

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**

Journal of Industrial and Beverage Crops

Volume 2, Nomor 3, November 2015

Terakreditasi No.699/AU2/P2MI-LIPI/10/2015
Tanggal 30 Oktober 2015



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 2, Nomor 3, November 2015

Terakreditasi No. 699/AU2/P2MI-LIPI/10/2015

Tanggal 30 Oktober 2015

PENANGGUNG JAWAB

Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

DEWAN EDITOR

Ketua

Prof (R). Dr. Ir. Risfaheri, M.Si - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Pascapanen)

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)

Nur Kholilatul Izzah, SP, MP, Ph.D - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Biologi Molekuler/Pemuliaan)

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, SP, 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, Ph.D - 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)

Ir. Arifin Noor Sugiharto, M.Sc, Ph.D - Universitas Brawijaya (Pemuliaan)

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)

Dr. Ir. Agus Wahyudi, MS - Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Agroekonomi)

Puji Lestari, SP, M.Si, Ph.D - Balai Besar Litbang Bioteknologi & Sumber Daya Genetik Pertanian (Biologi Molekuler)

Alamat Redaksi

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Jl. Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

Telp. (0266) 6542181 Faks. (0266) 6542087

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

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

Sumber Dana

DIPA 2015 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 2 Nomor 3 ini menyajikan 6 makalah yang meliputi: 1 makalah karet di bidang sosial ekonomi, 3 makalah kopi di bidang penyakit, pemuliaan, dan bioteknologi, serta 2 makalah kakao di bidang pemuliaan dan sosial ekonomi.

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

Ketua Dewan Editor

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

Volume 2, Nomor 3, November 2015

UDC 633.73:575.111

Nur Kholilatul Izzah, Enny Randriani, dan Dani

Analisis Kekerabatan Genetik Kultivar Kopi Arabika Berbuah Kuning dan Berbuah Merah Berdasarkan Marka SSR

J. TIDP 2(3), 113-122

November, 2015

Kopi Arabika berbuah kuning (AGK-1) merupakan kultivar lokal yang berpeluang untuk dilepas sebagai varietas unggul. Namun, asal-usul genetiknya (*genetic background*) belum jelas. Padahal, karakter itu merupakan salah satu syarat dalam pelepasan varietas. Penelitian bertujuan menganalisis kekerabatan genetik kultivar AGK-1 dengan 11 kultivar kopi Arabika berbuah merah berdasarkan marka *simple sequence repeats* (SSR). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Molekuler Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri) Sukabumi, dan Laboratorium Biologi Molekuler Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian Bogor, mulai Maret sampai Juni 2015. Kedua belas kultivar kopi Arabika yang digunakan berasal dari Kabupaten Garut. Sebanyak 12 primer SSR digunakan untuk menelusuri kekerabatan genetik kultivar kopi Arabika. Kekerabatan genetik dianalisis menggunakan marka SSR untuk melihat polimorfisme dan *clustering*. Hasil penelitian menunjukkan kedua belas marka SSR yang digunakan mampu mengidentifikasi kekerabatan 12 kultivar kopi Arabika ke dalam tiga kelompok (pada nilai ambang 66%). Pengelompokan secara genetik berkaitan dengan morfologi tanaman, terutama karakter pertumbuhan, yaitu tinggi, semi katai, dan katai. Kultivar AGK-1 secara genetik berkerabat dekat dengan salah satu kultivar berbuah merah, yaitu ABP-2 yang berasal dari Brasil dan keduanya mempunyai tipe pertumbuhan semi katai. Kultivar AGK-1 berbuah kuning diduga merupakan hasil persarian bebas dari tetua berbuah merah, terutama kultivar ABP-2. Dengan demikian, kopi Arabika berbuah kuning AGK-1 merupakan kultivar yang unik dan berpeluang untuk dilepas sebagai kultivar unggul lokal.

Kata kunci: *Coffea arabica*, kekerabatan genetik, marka SSR

UDC 633.74-153.01

Dewi Listyati, Bedy Sudjarmoko, dan Abdul Muis Hasibuan

Identifikasi Faktor Penentu dalam Peningkatan Adopsi Benih Unggul Kakao oleh Petani

J. TIDP 2(3), 123-132

November, 2015

Produktivitas kakao petani masih rendah karena banyak tanaman yang sudah tua dan tidak menggunakan benih unggul. Rendahnya adopsi benih unggul disebabkan oleh banyak faktor yang saling terkait. Penelitian bertujuan mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi petani dalam mengadopsi benih unggul kakao sebagai masukan penyusunan strategi peningkatan adopsi benih unggul kakao. Penelitian dilakukan secara survei pada daerah pengembangan kakao di Kabupaten Pesawaran dan Lampung Utara, Provinsi Lampung, pada bulan Mei sampai Agustus 2012. Survei dilakukan dengan wawancara langsung terhadap 103 orang petani kakao di kedua kabupaten. Data yang dikumpulkan adalah karakteristik petani dan faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi. Analisis karakteristik responden dilakukan secara deskriptif. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap adopsi benih unggul kakao dinilai dengan model persamaan struktural (*structural equation model*/SEM). Hasil penelitian menunjukkan tiga faktor terpenting yang mempengaruhi adopsi petani terhadap adopsi benih kakao unggul adalah preferensi petani terhadap benih, ketersediaan benih, dan faktor eksternal. Harga benih tidak berpengaruh langsung terhadap adopsi. Dengan demikian, produktivitas, ketahanan terhadap hama dan penyakit, umur produktif, efisiensi penggunaan pupuk, kemudahan dalam pemeliharaan, kualitas benih, daya tumbuh benih unggul, ketersediaan/akses terhadap benih serta sarana diseminasi memiliki peranan sangat penting untuk proses adopsi. Oleh karena itu, strategi yang dapat dilakukan dalam upaya mempercepat adopsi benih unggul kakao adalah memperbanyak benih kakao dengan karakteristik keunggulan yang disukai oleh petani dan membuat kawasan benih di sentra produksi kakao supaya mudah diakses oleh petani. Selain itu, promosi informasi tentang keunggulan benih perlu ditingkatkan.

Kata kunci: Kakao, adopsi, benih unggul, preferensi, ketersediaan

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

Volume 2, Nomor 3, November 2015

UDC 633.74-211.2

Juniaty Towaha dan Edi Wardiana

Evaluasi Tingkat Toleransi 35 Genotipe Kakao terhadap Periode Kering

J. TIDP 2(3), 133-142

November, 2015

Periode kering yang panjang akan berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan hasil kakao. Penelitian bertujuan mengetahui tingkat toleransi 35 genotipe kakao terhadap periode kering. Penelitian dilakukan di KP. Pakuwon, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, Jawa Barat; ketinggian tempat 450 m dpl; jenis tanah Latosol; dan tipe iklim B; mulai Agustus 2014 sampai Oktober 2015. Tiga puluh lima genotipe kakao terdiri atas dua genotipe unggul Sulawesi 1 dan SCA 6 serta 33 genotipe lokal digunakan dalam penelitian. Tanaman kakao berumur 3 tahun, ditanam pada jarak tanam 3 x 3 m di bawah pohon penayang kelapa Genjah Salak umur 26 tahun. Sepuluh pohon contoh dipilih secara acak; buah dipanen pada bulan Februari 2015 untuk periode basah dan Oktober 2015 untuk periode kering, berdasarkan data curah hujan dan hari hujan. Sebanyak 10–30 contoh buah per genotipe dipilih secara acak dari populasi komposit untuk masing-masing periode panen. Peubah yang diamati adalah bobot segar/buah, jumlah biji/buah, bobot segar dan kering biji/buah, serta bobot segar kulit buah + pulp/buah. Tingkat toleransi tanaman kakao terhadap periode kering didasarkan pada peubah bobot kering biji/buah. Hasil penelitian menunjukkan periode kering selama enam bulan sebelum panen berdampak nyata terhadap penurunan komponen buah kakao sebesar 4,92%–42,54%. Berdasarkan karakter bobot kering biji/buah, tiga genotipe kakao, yaitu KW 163, KW 165, dan KW 215 dapat dikelompokkan ke dalam genotipe toleran kekeringan, sedangkan genotipe lain termasuk ke dalam kelompok yang cukup toleran dan rentan. Hasil penelitian menunjukkan perlunya penelitian berikutnya untuk merakit varietas unggul kakao tahan kekeringan.

