beras tidak menunjukkan korelasi nyata positif dengan daya hasil. Sebaliknya, karakter bobot 100 buah, bobot 100 biji gabah, dan bobot 100 biji beras berkorelasi nyata positif dengan daya hasil. Korelasi nyata positif antara karakter bobot 100 buah dan bobot 100 biji dengan daya hasil juga ditunjukkan dalam hasil penelitian Kitila *et al.* (2011) dan Sureshkumar *et al.* (2013). Ini menunjukkan bahwa karakter-karakter komponen daya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai kriteria seleksi untuk mendapatkan genotipe unggul kopi Robusta yang diperbanyak melalui sambung tunas plagiotrop.

Analisis Faktor

Berdasarkan hasil analisis faktor (dengan kriteria nilai *Eigenvalue* > 1) terhadap ke-23 karakter yang diamati terbentuk tujuh faktor yang dapat menjelaskan 84,39% ragam kumulatif (Tabel 2). Meskipun demikian, hanya faktor 2, 3, 4, dan 6 yang dapat diberi label sesuai dengan pengelompokan sebelumnya, yaitu kelompok karakter vegetatif, komponen hasil, dan daya hasil. Faktor pertama terdiri dari tujuh karakter, yaitu satu karakter vegetatif (jumlah

Tabel 2. Nilai *loading* berdasarkan hasil analisis faktor
Table 2. *Loading values based on the results of factor analysis*

Karakter	Komponen utama						
	1	2	3	4	5	6	7
Lebar tajuk	-0,099	-0,156	0,161	0,420	<u>-0,788</u>	-0,183	0,087
Jumlah cabang primer	0,275	-0,001	0,196	0,035	-0,010	-0,015	<u>0,864</u>
Panjang cabang primer	-0,177	0,289	0,134	<u>-0,737</u>	-0,405	-0,035	-0,117
Jumlah ruas cabang primer	0,152	-0,135	0,128	<u>-0,886</u>	0,065	-0,016	-0,109
Diameter cabang primer	0,257	0,022	0,410	<u>0,687</u>	-0,276	-0,045	-0,047
Jumlah cabang sekunder	<u>0,677</u>	0,354	-0,018	0,010	0,335	0,382	0,078
Panjang daun	-0,010	-0,006	<u>0,950</u>	-0,054	-0,104	-0,049	0,009
Lebar daun	0,200	0,091	<u>0,914</u>	0,006	-0,085	0,100	0,114
Jumlah buah per dompol	0,219	0,046	-0,032	0,145	<u>0,835</u>	-0,129	-0,032
Panjang buah	0,436	0,308	-0,385	0,064	<u>0,548</u>	0,268	0,236
Lebar buah	0,164	<u>0,831</u>	0,158	-0,009	0,183	-0,067	0,215
Tebal buah	0,178	<u>0,808</u>	0,259	-0,161	-0,058	0,161	0,045
Bobot 100 buah masak	<u>0,700</u>	-0,163	0,021	0,085	0,142	0,223	0,267
Panjang biji gabah	<u>0,844</u>	-0,089	0,189	0,229	-0,253	0,000	-0,029
Lebar biji gabah	0,350	<u>-0,773</u>	0,362	-0,023	0,035	0,041	0,093
Tebal biji gabah	0,000	<u>-0,711</u>	0,093	-0,163	-0,195	-0,254	0,326
Bobot 100 biji gabah	0,335	-0,003	-0,108	0,428	-0,094	0,321	<u>0,644</u>
Panjang biji beras	<u>0,861</u>	0,041	0,028	-0,101	0,087	0,267	0,085
Lebar biji beras	0,204	0,159	0,405	0,115	0,064	<u>0,765</u>	0,138
Tebal biji beras	0,106	0,050	-0,140	-0,060	-0,017	<u>0,854</u>	-0,015
Bobot 100 biji beras	<u>0,747</u>	-0,010	-0,182	0,070	0,140	-0,033	0,474
Produksi buah /pohon	<u>0,934</u>	0,071	0,081	0,021	0,167	-0,056	0,116
Produksi biji beras /pohon	<u>0,892</u>	0,153	0,254	-0,052	0,256	0,041	0,110
% Varian	30,100	15,310	12,346	9,880	6,434	5,564	4,760
% Kumulatif	30,100	45,410	57,756	67,636	74,070	79,634	84,394

Keterangan : Angka-angka yang dicetak tebal dan digarisbawahi merupakan anggota dari masing-masing komponen utama yang terbentuk

Notes : Numbers in bold type and underlined indicate the members of each relevant principal components

cabang sekunder), empat karakter komponen hasil (bobot 100 buah, panjang biji gabah, panjang biji beras, dan bobot 100 biji beras) serta dua karakter daya hasil (produksi buah per pohon dan produksi biji beras per pohon). Berdasarkan hasil analisis korelasi di atas (Tabel 1), karakter-karakter vegetatif dan komponen hasil tersebut menunjukkan korelasi positif sangat nyata (taraf $\alpha = 1\%$) terhadap dua karakter daya hasil (produksi buah dan produksi biji beras/pohon).

KESIMPULAN

Karakter daya hasil (produksi buah per pohon dan produksi biji beras per pohon) kopi Robusta yang diperbanyak melalui sambung tunas plagiotrop memiliki hubungan yang positif secara kuat dengan lima karakter lainnya, yaitu jumlah cabang sekunder, bobot 100 buah, panjang biji gabah, panjang biji beras, dan bobot 100 biji beras. Oleh sebab itu, kelima karakter tersebut dapat

dijadikan sebagai kriteria seleksi positif untuk produktivitas tinggi kopi Robusta yang dikembangkan melalui sambung tunas plagiotrop.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Ir. Edi Wardiana, M.Si. yang telah berkenan memberikan saran penambahan analisis data untuk menambah bobot karya tulis ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anim-Kwapong, E. & Adomako, B. (2010). Genetic and environmental correlations between bean yield and agronomic traits in *Coffea canephora*. *J. of Plant Breed. and Crop Sci.*, 2(4), 064-072.