Kata kunci: Kakao, periode kering, toleransi

UDC 633.73-2

Rita Harni dan Samsudin

Pengaruh Formula Bionematisida Bakteri Endofit *Bacillus* sp. terhadap Infeksi Nematoda *Meloidogyne* sp. pada Tanaman Kopi

J. TIDP 2(3), 143-150

November, 2015

Nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) merupakan salah satu pembatas produksi pada tanaman kopi. Pengendalian nematoda yang banyak dilakukan saat ini adalah menggunakan agens hayati seperti bakteri *Bacillus* sp. karena ramah lingkungan dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh bakteri endofit *Bacillus* sp. PG76 dalam bentuk formula molase, kompos, dan *talc* terhadap infeksi nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) dan pertumbuhan tanaman kopi. Percobaan dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi mulai Desember 2013 sampai Mei 2014. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap 6 perlakuan dengan 10 ulangan. Perlakuannya adalah tiga formula bionematisida berupa molase, kompos, dan *talc*; nematisida kimia sebagai pembanding (karbofuran), kontrol positif (tanaman diinokulasi nematoda, tanpa formula), dan kontrol negatif (tanaman tanpa formula dan nematoda). Formula berisi bakteri endofit *Bacillus* sp. PG76 dengan kerapatan 10^9 cfu/ml. Pengujian formula dilakukan pada tanaman kopi berumur 6 bulan dengan konsentrasi 100 ml/pohon untuk molase, dan 100 g/pohon untuk kompos dan *talc*. Satu minggu setelah perlakuan formula, tanaman kopi diinokulasi dengan 500 ekor larva 2 *Meloidogyne* sp. Tiga bulan setelah perlakuan dilakukan pengamatan terhadap jumlah puru, populasi nematoda di dalam akar dan tanah serta pertumbuhan tanaman kopi. Hasil penelitian menunjukkan ketiga formula bionematisida *Bacillus* sp. PG76 (molase, kompos, dan *talc*) dapat menekan populasi nematoda *Meloidogyne* sp. pada tanaman kopi. Formula bionematisida terbaik adalah molase dan kompos dengan penekanan 74,0% dan 73,2% sama efektifnya dengan nematisida kimia karbofuran (73,3%). Formula molase dan kompos juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi. Bionematisida mengandung *Bacillus* PG76 prospektif mengendalikan nematoda.

Kata kunci: *Bacillus* sp., *Meloidogyne* sp., molase, kompos, *talc*

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

Volume 2, Nomor 3, November 2015

UDC 633.912.11-110.27

Rikky Herdiansyah, Rita Nurmalina, dan Ratna Winandi

Peningkatan Kinerja Pemasaran Karet Alam Rakyat melalui Optimalisasi Rantai Pasok

J. TIDP 2(3), 151-158

November, 2015

Harga yang diterima oleh petani karet di Indonesia lebih rendah dibandingkan dengan di negara produsen lainnya sebagai akibat dari rantai pasok sistem pemasaran yang belum efisien. Untuk itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan kinerja rantai pasok. Penelitian bertujuan menganalisis rantai pasok sistem pada sistem pemasaran karet dan pengaruh manajemen rantai pasok terhadap peningkatan efisiensi pemasaran di setiap lembaga anggota rantai pasok. Penelitian dilakukan di Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi, mulai Desember 2014 sampai Februari 2015. Efisiensi sistem pemasaran dianalisis menggunakan pendekatan nilai B/C dan nilai tambah, sedangkan rantai pasok dianalisis menggunakan pendekatan *supply chain network* (SCN). Hasil penelitian menunjukkan terdapat empat rantai pasok dalam pemasaran karet alam rakyat, yaitu Pola I (petani – pedagang pengumpul desa – pedagang pengumpul kecamatan – pedagang besar – pabrik), Pola II (petani – pedagang pengumpul desa – pedagang besar – pabrik), Pola III (petani – pasar lelang – pabrik), dan Pola IV [petani – Unit Pengolahan dan Pemasaran Bokar (UPPB) – pabrik]. Dari empat pola tersebut, manajemen rantai pasok karet alam rakyat terbaik terjadi melalui pola keempat, yang diindikasikan dengan adanya kesepakatan antara petani dengan pabrik karet untuk menghasilkan kualitas bokar yang lebih mutu dan harga lebih tinggi, di samping melakukan pembinaan, penyuluhan dan pelatihan. Pola tersebut meningkatkan efisiensi pemasaran dengan indikator B/C rasio sebesar 1,29 dan persentase nilai tambah petani 96,82%. Oleh karena itu, *supply chain networks* pemasaran karet rakyat melalui pola petani-UPPB-pabrik telah mendorong petani untuk menghasilkan bokar yang lebih berkualitas sehingga harganya lebih tinggi. Pemerintah perlu merekomendasikan pola tersebut kepada petani lain untuk meningkatkan pendapatan petani karet.

Kata kunci: Efisiensi pemasaran, nilai tambah, rantai pasok, saluran pemasaran

UDC 633.73(594.48)

Enny Randriani dan Edi Wardiana

Stabilitas Hasil Tiga Klon Kopi Robusta Bengkulu sebagai Klon Unggul Lokal

J. TIDP 2(3), 159-168

November, 2015

Pertanaman kopi di Provinsi Bengkulu umumnya sudah tua atau rusak sehingga perlu diremajakan atau direhabilitasi. Klon unggul lokal kopi Robusta, seperti Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning, telah banyak dikembangkan untuk rehabilitasi di daerah tersebut. Penelitian bertujuan menganalisis stabilitas hasil tiga klon kopi Robusta unggul lokal Bengkulu pada ketinggian sedang sampai tinggi. Penelitian dilakukan di Kabupaten Curup (670 m dpl) dan Kabupaten Kepahiang (900 dan 1300 m dpl), Provinsi Bengkulu, mulai Juli 2014 sampai Agustus 2015. Klon kopi Robusta Bengkulu yang diuji adalah Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning hasil sambung tunas plagiotrop berumur 5 tahun setelah sambung. Setiap unit percobaan terdiri dari 5 pohon contoh ditentukan secara acak dan masing-masing diulang 5 kali. Peubah yang diamati adalah bobot segar buah/pohon, bobot kering biji/pohon, bobot segar/buah, dan bobot kering/biji. Analisis data menggunakan analisis ragam tergalang yang dilanjutkan dengan uji stabilitas hasil dengan metode Eberhart dan Russell. Hasil penelitian menunjukkan kopi Robusta klon Payung Hijau mempunyai stabilitas dan hasil biji paling tinggi dibandingkan dengan dua klon lainnya (Sidodadi dan Payung Kuning). Produksi kopi klon Payung Hijau mencapai 1,19 kg bobot kering biji/pohon, 4,31 g bobot segar/buah, dan 0,63 g bobot kering/biji. Oleh karena itu, klon Payung Hijau direkomendasikan sebagai sumber entres bagi program peremajaan atau rehabilitasi pertanaman kopi tua.

Kata kunci: Kopi Robusta, interaksi GxE, ketinggian tempat, stabilitas

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

Volume 2, Nomor 3, November 2015

UDC 633.73:575.111

Nur Kholilatul Izzah, Enny Randriani, and Dani

Genetic Relationships of Yellow Berry and Red Berry Cultivars of Arabica Coffee Based on SSR Markers

J. TIDP 2(3), 113-122

November, 2015

Yellow berry of Arabica coffee (AGK-1) cultivated in Garut is a local cultivar that potentially could be released as a superior variety. However, its genetic background has not been studied. Information of genetic background is one of the requirement in releasing of a new variety. The objective of this research was to analyze the genetic relationships of AGK-1 cultivar with 11 red berries Arabica coffee cultivars based on simple sequence repeats (SSR) markers to find polymorphisms and clustering. The research was carried out at the Molecular Laboratory of Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute and Biology Molecular Laboratory of Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development, from January to March 2015. These twelve Arabica coffee cultivars were obtained from Garut Regency. A total of 12 SSR primers were used to investigate the genetic relationships of the plant. The result showed that 12 SSR markers were adequate to identify the relationships among 12 Arabica coffee cultivars. The genetic clustering obtained in this study is related to plant morphology, particularly plant growth characters, such as tall, semi dwarf and dwarf. AGK-1 cultivar genetically related to ABP-2, one of red berries cultivars that originated from Brazil. Both of these cultivars have the same growing type characters (i.e. semi dwarf). AGK-1 cultivar that has yellow berry color presumably derived from an open pollinated red berries parents, mainly ABP-2 cultivar. Therefore, AGK-1 is a unique cultivar that could be released as a local superior variety.