- Anim-Kwapong, E., Anim-Kwapong, G.J., & Adomako, B. (2011). Variation and association among characters genetically related to yield and yield stability in *Coffea canephora* genotypes. *J. of Plant Breed. and Crop Sci.*, 3(12), 311-320.
- Akšić, M.F., Rakonjac, V., Nikolić, D., & Zec, G. (2013). Reproductive biology traits affecting productivity of sour cherry. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, 48(1), 33-41.
- Aliyu, O. M. (2006). Phenotypic correlation and path coefficient analysis of nut yield and yield components in cashew (*Anacardium occidentale* L.). *Silvae Genetica*, 55, 19-24.
- Cilas, C., Bar-Hen, A., Montagnon, C., & Godin, C. (2006). Definition of architectural ideotypes for good yield capacity in *Coffea canephora*. *Annals of Botany*, 97(3), 405-411. doi:10.1093/aob/mcj053.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2013. *Statistik perkebunan Indonesia: Kopi*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Esther, A.K., & Adomako, B. (2010). Genetic and environmental correlations between bean yield and agronomic traits in *Coffea canephora*. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 2, 64-72.
- Evizal, R., Tohari, Prijambada, I.D., Widada, J., & Widiyanto, D. (2008). Layanan lingkungan pohon pelindung pada sumbangan hara dan produktivitas agroekosistem kopi. *Pelita Perkebunan*, 25(1), 23-37.
- Leroy, T., Charrier, C. M. A., Eskes, A. B., Orstom, E., & Viala, P. (1993). Reciprocal recurrent selection applied to *Coffea canephora* Pierre. I.: Characterization and evaluation of breeding populations and value of intergroup hybrids, *Euphytica*, 67, 113-125.
- Ibrahim, E.B., Abdalla, A.W.H., Ibrahim, E.A., & Naim, A.M.E. (2013). Interrelationships between yield and its components in some Roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.) genotypes. *World Journal of Agricultural Research*, 1(6), 114-118.
- Kitila, O., Alamerew, S., Kufa, T., & Garedew, W. (2011). Variability of quantitative traits in Limmu coffee (*Coffea arabica* L.) in Ethiopia. *International Journal of Agricultural Research*, 6(6), 482-493.
- Marandu, E.F.T., Reuben, S.O.W.M., & Misangu, R.N. (2004). Genotypic correlations and paths of influence among components of yield in selected Robusta coffee (*Coffea canephora* L.) clones. *West African Journal of Applied Ecology*, 5, 11-20.
- Montoya, J.W.M., Valenzuela, J.R.C., & Herrera, N.M.R. (2013). Morphometric and productive characterization of nineteen genotypes from the Colombian *Coffea* collection. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 66(2), 7021-7034.
- Priyono, Sumirat, U., & Crouzillat, D. (2011). Identification of quantitative trait loci determining vegetative growth traits in *Coffea canephora*. *Pelita Perkebunan*, 27(3), 150-167.
- Purba, O.M., Toekidjo, & Prajitno, J. (2012). Produktivitas kopi arabika rakyat (*Coffea arabica* L.) Di Kecamatan Raya Kabupaten Simalungun. *Vegetalika*, 1(2). Retrieved in <http://jurnal.ugm.ac.id/jbp/issue/view/232>.
- Rahardjo, P. (2012). Kopi: *Panduan budidaya dan pengolahan kopi Arabika dan Robusta*. Penebar Swadaya.
- Rodrigues, W.P., Vieira, H.D., Barbosa, D.H.S.G. & Vittorazzi, C. (2012). Growth and yield of *Coffea arabica* L. in Northwest Fluminense: 2nd harvest. *Rev. Ceres, Viçosa*, 59(6), 809-815.
- Rozina, G., H. Khan, G. Mairaj, S. Ali, Farhatullah, & Ikramullah. (2008). Correlation study on morphological and yield parameters of mungbean (*Vigna radiata*). *Sarhad J. Agric.*, 24(1), 11-16.
- Salayeva, S., Ojaghi, J., Eshghi, R., & Akparov, Z. (2013). *Morphological variation and relationships of Azerbaijan cultivated and wild grape populations*. Poster presented at International Caucasian Forestry Symposium, 24-26 October 2013.
- Santos, R.C., Jose L.P., & Ronan X.C. (2012). Morphological characterization of leaf, flower, fruit and seed traits among Brazilian *Teobroma* L. Species. *Genet Resor Crop Evol.*, 59, 327-345.
- Sureshkumar, V.B., K.R. Nikhila, N.S. Prakash, and K.V. Mohanan. (2013). Interrelationship and association of characters in Robusta coffee (*Coffea canephora* var. *Robusta*). *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 2(2), 98-104.
- Zulfarosda, R., Kendirini, N. & Respatijarti. (2013). Potensi hasil 10 genotip tomat (*Lycopersicon esculentum* L.) Di Karangploso Malang. *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(5), 450-455.

PENDUGAAN DAYA GABUNG DAN HERITABILITAS BEBERAPA KARAKTER AGRONOMIS PADA POPULASI F1 KAKAO (*Theobroma cacao* L.)

ESTIMATION OF COMBINING ABILITY AND HERITABILITY FOR SOME AGRONOMIC CHARACTERS IN F1 POPULATION OF COCOA (*Theobroma cacao* L.)

* Cici Tresniawati, Dani, Ilham Nur Ardi Wicaksono, dan Rubiyo

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

* cici_tresniawati@yahoo.com

(Tanggal diterima: 11 April 2014, direvisi: 22 April 2014, disetujui terbit: 4 Juli 2014)

ABSTRAK

Informasi mengenai parameter genetik diperlukan sebagai dasar penentuan tetua dalam perakitan varietas hibrida. Penelitian ini bertujuan mengetahui daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK) tetua dari 10 populasi F1 kakao hasil persilangan diallel 5 x 5 tanpa selfing dan tanpa resiprok. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP.) Sumber Asin, Malang, Jawa Timur dari bulan April sampai Oktober 2013. Tetua yang digunakan adalah DR1 (kakao edel) dan ICCRI 03, TSH 858, ICS 13, dan Sca 6 (kakao lindak). Karakter yang diamati adalah lingkaran batang, tinggi jorket, persentase tanaman berbunga, dan persentase tanaman berbuah. Data karakter tersebut dianalisis ragamnya menggunakan metode Griffing 4. Hasil penelitian menunjukkan klon TSH 858 memiliki efek DGU paling tinggi untuk karakter lingkaran batang dan persentase tanaman berbunga, sedangkan klon Sca 6 untuk tinggi jorket. Kedua klon tersebut berpotensi untuk dijadikan tetua persilangan dalam pembentukan varietas sintesis. Nilai DGK paling tinggi ditunjukkan oleh kombinasi tetua DR 1 x Sca 6 untuk karakter lingkaran batang, persentase tanaman berbunga, dan persentase tanaman berbuah, sedangkan kombinasi TSH 858 x DR 1 memperlihatkan nilai paling tinggi untuk karakter tinggi jorket. Kedua kombinasi tetua tersebut potensial dijadikan alternatif dalam perakitan varietas hibrida.