Keywords: *Coffea arabica, genetic relationships, SSR markers*

UDC 633.74-153.01

Dewi Listyati, Bedy Sudjarmoko, and Abdul Muis Hasibuan

Identification of Factors Determining of Cocoa Seeds Adoption by Farmers

J. TIDP 2(3), 123-132

November, 2015

The productivity of smallholder cacao farmers is low due to the old plants and low adoption of superior seeds. The low adoption of superior seeds may be caused by multiple factors that are inter-related. This study aimed to assess factors that influenced farmers in the adoption superior cacao seeds. The study is important in formulating a strategy that would increase the adoption of cacao seeds by farmers. The research was conducted in two regencies of the cacao centre productions in Lampung Province (i.e. Pesawaran and North Lampung), from May to August 2012. The survey was conducted through a direct interview with 103 farmers in the study locations. Data on the respondents's characteristics were analyzed descriptively. Factors that may affect the adoption was analysed using a structural equation model (SEM). The results showed there were three most determining factors in the adoption of superior cocoa seeds, such as farmer's preference, seed availability and external factors. Price of seeds was not an important factor in adoption of seeds. Hence, productivity, resistant to pests and diseases, productive age, fertilizer efficiency, ease of plant management, seed quality, seed vigor, availability/ease to access and dissemination method have important role to adoption process. The study implies that the strategy to increase seed adoption is providing superior cocoa seeds based on the farmers' preference and establishing of the seed productions's regions in the cocoa center production areas to ease of their accessibilities. In addition, the dissemination of information on the seeds superior characters should be promoted.

Keywords: *Cocoa, adoption, superior seeds, preference, availability*

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

Volume 2, Nomor 3, November 2015

UDC 633.74-211.2

Juniaty Towaha and Edi Wardiana

Evaluation of The Tolerance Levels of 35 Cocoa Genotypes to Dry Periods

J. TIDP 2(3), 133-142

November, 2015

A prolong dry periods could have a negative impact on growth and yield of cocoa. The objectives of this study were to evaluate the tolerance levels of 35 cocoa genotypes to dry periods. The study was conducted at the Pakuwon Experimental Station, Indonesian Industrial and Beverages Crops Research Institute, Sukabumi, West Java; 450 m above sea level; Latosol soil type; and B type of climate; started from August 2014 until October 2015. Thirty five cacao genotypes consisted of two released variety (i.e Sulawesi 1 and SCA 6) and 33 other genotypes were used in this research. The cacao plants were three-years old, cultivated at a 3 x 3 m spacing distance under the 26 years old Salak Dwarf coconut trees. Ten plant samples were determined randomly and the fruits were harvested in February 2015 (wet period) and October 2015 (dry period). A bulk of 10–30 pods per genotype were randomly selected for each harvest periods. The variable observed were fresh weight per pod, number of beans per pod, fresh and dry weight of beans per pod, and fresh weight of pod husks + pulps per pod. The tolerance level to dry periods was determined base on the dry weight of bean/pod. The result showed that a continuous six months dry periods prior to harvesting significantly reduced yield components from 4.92%-42.54%. Based on the dry weight of beans per pod, three genotypes, namely KW 162, KW 165, and KW 215, were classified as tolerant, while the other were moderately tolerant and susceptible to drought. The result implies the important of further research to obtain superior cocoa clones resistance to drought.

Keywords: Cacao, dry period, tolerance

UDC 633.73-2

Rita Harni and Samsudin

Effect of Endophytic Bionematicide Bacillus sp. on The Infection of Meloidogyne sp. of Coffee Plant

J. TIDP 2(3), 143-150

November, 2015

Meloidogyne sp. is an important pathogen of coffee plant. Bacillus sp. is commonly used to control the nematode as it is environmentally friendly. The study aimed to determine the effect of endophytic bacteria Bacillus sp. PG76 formulated in the molasses, talc or compost on the infection of Meloidogyne sp. The experiments were conducted in the laboratory and greenhouse of the Indonesian Industrial and Beverages Crops Research Institute, Sukabumi from December 2013 to May 2014. The experimental design was a completely randomized, 6 treatments and 10 replications of six months-old coffee plants. Six treatments were tested (Bacillus sp. PG76 formulated in molasses, compost, or talc; carbofuran; plant inoculated with the nematode only, and plant neither treated with the formula nor the nematode). Population of Bacillus sp. PG76 in each formula was 10^9 cfu/ml. Number of formulas applied per plant was 100 ml of molasses, 100 g of talc, or 100 g of compost. One week after the treatments, the plants were inoculated with 500 larvae-2 Meloidogyne sp. Parameters observed were the number of gall, nematode population in the roots and soil, and the coffee plant growth. The results showed that all the treatments (molasses, compost and talc) suppressed the population of Meloidogyne sp. The best formulas were molasses and compost that reduced the nematode infection up to 74.0% and 73.2%, respectively, similar to that of carbofuran (i.e. 73.3%). Furthermore, application of the formulas increased coffee plant growth. The study suggests that Bacillus sp. PG76 formulation is prospective to control the nematode.

Keywords: Bacillus sp., Meloidogyne sp., molasses, compos, talc

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

Volume 2, Nomor 3, November 2015

UDC 633.912.11-110.27

Rikky Herdiansyah, Rita Nurmalina, and Ratna Winandi

Increasing in Marketing Performance of Smallholders Natural Rubber Through Supply Chain Optimization

J. TIDP 2(3), 151-158

November, 2015

Rubber price afforded by smallholders in Indonesia is lower compared with other countries due to inefficient marketing system. Therefore, it needs an effort to increase in the supply chain performance. The objective of the research was to analyze marketing system of natural rubber and the effect of supply chain management on marketing efficiency. The research was conducted at Tebo Regency of Jambi Province from December 2014 until February 2015. Marketing system was analyzed using B/C ratio and value-added approach, whereas supply chain was carried out using a supply chain network approach. The results showed that there were four patterns in the marketing channels of natural rubber. Pattern I (farmers – village traders - subdistrict traders - district traders - industries); Pattern II (farmers – village traders - district traders - industries); Pattern III (farmers – auction market - industries); and Pattern IV [farmers – Rubber Processing and Marketing Unit (RPMU) – industries]. The supply chain management was only found in the Pattern IV, where there was an agreement between farmers and the RPMU to improve the quality of rubber for higher price. In addition, farmers also received advocation and training from the RPMU. Pattern IV exhibit that the marketing efficiency improved as indicated by a B/C ratio at 1.29 and value added at 96.82%. The adoption of SCN framework was able to motivate farmers to produce a better quality of rubber that afforded a higher price. Therefore, the government is necessarily to recommend the adoption of this pattern in increasing farmers' income.

Keywords: Value-added, marketing channel, marketing efficiency, supply chain

UDC 633.73(594.48)

Enny Randriani and Edi Wardiana

Yield Stability of Three Bengkulu's Robusta Coffee Clones as Local Superior

J. TIDP 2(3), 159-168

November, 2015

The population of Robusta coffee in Bengkulu Province were mostly old thus it need rejuvenation or rehabilitation. Local clones of Robusta coffee, such as Sidodadi, Payung Hijau and Payung Kuning, have been cultivated for rehabilitation in Bengkulu Province at an altitude of >700 m above sea level (asl). This study aimed to analyze the yield stability of the three Robusta coffee clones at medium to high altitudes. The study was conducted from January to September 2015 in Curup Regency (670 m asl) and Kepahiang Regency (900 m and 1300 m asl), Bengkulu Province. The three tested Robusta coffee clones were 5 years old Sidodadi, Payung Hijau, and Payung Kuning, which propagated through plagiotropic grafting. Each experiment unit consisted of 5 plant samples and were obtained by randomized sampling with 5 replications respectively. The parameters observed were fresh weight of berry/plant, dry weight of beans/plant, fresh weight/berry, and dry weight/beans. The data analyzed using combined variance followed by yield stability test of Eberhart and Russell method. The results showed that Payung Hijau clone had the highest bean yield compared to the other two clones (Sidodadi and Payung kuning). The production of Payung Hijau clone reached 1.19 kg dry weight of bean/plant, 4.31 g fresh weight/berry, and 0.63 g dry weight/bean. Therefore, the Payung Hijau clone was recommended as scions source for the coffee plantation rejuvenation or rehabilitation.