Kata kunci: Kakao mulia, kakao lindak, Daya Gabung Khusus, Daya Gabung Umum, Griffing 4, heritabilitas

ABSTRACT

Knowledge about genetic parameters is important for plant breeders as a basis for determining potential parent in hybrid breeding programs. The objectives of this study was to evaluate general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) in F1 population of cocoa derived from diallel crossing of 5 x 5 without selfing and reciprocal. The experiment was conducted at the Sumber Asin experimental station, Malang, East Java, from April to October 2013. The parental clones used are ICCRI 03, TSH 858, Sca 6, ICS 13 (bulk cacao) and DR 1 (fine cacao). Observations on agronomic characters including trunk girth, jorquette height, percent of flowering, and percent of fruiting were carried out on individual plants. Variance analysis was performed by Griffing Method type 4. The result showed that TSH 858 clone has the highest GCA effect on trunk girth and percent of flowering (TSH 858), while Sca 6 clone was significant only for jorquette height. Both of those clones would be potential as parent in assembling new variety, particularly to gain the large trunk girth and high jorquette. On the other hand, the highest SCA value indicated by the combination of DR 1 x Sca 6 for trunk girth, percent of flowering and percent of fruiting, whereas the combination of TSH 858 x DR 1 showed the highest value for jorquette height. Both of these parent combinations are prospective as an alternative in the assembly of new hybrid varieties.

Keywords: Edel cocoa, bulk cocoa, GCA, SCA, Griffing 4, heritability

PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu komoditas unggulan dalam sub sektor perkebunan di Indonesia. Produktivitas kakao nasional saat ini rata-rata masih di bawah 1 ton per hektar. Salah satu penyebabnya adalah penggunaan bahan tanam asalan yang pada umumnya

memiliki potensi dan daya hasil rendah serta rentan terhadap serangan hama dan penyakit. Oleh sebab itu, upaya peningkatan produksi kakao nasional melalui penyediaan bahan tanam dari varietas unggul produksi tinggi dan atau tahan hama dan penyakit sangat penting untuk dilakukan.

Peningkatan potensi daya hasil kakao dapat dicapai melalui program perakitan varietas hibrida (Adewale, Adeigbe, Sobowale, & Dada, 2014). Keberhasilan program tersebut sangat dipengaruhi oleh ketersediaan sumber daya, tujuan, dan perilaku genetik dari sifat-sifat unggul yang diinginkan (Yao *et al.*, 2013). Oleh sebab itu, pengetahuan mengenai parameter genetik seperti daya gabung dan daya waris suatu sifat unggul sangat penting. Daya gabung bermanfaat dalam mempelajari dan membandingkan penampilan galur-galur di dalam kombinasi hibridanya (Griffing, 1956). Daya gabung umum (DGU) maupun daya gabung khusus (DGK) dapat dijadikan sebagai penduga nilai (*value*) masing-masing tetua dalam suatu persilangan (Adewale *et al.*, 2014) sehingga pemulia tanaman dapat secara efisien menentukan tetua-tetua terbaik dalam program perakitan varietas hibrida.

Seleksi tetua secara dini dapat dilakukan pada tanaman kakao masih berumur muda, didasarkan pada karakter-karakter pertumbuhan vegetatif seperti tinggi jorket dan lingkaran batang. Jorket adalah titik awal terbentuknya percabangan menyamping (plagiotrop), Makin tinggi jorket dan makin besar lingkaran batang berarti semakin banyak gugusan bunga yang mampu ditampung pada batang utama sehingga potensi daya hasilnya lebih tinggi (Velayutham, Rajamani, Shoba, Joel, & Senthil, 2013). Keragaman kedua karakter vegetatif tersebut sangat kuat dipengaruhi oleh genotipe (Aikpokpodion, Badaru, Raji, & Eskes, 2011).

Persilangan diallel merupakan salah satu rancangan persilangan yang banyak dipergunakan dalam pemuliaan tanaman. Menurut Johnson *cited in* Syukur, Sujiprihatini, Yunianti, & Undang (2010), metode ini secara eksperimental merupakan pendekatan yang sistematis dan secara analitis merupakan pendekatan evaluasi genetik menyeluruh yang berguna dalam mengidentifikasi persilangan bagi potensi seleksi yang baik pada generasi awal. Informasi dari hasil analisis diallel berguna untuk memilih satu atau beberapa genotipe calon tetua berdasarkan karakter tertentu

untuk dijadikan kriteria dalam kegiatan seleksi. Dari analisis diallel dapat diketahui kemampuan daya gabung umum, daya gabung khusus, dan beberapa parameter genetik dari genotipe-genotipe sehingga dapat ditentukan tetua-tetua yang akan digunakan dalam program pemuliaan tanaman di masa yang akan datang.

Nilai parameter genetik yang diperhatikan untuk memilih kriteria seleksi adalah nilai komponen ragam dan heritabilitas. Kriteria seleksi yang baik untuk seleksi progeni adalah karakter yang lebih dipengaruhi oleh ragam aditif atau yang mempunyai nilai heritabilitas arti sempit yang tinggi (Syukur, Sujiprihatini, & Yunianti, 2012). Penelitian ini bertujuan mengetahui daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK) tetua dari 10 generasi F1 kakao hasil persilangan diallel 5 x 5 tanpa selfing dan tanpa resiprok.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP.) Sumber Asin, Malang, Jawa Timur dari bulan April sampai Oktober 2013. Pemilihan tetua dilakukan berdasarkan daya gabung umum dan daya gabung khusus dari karakter lingkaran batang, tinggi jorket, persentase tanaman berbunga, dan persentase tanaman berbuah.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah populasi F1 hasil persilangan antara kakao lindak dan edel berumur 4 tahun, dengan rancangan persilangan diallel tanpa *selfing* dan tanpa resiprok. Klon-klon kakao yang digunakan adalah ICCRI 03, TSH 858, DR 1, ICS 13 dan Sca 6, pola persilangan *half diallel* terdapat pada Tabel 1.

Populasi F1 hasil persilangan ditanam pada tahun 2009 di KP. Sumber Asin, Jawa Timur. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan kombinasi persilangan sebagai perlakuan. Setiap satuan plot percobaan terdapat 12 tanaman, masing-masing diulang tiga kali.

Tabel 1. Pola persilangan *half diallel* lima tetua kakao

Tabel 1. *Half diallel crossing scheme using five cocoa clones as parental clones*

Tetua ♀/♂	ICCRI 03	TSH 858	DR 1	ICS 13	Sca 6
ICCRI 03		√	√	√	√
TSH 858	X		√	√	√
DR 1	X	X		√	√
ICS 13	X	X	X		√
SCA 6	X	X	X	X	

Tabel 2. Analisis ragam untuk daya gabung menggunakan metode Griffing 4
Tabel 2. Variance analysis of combining ability using Griffing 4 method

Sumber Keragaman	Derajat bebas (db)	Jumlah kuadrat tengah (JKT)	Kuadrat tengah (KT)	Kuadrat tengah harapan (KTH)	F _{hitung}
GCA	p-1	S _g	M _g	$\sigma_e^2 + \sigma_g^2 + (n-2)\sigma_g^2$	M _g / M _e
SCA	p(p-3)/2	S _s	M _s	$\sigma_e^2 + \sigma_g^2$	M _s / M _e
Galat	(r-1){[p(p-1)/2]-1}	S _e	M' _e	σ_e^2	

Pengamatan dilakukan terhadap karakter lingkaran batang, tinggi jorket, persentase tanaman berbunga, dan persentase tanaman berbuah. Lingkaran batang (cm) diperoleh melalui pengukuran pada ketinggian 10 cm dari permukaan tanah. Tinggi jorket (cm) diukur mulai dari permukaan tanah sampai pada titik pembentukan jorket. Persentase tanaman berbunga dihitung berdasarkan jumlah individu tanaman yang berbunga, demikian juga halnya dengan persentase tanaman berbuah dihitung berdasarkan jumlah individu yang berbuah.