Keywords: Robusta coffee, GxE interaction, altitude, stability

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

Volume 2, Nomor 3, November 2015

Analisis Kekerbatan Genetik Kultivar Kopi Arabika Berbuah Kuning dan Berbuah Merah Berdasarkan Marka SSR (<i>Nur Kholilatul Izzah, Enny Randriani, dan Dani</i>)	113-122
Identifikasi Faktor Penentu dalam Peningkatan Adopsi Benih Unggul Kakao oleh Petani (<i>Dewi Listyati, Bedy Sudjarmoko, dan Abdul Muis Hasibuan</i>)	123-132
Evaluasi Tingkat Toleransi 35 Genotipe Kakao terhadap Periode Kering (<i>Juniaty Towaha dan Edi Wardiana</i>)	133-142
Pengaruh Formula Bionematisida Bakteri Endofit <i>Bacillus</i> sp. terhadap Infeksi Nematoda <i>Meloidogyne</i> sp. pada Tanaman Kopi (<i>Rita Harni dan Samsudin</i>)	143-150
Peningkatan Kinerja Pemasaran Karet Alam Rakyat melalui Optimalisasi Rantai Pasok (<i>Rikky Herdiansyah, Rita Nuralina, dan Ratna Winandi</i>)	151-158
Stabilitas Hasil Tiga Klon Kopi Robusta Bengkulu sebagai Klon Unggul Lokal (<i>Enny Randriani dan Edi Wardiana</i>)	159-168

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

ANALISIS KEKERABATAN GENETIK KULTIVAR KOPI ARABIKA BERBUAH KUNING DAN BERBUAH MERAH BERDASARKAN MARKA SSR

GENETIC RELATIONSHIPS OF YELLOW BERRY AND RED BERRY CULTIVARS OF ARABICA COFFEE BASED ON SSR MARKERS

* Nur Kholilatul Izzah, Enny Randriani, dan Dani

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

(Tanggal diterima: 7 September 2015, direvisi: 28 September 2015, disetujui terbit: 10 November 2015)

ABSTRAK

Kopi Arabika berbuah kuning (AGK-1) merupakan kultivar lokal yang berpeluang untuk dilepas sebagai varietas unggul. Namun, asal-usul genetiknya (*genetic background*) belum jelas. Padahal, karakter itu merupakan salah satu syarat dalam pelepasan varietas. Penelitian bertujuan menganalisis kekerabatan genetik kultivar AGK-1 dengan 11 kultivar kopi Arabika berbuah merah berdasarkan marka *simple sequence repeats* (SSR). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Molekuler Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri) Sukabumi, dan Laboratorium Biologi Molekuler Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian Bogor, mulai Maret sampai Juni 2015. Kedua belas kultivar kopi Arabika yang digunakan berasal dari Kabupaten Garut. Sebanyak 12 primer SSR digunakan untuk menelusuri kekerabatan genetik kultivar kopi Arabika. Kekerabatan genetik dianalisis menggunakan marka SSR untuk melihat polimorfisme dan *clustering*. Hasil penelitian menunjukkan kedua belas marka SSR yang digunakan mampu mengidentifikasi kekerabatan 12 kultivar kopi Arabika ke dalam tiga kelompok (pada nilai ambang 66%). Pengelompokan secara genetik berkaitan dengan morfologi tanaman, terutama karakter pertumbuhan, yaitu tinggi, semi katai, dan katai. Kultivar AGK-1 secara genetik berkerabat dekat dengan salah satu kultivar berbuah merah, yaitu ABP-2 yang berasal dari Brasil dan keduanya mempunyai tipe pertumbuhan semi katai. Kultivar AGK-1 berbuah kuning diduga merupakan hasil persarian bebas dari tetua berbuah merah, terutama kultivar ABP-2. Dengan demikian, kopi Arabika berbuah kuning AGK-1 merupakan kultivar yang unik dan berpeluang untuk dilepas sebagai kultivar unggul lokal.

Kata kunci: *Coffea arabica*, kekerabatan genetik, marka SSR

ABSTRACT

Yellow berry of Arabica coffee (AGK-1) cultivated in Garut is a local cultivar that potentially could be released as a superior variety. However, its genetic background has not been studied. Information of genetic background is one of the requirement in releasing of a new variety. The objective of this research was to analyze the genetic relationships of AGK-1 cultivar with 11 red berries Arabica coffee cultivars based on simple sequence repeats (SSR) markers to find polymorphisms and clustering. The research was carried out at the Molecular Laboratory of Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute and Biology Molecular Laboratory of Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development, from January to March 2015. These twelve Arabica coffee cultivars were obtained from Garut Regency. A total of 12 SSR primers were used to investigate the genetic relationships of the plant. The result showed that 12 SSR markers were adequate to identify the relationships among 12 Arabica coffee cultivars. The genetic clustering obtained in this study is related to plant morphology, particularly plant growth characters, such as tall, semi dwarf and dwarf. AGK-1 cultivar genetically related to ABP-2, one of red berries cultivars that originated from Brazil. Both of these cultivars have the same growing type characters (i.e. semi dwarf). AGK-1 cultivar that has yellow berry color presumably derived from an open pollinated red berries parents, mainly ABP-2 cultivar. Therefore, AGK-1 is a unique cultivar that could be released as a local superior variety.

Keywords: *Coffea arabica*, genetic relationships, SSR markers

PENDAHULUAN

Kopi Arabika termasuk tanaman yang bernilai ekonomi tinggi dan dikembangkan di lebih dari 60 negara beriklim tropis maupun subtropis, dan jumlah

produksinya bisa mencapai 70% dari total produksi kopi dunia (Teressa, Crouzillat, Petiard, & Brouhan, 2010). Di Indonesia, kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang cukup diperhitungkan dan sebagai sumber devisa negara. Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.)

merupakan satu-satunya spesies dari genus *Coffea* yang termasuk ke dalam tanaman tetraploid ($2n=2x=44$) dan bersifat menyerbuk sendiri (Geleta, Herrera, Monzon, & Bryngelsson, 2012). Berdasarkan hibridisasi *in situ* secara genomik menunjukkan *C. arabica* berasal dari persilangan antara *C. eugenioides* dan *C. canephora* (Lashermes *et al.*, 1999). Kopi Arabika pertama kali ditemukan pada tahun 850 di Ethiopia dan disebarakan ke beberapa negara Islam oleh para peziarah (Sera *et al.*, 2003). Pada awal abad ke-18, tanaman kopi dibawa ke Indonesia oleh VOC dan pertama kali ditanam pada tahun 1707 di wilayah Priangan (Zakaria, 2012).

Kopi Arabika pada umumnya dikembangkan di daerah-daerah dengan ketinggian lebih dari 1000 m dpl. Garut, salah satu daerah yang terletak di Provinsi Jawa Barat, dikenal sebagai penghasil kopi Arabika dengan kualitas baik. Salah satu kultivar lokal yang banyak dikembangkan petani saat ini adalah kultivar kopi Arabika berbuah kuning (AGK-1). Keunggulan dari kultivar AGK-1 adalah produktivitasnya tinggi, ukuran bijinya besar, dan mutu citarasanya tergolong *specialty* (Randriani, Dani, & Wardiana, 2014). Kultivar harapan tersebut berpotensi untuk dilepas sebagai kultivar unggul lokal.

Petani di Garut umumnya menanam lebih dari satu kultivar kopi Arabika, seperti AGK-1, S795, Andungsari, Sigarar Utang, dan Buhun dalam hamparan yang sama (Randriani *et al.*, 2014). Semua kultivar kopi tersebut, kecuali AGK-1, mempunyai ciri buah berwarna merah. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari petani, kultivar AGK-1 berasal dari tetua yang berbuah merah, tetapi identitas tetuanya tidak diketahui dengan jelas. Oleh sebab itu, perlu dianalisis kekerabatan genetik kultivar AGK-1 dengan kultivar lain yang diduga sebagai tetuanya. Pendekatan yang dapat digunakan untuk menganalisis kekerabatan genetik kultivar kopi Arabika adalah melalui pemanfaatan teknologi marka molekuler, seperti marka *random amplified polymorphic DNA* (RAPD) dan *simple sequence repeat* (SSR) yang diketahui dapat mengelompokkan kultivar kopi Arabika sesuai dengan asal-usul genetiknya (Maluf *et al.*, 2005).

Marka yang sering digunakan untuk menganalisis kekerabatan genetik kopi Arabika adalah SSR karena mempunyai beberapa keuntungan, antara lain: (1) tingkat polimorfisme dan reproduktivitas yang tinggi, (2) bersifat kodominan sehingga bisa membedakan alel homozigot dan heterozigot, (3) mudah terdeteksi dengan metode PCR, dan (4) mempunyai lokasi kromosom yang spesifik (Teressa *et*

al., 2010; Kalia, Rai, Kalia, Singh, & Dhawan, 2011). Beberapa peneliti telah membuktikan keefektifan marka SSR dalam analisis keragaman genetik kopi Arabika. Geleta *et al.* (2012) berhasil mengelompokkan 26 populasi kopi Arabika di Nikaragua menjadi 5 kelompok berdasarkan marka SSR, sedangkan Teressa *et al.* (2010) berhasil membagi 133 kultivar kopi Arabika menjadi 2 grup. Grup pertama terdiri atas kultivar kopi yang berasal dari Ethiopia dan kedua beranggotakan kultivar kopi yang sudah dibudidayakan. Penggunaan marka SSR diharapkan dapat mengelompokkan klon harapan AGK-1 dengan kultivar lain yang diduga sebagai tetuanya serta membedakannya dengan kultivar yang sudah dilepas. Selain itu, juga dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan tetua persilangan berdasarkan pada nilai jarak genetiknya. Penelitian bertujuan menganalisis kekerabatan genetik kultivar AGK-1 dengan 11 kultivar kopi Arabika berbuah merah berdasarkan marka SSR.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Molekuler, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri) Sukabumi, dan Laboratorium Biologi Molekuler Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik (BB Biogen) Bogor, mulai Maret sampai Juni 2015.

Materi Tanaman dan Ekstraksi DNA

Materi genetik yang digunakan dalam penelitian ini adalah kultivar kopi Arabika berbuah kuning (AGK-1) dan 11 kultivar kopi Arabika berbuah merah banyak dikembangkan oleh petani di Kabupaten Garut, Jawa Barat (Tabel 1) yang mewakili tiga tipe pertumbuhan, yaitu tinggi, semi katai, dan katai (Gambar 1). Contoh daun dari masing-masing kultivar kopi Arabika tersebut dikoleksi untuk digunakan sebagai bahan ekstraksi DNA. Sebanyak 3 g contoh daun kopi yang masih muda dan sehat dipotong kecil-kecil kemudian dihaluskan menggunakan mortar dan pestle. Ekstraksi DNA genomik kopi Arabika dilakukan berdasarkan metode *cetyltrimethylammonium bromide* (CTAB) (Allen, Flores-Vergara, Krasynanski, Kumar, & Thompson, 2006). Selanjutnya, dilakukan pengukuran kuantitas DNA dengan menggunakan alat NanoDrop ND-1000 (NanoDrop Technologies, Inc., Wilmington, DE, USA). Analisis PCR dilakukan pada setiap contoh DNA yang diencerkan dengan larutan 1x bufer TE sampai konsentrasi 10 ng/ μ l.

Tabel 1. Karakteristik dua belas kultivar kopi Arabika yang digunakan dalam penelitian

Table 1. Characteristics of twelve Arabica coffee cultivars used in this research

Kultivar	Karakteristik utama	Sumber contoh daun
AGK-1	Tipe pertumbuhan semi katai, ruas pendek, daun pucuk hijau, buah masak kuning, biji besar	Desa Margamulya, Kecamatan Cikajang, Kabupaten Garut
ABP-4	Tipe pertumbuhan katai, ruas pendek, daun pucuk hijau, buah masak merah tua, biji kecil	Desa Margamulya, Kecamatan Cikajang, Kabupaten Garut
ABP-2 (bibit asal biji)	Tipe pertumbuhan semi katai, ruas pendek, daun pucuk kecokelatan, buah masak merah tua, biji besar	Desa Margamulya, Kecamatan Cikajang, Kabupaten Garut
ABP-3	Tipe pertumbuhan katai, ruas pendek, daun pucuk hijau, buah masak merah, biji kecil	Desa Margamulya, Kecamatan Cikajang, Kabupaten Garut
Ateng	Tipe pertumbuhan semi katai, ruas pendek, daun pucuk hijau, buah masak merah, biji besar	Desa Kramat Wangi, Kecamatan Cisurupan, Kabupaten Garut
Preanger	Tipe pertumbuhan tinggi, ruas panjang, daun pucuk kecokelatan, buah masak merah, biji besar	Desa Kramat Wangi, Kecamatan Cisurupan, Kabupaten Garut
Buhun LM	Tipe pertumbuhan tinggi, ruas panjang, daun pucuk merah kecokelatan, buah masak merah, biji besar	Desa Sukalilah, Kecamatan Sukaresmi, Kabupaten Garut
Buhun	Tipe pertumbuhan tinggi, ruas panjang, daun pucuk kecokelatan, buah masak merah, biji besar	Desa Sukalilah, Kecamatan Sukaresmi, Kabupaten Garut
S-795	Tipe pertumbuhan tinggi, ruas panjang, daun pucuk kecokelatan, buah masak merah, biji besar	Kebun Percobaan Pakuwon, Balittri, Sukabumi
Sigarar Utang (bibit asal biji)	Tipe pertumbuhan semi-katai, ruas pendek, daun pucuk kecokelatan, buah masak merah, biji besar	Kebun Percobaan Pakuwon, Balittri, Sukabumi
Andungsari 2K (bibit asal setek)	Tipe pertumbuhan semi katai, ruas pendek, daun pucuk hijau, buah masak merah, biji besar	Kebun Induk milik Dinas Perkebunan, Kabupaten Garut
Kartika1	Tipe pertumbuhan katai, ruas pendek, daun pucuk hijau, buah masak merah tua, biji besar	Kebun Percobaan Pakuwon, Balittri, Sukabumi

Sumber / Source: Randriani *et al.* (2014)



Gambar 1. Tipe pertumbuhan tanaman kopi Arabika: (a) tinggi (kultivar Buhun), (b) semi katai (kultivar AGK-1), dan katai (kultivar Kartika 1)

Figure 1. Growing types of Arabica coffee plant: (a) tall (Buhun cultivar), (b) semi-dwarf (AGK-1 cultivar), and (c) dwarf (Kartika 1 variety)

Analisis SSR

Amplifikasi 12 DNA kultivar kopi Arabika menggunakan 12 primer SSR yang didesain dari sekuen kopi Arabika (Combes *et al.*, 2000; Missio, Caixeta, Zambolim, Zambolim, & Sakiyama, 2009; Teresa *et al.*, 2010) (Tabel 2). Komposisi bahan kimia yang digunakan adalah 10 ng DNA, 0,2 µM primer dan 1x PCR mix dengan volume akhir 15 µl. Proses amplifikasi DNA dilakukan melalui program PCR dengan tahapan sebagai berikut: (1) pre-denaturasi pada suhu 95 °C selama 3 menit; (2) denaturasi pada suhu 95 °C selama 15 detik, penempelan primer (*annealing*) pada suhu 53 °C selama 15 detik dan perpanjangan (*extension*) pada suhu 72 °C selama 15 detik, semua proses dalam tahap dua ini diulang sebanyak 35 siklus; dan (3) perpanjangan akhir (*final extension*) pada suhu 72 °C selama 10 menit. Hasil amplifikasi PCR kemudian dicek menggunakan elektroforesis dengan gel agarose 1% yang sudah mengandung pewarna *gel red* pada larutan 0,5x bufer TBE. Setelah semua DNA kultivar kopi teramplifikasi dengan sempurna maka proses selanjutnya adalah separasi dengan menggunakan 6% gel poliakrilamid non-denaturasi pada larutan 1x bufer TBE. Gel hasil elektroforesis tersebut kemudian diwarnai

menggunakan larutan *ethidium bromide* selama 20 menit dan divisualisasi pada UV transluminator menggunakan *gel documentation system*.

Analisis Data

Hasil amplifikasi dari setiap marka SSR yang menunjukkan polimorfisme selanjutnya diberi skor dalam format data biner, yaitu 1 apabila terdapat pita dan 0 apabila tidak ada pita. Matrik data biner tersebut kemudian digunakan untuk melakukan analisis dengan program NTSYS-PC versi 2.1 (Rohlf, 2000). Pengelompokan semua kultivar kopi Arabika dilakukan berdasarkan matrik kesamaan genetik dengan menggunakan *unweighted pair group arithmetic mean method* (UPGMA). Jarak genetik antar kultivar kopi dihitung dengan rumus 1-matrik kesamaan genetik. Beberapa komponen penting seperti jumlah alel, jumlah alel spesifik, frekuensi alel mayor, keragaman gen (*gene diversity*), heterozigositas dan nilai *polymorphic information content* (PIC) dianalisis menggunakan program PowerMarker versi 3.25 (Liu & Muse, 2005). Penghitungan alel spesifik didasarkan pada jumlah alel yang kurang dari 5%, sedangkan frekuensi alel mayor dihitung berdasarkan jumlah alel terbanyak.