Data hasil penelitian dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila analisis ragam menunjukkan pengaruh yang nyata, dilakukan uji beda nyata *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Selanjutnya dilakukan analisis diallel metode Griffing 4 (Singh & Chaudary, 1979; Zhang & Kang, 2003) untuk mengetahui nilai daya gabung klon-klon yang digunakan dalam persilangan. Model linier untuk analisis daya gabung adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ijk} = nilai rata-rata lot ke-k persilangan antara tetua ke-i dan tetua ke-j

μ = rata-rata umum

g_i atau g_j = efek daya gabung umum (DGU) tetua ke-i atau ke-j

s_{ij} = efek daya gabung khusus (DGK) tetua ke-i dan tetua ke-j

ϵ_{ijk} = error

Berdasarkan model linier tersebut dapat disusun tabel analisis ragam dengan kuadrat tengah harapan (KTH) untuk daya gabung metode Griffing 4 (Tabel 2).

Berdasarkan analisis ragam dapat ditentukan komponen ragam dimana nilai kuadrat tengah DGU dan

DGK digunakan sebagai dasar untuk menduga ragam aditif (σ_A^2) dan ragam dominan (σ_D^2), $\sigma_A^2 = 2 \sigma_g^2$ dan $\sigma_D^2 = \sigma_s^2$

$$\sigma_g^2 = \frac{1}{n-2} (M_g - M_s)$$

$$\sigma_g^2 = M_g - M'_e ; \sigma_g^2 = \text{ragam DGU};$$

$$\sigma_s^2 = \text{ragam DGK}; \sigma_s^2 = \sigma_D^2 ;$$

$$\sigma_g^2 = \frac{1}{2} \sigma_A^2$$

$$\sigma_A^2 = 2 \sigma_g^2$$

Nilai ragam aditif kemudian digunakan untuk menduga nilai heritabilitas dalam arti sempit (*narrow sense*) dengan rumus:

$$h^2_{(n,s)} = \sigma_A^2 / \sigma_P^2 \text{ dan } \sigma_P^2 = \sigma_e^2 + \sigma_A^2 + \sigma_D^2$$

Pemilihan tetua dan kombinasi persilangan ditentukan berdasarkan nilai DGU dan DGK yang bernilai paling besar dan positif (Hallauer, Carena & Miranda-Filho, 1988).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan perbedaan nyata antar populasi F1 pada taraf 5% untuk nilai rata-rata karakter lingkaran batang, tinggi jorket, persentase tanaman berbunga, dan persentase tanaman berbuah (Tabel 3). Variasi yang nyata untuk karakter lingkaran batang dan tinggi jorket bahkan terlihat antar populasi saudara tiri (*half-sib*). Klon ICCRI 03, sebagai tetua betina, menghasilkan populasi *half-sib* yang bervariasi untuk dua karakter tersebut ketika disilangkan dengan klon TSH 858, DR 1, ICS 13, dan Sca 6, Kondisi serupa ditunjukkan oleh klon DR 1 apabila disilangkan dengan klon ICS 13 dan Sca 6.

Tabel 3. Nilai rata-rata beberapa karakter morfologi dari sepuluh populasi F1 kakao

Table 3. *Average value of some morphological traits from ten F1 populations of cocoa*

Generasi F1	Lingkar batang (cm)	Tinggi jorket (cm)	Persentase tanaman berbunga	Persentase tanaman berbuah
ICCRI 03 x TSH 858	15,04 bc	88,77 bc	19,45 bc	13,89 bc
ICCRI 03 x DR 1	10,92 d	83,32 cd	5,55 c	2,78 c
ICCRI 03 x ICS 13	13,81 cd	102,68 ab	16,67 bc	13,89 bc
ICCRI 03 x Sca 6	11,60 d	94,02 abc	8,33 c	5,55 bc
TSH 858 x DR 1	16,28 abc	98,13 abc	47,22 ab	25,00 abc
TSH 858 x ICS 13	18,10 ab	104,37 ab	66,67 a	61,11 a
TSH 858 x Sca 6	18,75 a	95,87 abc	30,56 abc	25,00 abc
DR 1 x ICS 13	13,37 cd	70,30 d	30,55 abc	27,78 ab
DR 1 x Sca 6	15,95 abc	96,51 abc	52,78 ab	30,56 ab
ICS 13 x Sca 6	15,74 abc	110,34 a	30,55 abc	22,22 abc
KK (%)	11,40	9,01	33,06	38,41

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut Uji DMRT taraf 5%

Note : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Duncan Multiple Range Test at 5% levels

Tabel 4. Analisis ragam DGU dan DGK beberapa karakter morfologi sepuluh populasi F1 kakao

Table 4. *Variance analysis of GCA and SCA several morphological characters from ten F1 populations of cocoa*

Sumber ragam	Derajat bebas (db)	Lingkar batang (cm)	Tinggi jorket (cm)	Persentase tanaman berbunga	Persentase tanaman berbuah
DGU	4	13,21**	124,75**	6,37**	4,85**
DGK	5	1,24	135,73**	1,15	1,13
Galat	18	0,9697	24,13	0,97	0,94

Keterangan : **) nyata pada taraf 1%

Notes : **) significantly at 1% level

Hasil analisis daya gabung menunjukkan pengaruh nyata efek DGU terhadap semua karakter yang diamati (lingkar batang, tinggi jorket, persentase tanaman berbunga, dan persentase tanaman berbuah), sedangkan pengaruh DGK hanya berpengaruh nyata terhadap karakter tinggi jorket (Tabel 4). Pengaruh DGU yang nyata menunjukkan bahwa komponen ragam genetik yang berpengaruh terhadap penampilan karakter-karakter tersebut adalah ragam aditif (Aliu, Fetahu, & Salillari, 2008). Nilai ragam DGU yang lebih besar dibandingkan nilai ragam DGK pada karakter lingkar batang, persentase tanaman berbunga, dan persentase tanaman berbuah, menunjukkan ragam aditif lebih dominan dari ragam non aditif. Ragam genetik aditif merupakan penyebab utama kesamaan di antara kerabat (antara tetua dengan keturunannya) (Syukur *et al.*, 2012).