Tabel 2. Daftar primer SSR yang digunakan untuk analisis kekerabatan genetik kultivar kopi Arabika

Table 2. List of SSR markers used for genetic relationships analysis of Arabica coffee cultivars

Nama locus SSR	Motif pengulangan	Sekuen primer (<i>Forward</i>)	Sekuen primer (<i>Reverse</i>)	Ukuran alel (bp)
M2a	(GT) ₈ /(GT) ₆ /(GT) ₇	AGTGGTAAAGCCGTTGGTG	GCGGTTGTTGGTGAGTTGAA	205-218
M24	(CA) ₁₅ (CG) ₄ CA	GGCTCGAGATATCTGTTTAG	TTTAATGGGCATAGGGTCC	132-166
M25	(GT) ₅ CT(GT) ₂ /(GT) ₁₂	CCCTCCCTGCCAGAAGAAGC	AACCACCGTCCTTTCTCTCG	160-170
M20	(GA) ₅ (GT) ₈ TT(GT) ₄ TT(GT) ₇ (GA) ₁₁ (TC) ₂ (CT) ₃ GT	CTTGTTTGAGTCTGTCTGCTG	TTTCCCTCCCAATGTCTGTA	240-270
CMA055	(TG) ₁₈	TTGAGCAAAAACCTATTCC	TAAACCCAAAAAGACCACAA	
SSRCa 052	(TTG) ₇	GATGGAAACCCAGAAAGTTG	TAGAAGGGCTTTGACTGGAC	129
SSRCa 018	(GT) ₁₈ (GA) ₁₀	GTCTCGTTTCACGCTCTCTC	ATTTTTGGCACGGTATGTTT	115
M27	(GT) ₁₁	AGGAGGGAGGTGTGGGTGAAG	AGGGGAGTGGATAAGAAGG	118-134
M29	(CTCACA) ₄ /(CA) ₉	GACCATTACATTTACACAC	GCATTTTGTTCACACTGTA	103-122
M32	(CA) ₃ /(CA) ₃ /(CA) ₁₈	AACTCTCCATTCCCGCATTC	CTGGGTTTTCTGTGTTCTCG	89-135
M42	(GT) ₃ /(GT) ₇	ATCCGTCATAATCCAGCGTC	AGGCCAGGAAGCATGAAAGG	72-103
M47	(CT) ₉ (CA) ₈ /(CT) ₄ /(CA) ₅	TGATGGACAGGAGTTGATGG	TGCCAATCTACCTACCCCTT	100-132

Sumber/Source: Combes *et al.* (2000), Missio *et al.* (2009), Teresa *et al.* (2010)

HASIL DAN PEMBAHASAN

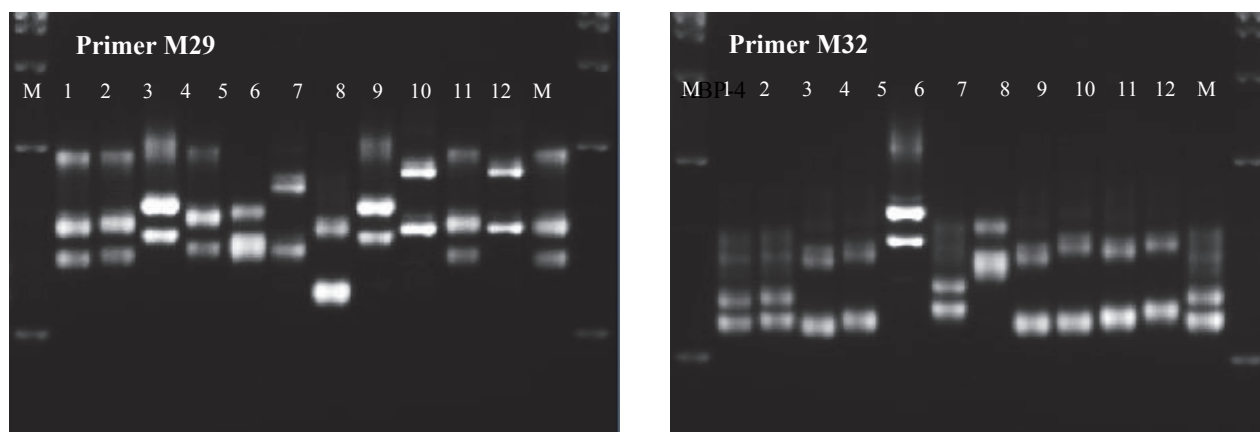
Keragaman Alel dari Marka SSR

Hasil *genotyping* dari 12 marka SSR menunjukkan semua marka dapat mengamplifikasi DNA kopi Arabika dengan sempurna. Dari semua marka yang teramplifikasi, sepuluh marka menghasilkan pita polimorfik, satu marka memperlihatkan pita monomorfik dan satu marka yang lain mempunyai pita tidak spesifik. Untuk keperluan analisis kekerabatan genetik dan analisis statistik lainnya, hanya digunakan marka-marka yang menghasilkan pita polimorfik untuk diberi skor dalam bentuk data biner. Marka SSR yang menunjukkan hasil pita polimorfik dapat dilihat pada Gambar 2.

Hasil analisis PowerMaker memperlihatkan jumlah alel yang beragam dari setiap lokus SSR, yaitu antara lima alel (primer CMA055) sampai 13 alel (primer M47), dengan jumlah rata-rata 8 alel untuk semua kultivar kopi Arabika yang diamati (Tabel 3). Jumlah total alel yang berhasil dideteksi dari sepuluh marka SSR yang menghasilkan pita polimorfik adalah 83 alel. Nilai rata-rata jumlah alel per lokus dan jumlah total alel yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Teresa *et al.* (2010), yaitu 6,5 alel per lokus dengan jumlah total 200 alel pada 133 aksesori kopi Arabika dengan menggunakan 32 marka SSR. Sementara, Maluf *et al.* (2005) yang melakukan

penelitian pada 28 kultivar kopi Arabika menggunakan 23 marka SSR mendapatkan jumlah total 65 alel dengan rata-rata 2,87 alel per lokus. Perbedaan nilai rata-rata jumlah alel per lokus dan jumlah total alel tersebut diduga dipengaruhi oleh perbedaan jumlah dan jenis kultivar, serta perbedaan jumlah marka SSR yang digunakan. Kemungkinan lainnya adalah cakupan genom dari marka SSR yang digunakan, yaitu apabila cakupan genomnya lebih luas dari total genom maka dapat menjadi salah satu faktor pembatas dalam studi kekerabatan genetik kopi Arabika. Hal ini disebabkan oleh kurangnya ketersediaan marka SSR yang dapat dimanfaatkan (Teresa *et al.*, 2010).

Parameter genetik lain yang dapat menunjukkan keragaman alel adalah frekuensi alel mayor, jumlah alel spesifik, keragaman gen, heterozigositas, dan nilai PIC. Nilai frekuensi alel mayor terendah adalah 0,18 (primer M47) sedangkan yang tertinggi adalah 0,58 (primer CMA055). Jumlah alel spesifik yang teridentifikasi adalah 30 alel menyebar pada 9 lokus SSR. Lokus SSR yang mempunyai jumlah alel spesifik terbanyak adalah primer M47 (9 alel) diikuti oleh primer M32 (6 alel). Penentuan alel spesifik ini sangat bermanfaat bagi para pemulia terutama dalam hal identifikasi kultivar, yaitu untuk membedakan kultivar satu dengan lainnya sehingga duplikasi kultivar dalam koleksi plasma nutfah dapat dihindari (Rubiyo, Izzah, Sulistiyorini, & Tresniawati, 2015).



Gambar 2. Profil pita polimorfik 12 DNA kultivar dan kultivar kopi Arabika hasil amplifikasi menggunakan primer M29 dan M32 setelah disepariasi dengan 6% gel poliakrilamid non-denaturasi. 1 = ABP-4; 2 = ABP-2; 3 = ABP-3; 4 = AGK-1; 5 = Sigarar Utang; 6 = S-795; 7 = Ateng; 8 = Preanger; 9 = Buhun LM; 10 = Buhun; 11 = Andungsari 2K; dan 12 = Kartika1.

Figure 2. Profile of polymorphic bands of 12 DNA Arabica coffee cultivars amplified using primer M29 and M32 separated by 6% non-denaturing polyacrylamide gel electrophoresis. 1 = ABP-4; 2 = ABP-2; 3 = ABP-3; 4 = AGK-1; 5 = Sigarar Utang; 6 = S-795; 7 = Ateng; 8 = Preanger; 9 = Buhun LM; 10 = Buhun; 11 = Andungsari 2K; dan 12 = Kartika1.

Tabel 3. Karakteristik dari 10 marka SSR polimorfik yang digunakan untuk menganalisis kekerabatan genetik kultivar kopi Arabika
Table 3. Characteristics of ten polymorphic SSR markers used to analyze genetic relationships of Arabica coffee cultivars

Lokus SSR	Jumlah alel	Frekuensi alel mayor	Jumlah alel spesifik	Keragaman gen	Heterozigositas	PIC*
CMA055	5	0,58	1	0,61	0,08	0,57
M20	8	0,29	3	0,81	0,92	0,78
M24	7	0,32	2	0,79	0,18	0,76
M27	7	0,29	1	0,82	1,00	0,80
Ca018	7	0,25	2	0,81	0,92	0,78
M47	13	0,18	9	0,89	1,00	0,88
M42	7	0,29	2	0,79	1,00	0,76
M29	10	0,29	4	0,84	1,00	0,83
M32	12	0,29	6	0,86	1,00	0,85
Ca052	7	0,29	-	0,82	1,00	0,80
Mean	8,3	0,31	3	0,80	0,81	0,78

Keterangan/ Notes: *PIC, Polymorphic information content

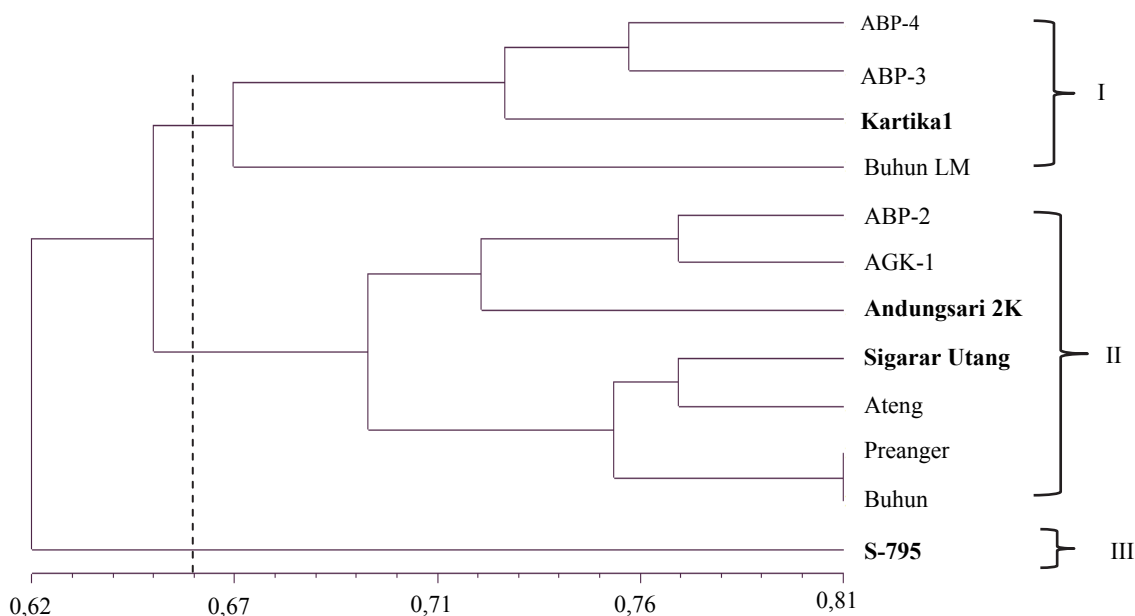
Lokus M47 mempunyai nilai keragaman tertinggi, yaitu 0,89 sebaliknya lokus CMA055 mempunyai nilai terendah (0,61) dengan nilai rata-rata untuk semua lokus adalah 0,80. Rata-rata nilai PIC yang diperoleh pada penelitian ini adalah 0,78; nilai tertinggi dihasilkan pada lokus M47 (0,88) dan terendah pada lokus CMA055 (0,57) (Tabel 3). Enam lokus SSR, yaitu M27, M47, M42, M29, M32, dan Ca052 mempunyai nilai heterozigositas sempurna (1,00), sedangkan dua lokus (CMA055 dan M24) mempunyai nilai heterozigositas rendah, masing-masing 0,08 dan 0,18 sedangkan rata-rata nilai heterozigositas dari semua lokus adalah 0,81. Variasi alel yang cukup beragam dari tiap marka SSR dalam penelitian ini mengindikasikan marka tersebut cukup bermanfaat dalam membedakan antar kultivar kopi Arabika. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Kurniasih, Rubiyo, Setiawan, Purwantara, & Sudarsono (2011) dan Rubiyo *et al.* (2015). Tingginya rata-rata nilai heterozigositas menunjukkan 12 kultivar kopi Arabika yang banyak dikembangkan petani di Garut merupakan tanaman hibrida.

Kekerabatan Genetik

Analisis kekerabatan genetik merupakan suatu langkah penting dalam upaya penelusuran asal-usul genetik dan penentuan tetua persilangan. Penentuan kekerabatan genetik kultivar kopi Arabika berbuah kuning (AGK-1) dengan 11 kultivar kopi Arabika berbuah merah yang banyak dikembangkan di Garut dilakukan dengan menggunakan program NTSYS. Nilai

koefisien kesamaan genetik 66% digunakan sebagai ambang untuk mengelompokkan semua kultivar yang dievaluasi, seperti yang dilakukan oleh Jain, Jain, & McCouch (2004) dan Izzah *et al.*, (2013). Hasil dendrogram memperlihatkan semua kultivar kopi Arabika terbagi menjadi tiga kelompok utama (Gambar 3). Kelompok I terdiri dari empat kultivar, yaitu ABP-3, ABP-4, Buhun LM, dan Kartika 1. Kelompok II terdiri dari tujuh kultivar, yaitu ABP-2, AGK-1, Ateng, Preanger, Buhun, Andungsari 2K, dan Sigarar Utang. Kelompok III hanya beranggotakan satu kultivar, yaitu S-795.

Perbedaan antar kelompok dapat dikaitkan dengan karakteristik morfologi, terutama tipe pertumbuhan. Kelompok pertama secara umum ditandai dengan karakteristik pertumbuhan katai. Kultivar Kartika 1 merupakan varietas kopi Arabika generasi awal dengan karakteristik pertumbuhan katai (*dwarf*) yang berasal dari hasil seleksi dalam populasi keturunan persilangan Caturra Vermelho (CIFC 19/1) dan Hibrido de Timor (HdT) (CIFC 832/1). Kultivar ABP-3 dan ABP-4 menunjukkan kemiripan secara morfologi dengan kultivar Kartika 1, yaitu tipe pertumbuhan katai, ruas cabang pendek, warna daun muda hijau, dan warna buah masak merah tua. Karakteristik berbeda ditunjukkan oleh satu anggota lainnya dalam kelompok ini, yaitu kultivar Buhun LM. Kultivar tersebut memiliki tipe pertumbuhan tinggi, ruas cabang panjang, warna daun pucuk merah kecokelatan, dan warna buah masak merah sehingga lebih mirip dengan kultivar Preanger dan Buhun.



Gambar 3. Kekerabatan genetik 12 kultivar kopi Arabika berdasarkan marka SSR. Genotipe kopi dengan cetak tebal merupakan kultivar yang sudah dilepas

Figure 3. Genetic relationships of 12 Arabica coffee cultivars based on SSR markers. Genotypes identified with bold typed are released varieties.

Kelompok II secara morfologis ditandai dengan karakteristik pertumbuhan semi katai (kultivar AGK-1, ABP-2, Andungsari 2K dan Sigarar Utang), kecuali kultivar Preanger, Buhun (tipe tinggi), dan Ateng (tipe katai). Hasil analisis menunjukkan bahwa kultivar kopi Arabika berbuah kuning (AGK-1) berkerabat dekat dengan kultivar ABP-2 yang berbuah merah pada tingkat kemiripan 77% dan diduga merupakan tipe *Caturra* yang diintroduksi dari Brasil. Keduanya juga mengelompok dengan kultivar Andungsari 2K hasil seleksi individu dalam populasi *Catimor* (*Caturra* x Hibrido de Timor) dan Sigarar Utang yang diduga berasal dari persilangan alami antara tipe *Typica* BLP dengan *Catimor*. Di sisi lain, kultivar Preanger/Buhun diduga merupakan tipe *Java Typica*, yaitu kultivar kopi Arabika yang pertama kali dikembangkan pada masa kolonial Belanda. Meskipun menunjukkan tipe pertumbuhan berbeda, kedekatan kultivar Sigarar Utang dengan kultivar Preanger/Buhun (tipe tinggi) diduga karena sama-sama memiliki genom *Typica* (Kementarian Pertanian [Kementan], 2005; Kementan, 2010).

Pengelompokan ke dalam kelompok genotipe yang sama untuk kultivar-kultivar yang secara morfologi

berbeda diduga karena kurangnya marka SSR yang digunakan. Fenomena serupa juga ditemukan pada spesies *Brassica oleracea*, yaitu terjadi penggabungan antara kultivar brokoli dan bunga kol pada kelompok genetik yang sama meskipun secara morfologis berbeda (Louarn, Torp, Holme, Andersen, & Jensen, 2007). Oleh karena itu, disarankan mengeksplorasi marka SSR lebih banyak agar dapat memisahkan kultivar Ateng, Preanger, dan Buhun dari kelompok II maupun kultivar Buhun LM dari kelompok I.

Pada kelompok III hanya terdiri dari satu kultivar, yaitu S-795, merupakan kultivar anjuran yang diintroduksi dari India dan dilepas pada tahun 1995. Karakteristik morfologi dari kultivar tersebut mirip dengan kultivar Preanger/Buhun, yaitu tipe pertumbuhan tinggi. Berdasarkan asal-usulnya, kultivar tersebut merupakan hasil persilangan alami antara *C. arabica* dan *C. liberica* karena di dalam genomnya terdapat beberapa segmen kromosom *C. liberica* (Prakash *et al.*, 2004). Perbedaan asal-usul genom tersebut diduga menjadi penyebab kultivar S-795 terpisah dari kultivar Preanger/Buhun yang sama-sama memiliki tipe pertumbuhan tinggi.