Karakter tinggi jorket merupakan satu-satunya yang nyata dipengaruhi oleh DGK (Tabel 4). Efek DGK lebih tinggi dibandingkan DGU, menunjukkan karakter tersebut lebih banyak dikendalikan oleh gen-gen non-aditif (Adiger, Shantakumar, & Salimath, 2013). Ini berbeda dengan hasil penelitian Suhendi, Susilo, & Mawardi (2004) serta Ofori, Padi, Assuah, & Anim-Kwapong (2014) yang menyimpulkan bahwa pengaruh

DGK untuk karakter tinggi jorket tidak nyata dan lebih rendah dibandingkan DGU. Hal tersebut dapat dikaitkan dengan tetua persilangan yang bukan merupakan galur murni melainkan klon yang peluang heterosigositasnya tinggi. Kondisi tersebut menyebabkan terbentuknya keragaman sifat-sifat antar individu dalam populasi hibrida kakao (Susilo, 2011). Perubahan pengaruh DGU dan DGK juga dapat disebabkan oleh interaksi genotipe dengan lingkungan (Wiguna, Purwantoro, & Nasrullah, 2013).

Tiap individu tetua memiliki perbedaan kemampuan untuk menggabungkan karakter dengan individu tetua lainnya. Secara umum tinggi rendahnya efek DGU dapat digunakan untuk menentukan tetua yang baik atau sebaliknya untuk masing-masing karakter yang diamati. Klon TSH 858 menunjukkan efek DGU paling tinggi untuk karakter lingkar batang dan persentase tanaman berbunga jika dibandingkan klon tetua lainnya (Tabel 5). Klon tersebut juga menunjukkan efek DGU yang tinggi untuk karakter ketahanan terhadap busuk buah *Phytophthora palmivora* (Rubiyo, Trikoesoemaningtyas, & Sudarsono, 2011). Klon Sca 6 memiliki DGU lebih tinggi jika dibandingkan klon lainnya untuk karakter tinggi jorket. Genotipe-genotipe dengan daya gabung umum tinggi dapat

digunakan untuk merakit varietas sintetis pada tanaman menyerbuk silang. Dengan demikian, persilangan yang bertujuan untuk mendapatkan varietas sintetis dengan karakter lingkar batang besar, jorket tinggi, dan sekaligus tahan busuk buah dapat menggunakan klon TSH 858 dan Sca 6 sebagai tetuanya.

Nilai DGU yang tinggi ditunjukkan klon Sca 6 untuk karakter tinggi jorket bertolak belakang dengan penampilannya yang tergolong kate (*dwarf*). Sifat kate (*dwarfism*) pada kelompok genetik Scavina diduga dikendalikan oleh alel-alel resesif dalam dua lokus berbeda dan seluruhnya dalam kondisi homosigot (Bartley, 2005). Karakter pertumbuhan kate tidak akan terekspresi apabila satu atau kedua lokus tersebut dalam kondisi heterosigot. Oleh sebab itu, persilangan klon Sca 6 dengan klon-klon lain yang tipe pertumbuhannya normal berpotensi menghasilkan hibrida dengan tipe pertumbuhan normal atau jagur.

Nilai DGK karakter lingkar batang, persentase tanaman berbunga, dan persentase tanaman berbuah paling tinggi ditunjukkan oleh kombinasi tetua DR 1 x Sca 6 (Tabel 6). Kombinasi tetua TSH 858 x DR 1 menunjukkan nilai DGK paling tinggi untuk karakter tinggi jorket (Tabel 6). Menurut Kurniasih, Rubiyo, Setiawan, Purwantara, & Sudarsono (2011), klon DR1, TSH 858, dan Sca 6 terpisah dalam kelompok genetik

berbeda sehingga persilangan antar ketiganya berpotensi menghasilkan hibrida unggul.

Nilai ragam aditif lebih tinggi dibanding nilai ragam dominan untuk karakter lingkar batang, persentase tanaman berbunga, dan persentase tanaman berbuah (Tabel 7). Ragam dominan merupakan penyebab utama ketidaksamaan di antara kerabat, ragam ini merupakan basis utama bagi heterosis dan kemampuan daya gabung khusus (Syukur *et al.*, 2012). Menurut Poehlman dan Sleper (1996) Ragam aditif adalah fungsi aditivitas alel-alel yang berhubungan langsung dengan efek kuantitatif sehingga karakter-karakter tersebut terekspresikan sebagai hasil kerja banyak gen pengendali. Nilai ragam aditif yang lebih kecil dibandingkan ragam dominan hanya ditunjukkan oleh karakter tinggi jorket sehingga karakter tersebut lebih dikendalikan oleh gen non-aditif.

Nilai heritabilitas dalam arti sempit untuk karakter tinggi jorket adalah 0,00 sehingga termasuk dalam kategori rendah ($< 0,30$). Nilai ragam dominan (σ^2_D) yang jauh lebih tinggi dibandingkan ragam aditif (σ^2_A) menunjukkan aksi gen dominan lebih berperan terhadap karakter tinggi jorket (Tabel 7). Hal ini berbeda dengan hasil penelitian Suhendi *et al.* (2004) yang menyimpulkan bahwa nilai heritabilitas karakter tinggi jorket cukup tinggi, yaitu 0,71.

Tabel 5. Nilai DGU beberapa karakter morfologi lima tetua kakao
Table 5. GCA values of several morphological characters of five parent of cocoa

Tetua	Lingkar batang	Tinggi jorket	Persentase tanaman berbunga	Persentase tanaman berbuah
ICCRI 03	-2,82	-2,98	-2,41	-1,94
TSH 858	2,78 *	3,14	1,36*	0,97
DR 1	-1,10	-9,82	0,37	-0,16
ICS 13	0,40	3,32	0,81	1,31*
Sca 6	0,74	6,34*	-0,13	-0,18

Keterangan : * nilai DGU terbesar dan positif

Notes : * the highest and positive value of GCA

Tabel 6. Nilai DGK beberapa karakter morfologi sepuluh populasi generasi F1 kakao
Table 6. SCA values of several morphological characters from ten F1 populations of cocoa

Generasi F1	Lingkar batang	Tinggi jorket	Persentase tanaman berbunga	Persentase tanaman berbuah
ICCRI 03 x TSH 858	0,12	-5,82	0,38	0,41
ICCRI 03 x DR 1	-0,12	1,69	-0,76	-0,60
ICCRI 03 x ICS 13	1,27	7,90	0,63	0,07
ICCRI 03 x SCA 6	-1,28	-3,77	-0,26	0,11
TSH 858 x DR 1	-0,35	10,38*	-0,12	-0,72
TSH 858 x ICS 13	-0,04	3,48	0,61	1,01
TSH 858 x SCA 6	0,28	-8,04	-0,87	-0,70
DR 1 x ICS 13	-0,88	-17,63	-0,75	-0,18
DR 1 x SCA 6	1,35*	5,57	1,62*	1,50*
ICS 13 x SCA 6	-0,35	6,25	-0,50	-0,91

Keterangan : * nilai DGK terbesar dan positif

Notes : * the highest and positive value of SCA

Tabel 7. Nilai duga ragam genetik beberapa karakter morfologi sepuluh generasi F1 kakao

Table 7. Estimated values of genetic variance several morphological characters from ten F1 populations of cocoa

Komponen ragam genetik	Lingkar batang	Tinggi jorket	Persentase tanaman berbunga	Persentase tanaman berbuah
σ^2_A	7,98	0,29	3,48	2,48
σ^2_D	0,27	95,43	0,18	0,19
σ^2_P	9,22	128,41	4,63	3,61
h^2	0,86	0,00	0,75	0,68

Keterangan : σ^2_A = ragam aditif; σ^2_D = ragam dominan; σ^2_P = ragam fenotif; h^2 = heritabilitas arti sempit

Notes : σ^2_A = ragam aditif; σ^2_D = ragam dominance; σ^2_P = ragam phenotif; h^2 = narrow sense heritability

Perbedaan kesimpulan hasil pendugaan heritabilitas memang ditunjukkan oleh banyak publikasi hasil penelitian (Custodio, Baliza, Carvalho, & Rezende, 2012). Perbedaan tersebut diduga dipengaruhi oleh genotipe tetua (Yao, Ma, Yang, Yao, & Zhou, 2014) atau kondisi lingkungan tumbuh pada saat pengujian. Di samping itu juga dapat disebabkan penggunaan tetua yang heterosigot, dan diduga tidak memenuhi asumsi dasar untuk menggunakan metode Griffing. Sebagai contoh, hasil penelitian Zecevic, Knezevic, dan Micanovic (2004) menunjukkan nilai heritabilitas karakter tinggi tanaman pada gandum tergolong tinggi, tetapi hasil penelitian Eid (2009) justru menyimpulkan sebaliknya. Kedua penelitian tersebut dilaksanakan pada kondisi lingkungan yang sangat berbeda. Penelitian pertama dilakukan pada kondisi lingkungan normal, sedangkan penelitian kedua pada kondisi cekaman kekeringan. Oleh sebab itu, informasi nilai heritabilitas suatu sifat pada lingkungan yang berbeda akan saling melengkapi.

KESIMPULAN

Klon TSH 858 memiliki efek DGU paling tinggi untuk karakter lingkar batang dan persentase tanaman berbunga, sedangkan klon Sca 6 untuk karakter tinggi jorket. Kedua klon tersebut berpotensi untuk dijadikan tetua persilangan dalam pembentukan varietas sintesis.

Nilai DGK paling tinggi ditunjukkan oleh kombinasi tetua DR 1 x Sca 6 untuk karakter lingkar batang, persentase tanaman berbunga, dan persentase tanaman berbuah, sedangkan kombinasi TSH 858 x DR 1 paling tinggi untuk karakter tinggi jorket. Kedua kombinasi tetua tersebut potensial dijadikan alternatif dalam perakitan varietas hibrida.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia atas izin pelaksanaan penelitian yang telah diberikan. Ucapan terima kasih juga kami ucapkan kepada Ir. Edi Wardiana, M.Si, yang telah memberikan masukan positif dalam rangka perbaikan naskah ini. Penelitian ini didanai oleh DIPA Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Badan Litbang Pertanian, TA. 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelele, D.B., Adeigbe, O.O., Sobowale, O.I., & Dada, O.S. (2014). Breeding value of cocoa (*Theobroma cacao* L.) for pod and bean traits: A consequential advance in Nigerian cocoa breeding program. *Not. Sci. Biol.*, 6(2), 214-219.
- Adiger, S., Shantakumar, G., & Salimath, P.M. (2013). Selection of parents based on combining ability studies in okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.]. *Karnataka J. Agric. Sci.*, 26(1), 6-9.
- Aikpokpodion, P.O., Badaru, K., Raji, L.O., & Eskes, A.B. (2011). Selection of new cocoa (*Theobroma cacao* L.) varieties in on-station and on-farm trials in Nigeri. In Eskes, A.B. (Ed.), *Collaborative and participatory approaches to cocoa variety improvement, Final report of the CFC/ICCO/Bioversity project on "Cocoa Productivity and Quality Improvement: a Participatory Approach" (2004-2010)*. CFC, Amsterdam, The Netherlands/ICCO, London, UK/Bioversity International, Rome, Italy.
- Aliu, S., Fetahu, S.H., & Salillari, A. (2008). Estimation of heterosis and combining ability in maize (*Zea mays* L.) for ear weight using the diallel crossing method. *Latvian Journal of Agronomy*, 11, 7-12.
- Bartley, B.G.D. (2005). *The genetic diversity of cacao and its utilization* (p. 289). CABI Publishing.

- Custodio, T.N., Baliza, D.P., Carvalho, S.P., & Rezende, T.T. (2012). Meta-análise para estimativas de herdabilidade de características do desenvolvimento e produção do *Coffea canephora* Pierre. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 33(1), 2501-2510.
- Eid, M.H. (2009). Estimation of heritability and genetic advance of yield traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought condition. *International Journal of Genetics and Molecular Biology*, 1(7), 115-120.
- Hallauer, A.R., Carena, M.J., & Miranda-Filho, J.B. (1988). *Quantitative genetics in maize breeding*. New York, USA: Springer.
- Indriyani, N.P.L. (2002). Daya gabung untuk sifat perkecambahan, umur panen dan hasil pada persilangan beberapa genotipe pepaya (*Carica papaya* L.). *Habitat*, 8(1), 46-56.
- Kurniasih, S., Rubiyo, Setiawan, A., Purwantara, A., & Sudarsono. (2011). Analisis keragaman genetik plasma nutfah kakao (*Theobroma cacao* L.) berdasarkan marka SSR. *Jurnal Littri*, 17(4), 156-162.
- Ofori, A., Padi, F.K., Assuah, M.K., & Anim-Kwapong, G.J. (2014). Broadening the gene pool of cocoa (*Theobroma cacao* L.) progenies with Guiana clones: Establishment and precocity traits. *Journal of Crop Improvement*, 28, 715-728.
- Poehlman, J.M., & Sleper, D.V. (1996). *Breeding field crops 4th ed.* Ames, Iowa, USA: Iowa State University Press.
- Rubiyo, Trikoesoemaningtyas, & Sudarsono. (2011). Pendugaan daya gabung dan heterosis ketahanan tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap penyakit busuk buah (*Phytophthora palmivora*). *Jurnal Littri*, 17(3), 124-131.
- Singh, R.K., & Chaudhary, B.D. (1979). *Biometrical method in quantitative genetic analysis* (pp. 139-143). New Delhi: India Kalyani Publishers.
- Suhendi, D., Susilo, A.W., & Mawardi, S. (2004). Analisis daya gabung karakter pertumbuhan vegetatif beberapa klon kakao (*Theobroma cacao* L.). *Zuriat*, 5(2), 125-132.
- Susilo, A.W. (2011). Analisis stabilitas daya hasil beberapa hibrida unggul harapan kakao (*Theobroma cacao* L.) pada lokasi tumbuh berbeda. *Pelita Perkebunan*, 27(3), 168-180.
- Syukur, M., Sujiprihati, S., Yunianti, R., & Undang. (2010). Diallel analysis using hayman to study genetic parameters of yield components in pepper (*Capsicum annum* L.). *Hayati Jurnal of Bioscience*, 17(4), 183-188.
- Syukur, M., Sujiprihati, S., & Yunianti, R. (2012). *Teknik pemuliaan tanaman*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Velayutham, T., Rajamani, K., Shoba, N., Joel, A.J., & Senthil, N. (2013). Variability studies and identification of high yielding plus trees of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Tamil Nadu. *Afr. J. Agric. Res*, 8(26), 3444-3453.
- Wiguna, G., Purwantoro, A., & Nasrullah. (2013). Evaluasi daya gabung karakter hasil dan komponen hasil lima galur mentimun. *Ilmu Pertanian*, 16(1), 30-41.
- Yao, W.H., Zhang, Y.D., Kang, M.S., Chen, H.M., Liu, L., Yu, L.J., & Fan, X.M. (2013). Diallel analysis models: A comparison of certain genetic statistics. *Crop Sci.*, 53, 1481-1490.
- Yao, J.B., Ma, H.X., Yang, X.M., Yao, G.C., & Zhou, M.P. (2014). Inheritance of grain yield and its correlation with yield component in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *African Journal of Biotechnology*, 13(12), 1379-1385.
- Zecevic, V., Knezevic, D., & Micanovic, D. (2004). Phenotypic variability and heritability of plant height in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genetika*, 36(2), 143-150.
- Zhang, Y., & Kang, M.S. (2003). DIALLEL-SAS: A program for Griffing's Diallel Methods. In Kang, M.S.(Ed), *Handbook of formulas and software for plant geneticists and breeders* (pp. 1-19). New York: The Howart Press.

**TERIMA KASIH KEPADA MITRA BESTARI YANG TELAH
MEMBANTU TERBITNYA JURNAL TANAMAN INDUSTRI DAN
PENYEGAR VOL 1 NO 2 JULI 2014**

Prof. Ir. I. G. A. Mas Sri Agung, M.Rur.Sc, PhD
Universitas UDAYANA – Ekofisiologi

Prof. Dr. Ir. Sudarsono, M.Sc
Institut Pertanian Bogor – Biologi Molekuler/Pemuliaan

Prof (R). Dr. Ir. I Wayan Rusastra, MS
Pusat Sosial Ekonomi dan Analisis Kebijakan – Agroekonomi

Prof (R). Dr. Supriadi, M.Sc
Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat – Fitopatologi

Prof (R). Dr. Elna Karmawati, MS
Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan – Entomologi

KETENTUAN PENULISAN NASKAH

JURNAL TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR

CAKUPAN

“Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar” (*Journal of Industrial and Beverage Crops*) merupakan publikasi ilmiah yang memuat hasil penelitian tanaman industri dan penyegar yang belum pernah dipublikasikan.

PENGAJUAN NASKAH

Naskah yang diajukan belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dalam proses evaluasi publikasi lain, telah mendapat persetujuan dari tim penulis sebagai pihak yang sama-sama bertanggung jawab terhadap naskah. Naskah dikirim dan diberi pengantar dari kepala unit kerja disertai file elektronik kepada:

Redaksi Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar
Jl. Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi
43357 e-mail: uppublikasi@gmail.com.

PENYIAPAN NASKAH

Naskah: Ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris, diketik pada kertas HVS ukuran A4 dengan jarak 2 spasi, dalam format *Microsoft Office Word*, jenis dan ukuran font *Times New Roman* 12, dan disarankan tidak lebih dari 20 halaman. Susunan naskah terdiri dari: Judul, Nama dan Institusi Penulis, Abstrak dan Kata kunci, *Abstract* dan *Keywords*, Pendahuluan, Bahan dan Metode, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan, Ucapan Terimakasih (apabila diperlukan), dan Daftar Pustaka.

Judul: Ringkas, jelas, menggambarkan isi dan substansi tulisan, tidak lebih dari 15 kata, ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris dengan huruf kapital.

Nama dan Institusi Penulis: Nama penulis ditulis lengkap tanpa gelar, penulis pertama adalah penulis utama. Nama dan alamat institusi ditulis lengkap untuk penulis pertama, kedua, ketiga, dan seterusnya, serta dilengkapi alamat email penulis korespondensi dan diberikan tanda *.

Abstrak: Merupakan intisari dari seluruh tulisan, memuat masalah, tujuan, metode (dilengkapi tempat dan waktu), dan hasil penelitian. Ditulis satu paragraf dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris serta tidak lebih dari 250 kata.

Kata kunci: Kata yang mewakili isi naskah, dapat berupa kata tunggal atau majemuk, terdiri atas tiga sampai dengan lima kata, dan ditulis dalam Bahasa Indonesia serta Bahasa Inggris

Pendahuluan: Memuat latar belakang, perumusan masalah, tujuan, dan sitasi pustaka yang relevan.

Bahan dan Metode: Memuat uraian tentang tempat dan waktu, bahan, tahapan pelaksanaan, dan metode analisis yang digunakan.

Hasil dan Pembahasan: Hasil yang dikemukakan relevan dengan permasalahan dan tujuan penelitian, serta metode dan peubah yang digunakan. Pembahasan ditulis dengan ringkas, fokus pada interpretasi dari hasil yang diperoleh, dan bukan merupakan pengulangan dari bagian hasil.

a. Tabel: Tabel diberi judul singkat tetapi jelas dengan keterangan dan sumber secukupnya sehingga disajikan secara mandiri. Semua simbol, istilah, dan singkatan dalam tabel harus dijelaskan pada keterangan. Tiap tabel diberi nomor secara berurutan dan diulas di dalam naskah. Judul, keterangan, dan sumber ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris.

b. Gambar dan foto: Tiap gambar dan foto diberi nomor secara berurutan dan diulas dalam naskah. Semua simbol dan singkatan harus dijelaskan. Judul, keterangan, dan sumber ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. Resolusi gambar dan foto disarankan tidak lebih dari 300 dpi dengan kualitas normal.

c. Grafik dan diagram: Grafik dan diagram dibuat dengan garis yang cukup tebal sehingga memungkinkan penciutan dalam proses pencetakan. Tiap grafik dan diagram diberi nomor secara berurutan dan diulas dalam naskah. Semua simbol, istilah, dan singkatan harus dijelaskan. Judul, keterangan, dan sumber ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris.

Kesimpulan: Uraian singkat dalam bentuk kalimat utuh yang menjawab tujuan dan permasalahan penelitian, bila perlu dilengkapi dengan saran atau implikasi.

Ucapan Terima Kasih: Ditujukan kepada pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan kegiatan atau pendanaan.

Daftar Pustaka: Jumlah pustaka minimal sepuluh dan 80% berasal dari sumber acuan primer, serta dianjurkan terbitan lima tahun terakhir. Daftar pustaka disusun secara alfabetis, nama penulis yang sama ditulis lengkap dan disusun berdasarkan tahun terlama. Penulisan daftar pustaka dan sitasi dalam naskah mengacu pada *American Psychological Association 6th edition (APA) style*. Penjelasan cara penulisan dapat diunduh di https://www.library.uq.edu.au/_/filething/files/get/referencing/apa_6%202.pdf

Contoh penulisan sitasi:

1. Satu atau dua orang penulis
Herman & Pranowo (2013)
2. Nama penulis 3 sampai 5, nama belakang untuk semua penulis ditulis pada saat pertama kali, selanjutnya hanya nama belakang penulis pertama diikuti *et al.*
Waller, Bigger, Hillocks, & Ruth (2007)
Waller *et al.* (2007)
3. Nama penulis 6 atau lebih, hanya nama belakang penulis pertama diikuti *et al.*
Karmawati *et al.* (2010)
4. Sitasi lebih dari satu dalam satu pernyataan disusun berdasarkan tahun terlama.
(Midgarden & Lira, 2006; Martono *et al.*, 2013)
5. Nama penulis yang sama dalam tahun yang sama dengan publikasi berbeda dibubuhi huruf (a,b,c, dan seterusnya) pada tahun publikasi.
(Widyotomo, 2012a; Widyotomo, 2012b)

Contoh penulisan daftar pustaka:

Artikel Jurnal

Herman, M., & Pranowo, D. (2013). Pengaruh mikroba pelarut fosfat terhadap pertumbuhan dan serapan hara P benih kakao (*Theobroma cacao* L.). *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4(2), 129–138.

Buku

Karmawati, E., Mahmud, Z., Syakir, M., Ardana, I. K., Munarso, J., & Rubiyo. (2010). *Budidaya dan Pasca Panen Kakao* (p. 92). Bogor: Badan Litbang Pertanian.

Artikel dalam buku

Wardiana, E. (2012). Pengembangan konsep interaksi genotipe dengan lingkungan (GxE) untuk mendukung rantai nilai kopi. In Rubiyo, Syafaruddin, B. Martono, R. Harni, U. Daras, & E. Wardiana (Eds.), *Bunga Rampai: Inovasi Teknologi Tanaman Kopi untuk Perkebunan Rakyat* (pp. 35–46). Sukabumi: Unit Penerbitan dan Publikasi Balittri.

Disertasi/Tesis/Skripsi

Milly, P. J. (2003). *Antimicrobial Properties of Liquid Smoke Fractions* (Master's Thesis, University of Georgia, Athens, Georgia).

Naskah Prosiding

Martono, B., Rubiyo, Rudi, T. S., & Udarno, M. L. (2013). Seleksi Pohon Induk Kopi Excelsa. In *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Kopi: Peran Inovasi Teknologi Kopi Menuju Green Economy Nasional* (pp. 43–46). Bogor, 28 Agustus 2013: IAARD Press.

Naskah Online

Garson, G. D. (2008). *Path analysis*. Retrieved from <http://www2.faculty.chass.ncsu.edu/garson/pa765/path.htm>.

Contoh penampilan tabel:

Tabel 1. Pengaruh berbagai jenis tanaman penaung terhadap persentase tanaman berbuah tanaman kopi Arabika umur 9 bulan

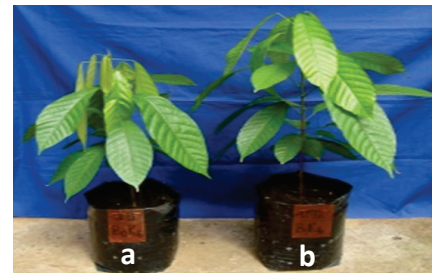
Table 1. Effect of various shading trees on percentage of fruit set of coffee at 9 months old

Jenis tanaman penaung	Intensitas cahaya matahari (%)	Tanaman berbuah (%)
Ceremai	80	30,56 a
Belimbing wuluh	66	22,22 a
Kayumanis	78	16,67 a
Gliricidia	34	83,34 b
KK (%)	-	42,82

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

Notes : The numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at Tukey test 5% level

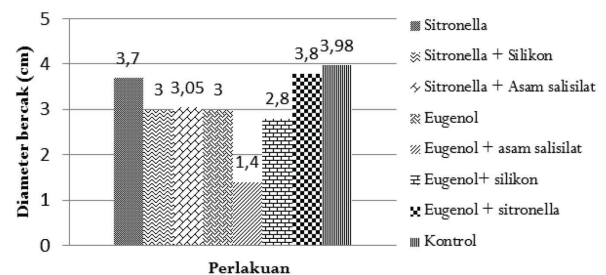
Contoh penampilan gambar/foto:



Gambar 1. Pertumbuhan bibit kakao hibrida (a) tanpa perlakuan dan (b) perlakuan benih dengan media tanam

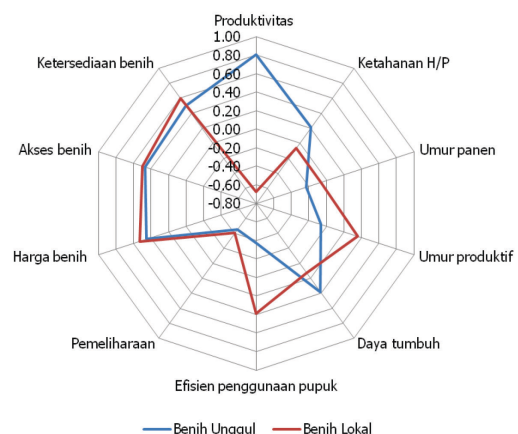
Figure 1. Growth of hybrid cacao seedlings (a) without treatment and (b) with seed treatment and planting medium

Contoh penampilan grafik/diagram:



Gambar 1. Pengaruh formula fungisida nabati eugenol dan sitronella terhadap diameter bercak *P. palmivora* pada buah kakao

Figure 1. The effect of eugenol and citronella botanical fungicides to colony diameter of *P. palmivora* on cocoa pods



Gambar 1. Peta persepsi petani terhadap atribut benih unggul dan benih lokal

Figure 1. Farmer's perception map for superior and local coffee seed attributes



9 772356 129070