Tabel 4. Matriks jarak genetik dari 12 kultivar kopi Arabika berdasarkan marka SSR
Table 4. Genetic distance matrix of 12 Arabica coffee cultivars based on SSR markers

Kultivar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. ABP-4	0											
2. ABP-2	0,31	0										
3. ABP-3	0,24	0,39	0									
4. AGK-1	0,38	0,23	0,41	0								
5. Sigarar Utang	0,34	0,24	0,29	0,29	0							
6. S-795	0,35	0,31	0,36	0,44	0,33	0						
7. Ateng	0,32	0,33	0,24	0,33	0,23	0,43	0					
8. Preanger	0,37	0,36	0,30	0,27	0,29	0,45	0,23	0				
9. Buhun LM	0,37	0,33	0,31	0,38	0,41	0,35	0,37	0,37	0			
10. Buhun	0,22	0,25	0,32	0,28	0,22	0,39	0,24	0,19	0,36	0		
11. Andungsari 2K	0,44	0,24	0,43	0,31	0,32	0,36	0,30	0,32	0,32	0,33	0	
12. Kartika 1	0,28	0,36	0,26	0,38	0,41	0,41	0,30	0,37	0,32	0,33	0,39	0

Keterangan: Angka-angka yang dicetak tebal menunjukkan nilai jarak genetik tertinggi

Notes: Numbers with bold typed exhibited the highest genetic distance value

Marka SSR yang menghasilkan pita polimorfik berhasil membedakan hampir semua kultivar kopi Arabika, kecuali kultivar Preanger dan Buhun. Kultivar Preanger dan Buhun tidak dapat dibedakan pada nilai kesamaan genetik 81% karena kemungkinan kedua kultivar tersebut adalah kultivar yang sama hanya mempunyai nama berbeda. Secara keseluruhan, kultivar kopi Arabika yang dievaluasi mempunyai nilai kesamaan genetik 62%–81%. Nilai kesamaan genetik mengindikasikan rendahnya keragaman genetik antar kultivar, dan umumnya memiliki keragaman genetik lebih rendah dibandingkan dengan kopi Robusta. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Geleta *et al.* (2012) dan Lashermes *et al.* (1999) yang menyatakan keragaman genetik dari kopi Arabika lebih rendah jika dibandingkan dengan kopi Robusta, disebabkan oleh basis genetik yang sempit terkait dengan sifatnya menyerbuk sendiri, serta sejarah evolusi dan proses domestikasinya.

Hasil penelitian analisis kekerabatan genetik dengan menggunakan marka SSR sangat bermanfaat dalam mengelompokkan semua kultivar kopi Arabika karena tidak dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Kultivar kopi Arabika yang mengelompok terpisah dari kultivar lain berpotensi sebagai tetua persilangan karena diasumsikan mempunyai jarak genetik relatif jauh. Tiga kombinasi tetua yang mempunyai nilai jarak genetik lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi lain, yaitu Preanger dengan S-795 (0,45), Andungsari 2K dengan ABP-4 (0,44), dan S-795 dengan AGK-1 (0,44) (Tabel 4). Kombinasi tetua tersebut dapat dipilih sebagai tetua

persilangan dengan harapan untuk mendapatkan efek heterosis pada keturunan yang dihasilkan.

Analisis kekerabatan genetik dengan marka SSR terbukti efektif dalam menelusuri asal-usul kultivar kopi Arabika berbuah kuning (AGK-1) yang banyak dikembangkan di Garut. Dari hasil dendrogram diketahui bahwa kultivar AGK-1 berkerabat dekat dengan kultivar kopi Arabika berbuah merah, yaitu ABP-2 yang berasal dari Brasil. Secara morfologi, kedua kultivar tersebut juga memiliki banyak persamaan di antaranya adalah mempunyai tipe pertumbuhan semi katai, ruas pendek, dan biji besar. Dengan demikian, kultivar AGK-1 yang berbuah kuning diduga merupakan hasil persilangan bebas dari tetua berbuah merah, termasuk kultivar ABP-2.

KESIMPULAN

Marka SSR dapat mengidentifikasi kekerabatan kultivar kopi Arabika berbuah kuning (AGK-1) dengan 11 kultivar kopi Arabika berbuah merah yang dikembangkan di Kabupaten Garut ke dalam tiga kelompok berbeda pada nilai ambang 66%. Hasil analisis kekerabatan menunjukkan kultivar AGK-1 secara genetik berkerabat dekat dengan kultivar kopi Arabika berbuah merah, yaitu ABP-2 yang berasal dari Brasil dengan tingkat kemiripan 77%. Kultivar AGK-1 diduga merupakan keturunan bersari bebas dari tetua kopi Arabika berbuah merah, terutama kultivar ABP-2. Hal ini didukung oleh persamaan tipe pertumbuhan

antar kedua kultivar tersebut, yaitu memiliki tipe pertumbuhan semi katai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Januar Firmansyah, SP., Tri Buana Dewi dan Mira Sitepu, SSi., yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian di laboratorium. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Yoyo Arifin dan Bapak Nurma Nuralam yang telah membantu menyediakan materi tanaman untuk kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.C., Flores-Vergara, M.A., Krasynanski, S., Kumar, S., & Thompson, W.F. (2006). A modified protocol for rapid DNA isolation from plant tissues using cetyltrimethylammonium bromide. *Nat Prot*, 1, 2320–2325.
- Combes, M.C., Andrzejewski, S., Anthony, F., Bertrand, B., Rovelli, P., Grazios, G., & Lashermes, P. (2000). Characterization of microsatellite loci in *Coffea arabica* and related coffee species. *Molecular Ecology*, 9, 1171–1193.
- Geleta, M., Herrera, I., Monzon, A., & Bryngelsson, T. (2012). Genetic diversity of Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) in Nicaragua as estimated by simple sequence repeat markers. *The Scientific World Journal* (p. 11).
- Izzah, N.K., Lee, J., Perumal, S., Park, J.Y., Ahn, K., Fu, D., Kim, G-B., Nam, Y-W., & Yang, T-J. (2013). Microsatellite-based analysis of genetic diversity in 91 commercial *Brassica oleracea* L. cultivars belonging to six varietal groups. *Genet Resour Crop Evol*, 60, 1967–1986.
- Jain, S., Jain, R.K., & McCouch, S.R. (2004). Genetic analysis of Indian aromatic and quality rice (*Oryza sativa* L.) germplasm using panels of fluorescently-labeled microsatellite markers. *Theor Appl Genet*, 109, 965–977.
- Kalia, R.K., Rai, M.K., Kalia, S., Singh, R., & Dhawan, A.K. (2011). Microsatellite Markers: an overview of the recent progress in plants. *Euphytica*, 177, 309–334.
- Kementerian Pertanian. (2005). Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor: 205/Kpts/SR.120/4/2005 tentang pelepasan varietas kopi Sigarar Utang sebagai varietas unggul. Jakarta.
- Kementerian Pertanian. (2010). Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor: 1885/Kpts/SR.120/5/2005 tentang pelepasan varietas kopi Andungsari 2K sebagai varietas unggul. Jakarta.
- Kurniasih, S., Rubiyo, Setiawan, A., Purwantara, A., & Sudarsono. (2011). Analisis keragaman genetik plasma nutfah kakao (*Theobroma cacao* L.) berdasarkan markaSSR. *Jurnal Littri*, 17(4), 156–162.
- Lashermes, P., Combes, M.C., Trouslot, P., Anthony, F., Hamon, S., & Charrier, A. (1999). Molecular characterization and origin of the *Coffea arabica* L. genome. *Molecular Genomics and Genetics*, 261, 259–266.
- Liu, K., & Muse, S.V. (2005). PowerMarker: Integrated analysis environment for genetic marker data. *Bioinformatics*, 21, 2128–2129.
- Louarn, S., Torp, A.M., Holme, I.B., Andersen, S.B., & Jensen, B.D. (2007). Database derived microsatellite markers (SSRs) for cultivar differentiation in *Brassica oleracea*. *Genet Resour Crop Evol*, 54, 1717–1725.
- Maluf, M.P., Silvestrini, M., Ruggiero, L., M., de C., Filho, O.G., & Colombo, C., A. (2005). Genetic diversity of cultivated *Coffea arabica* inbred lines assessed by RAPD, AFLP and SSR markers system. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz)*, 62(4), 366–373.
- Missio, R.F., Caixeta, E.T., Zambolim, E.M., Zambolim, L., & Sakiyama, N.S. (2009). Development and validation of SSR markers for *Coffea arabica* L. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 9, 361–371.
- Prakash, N.S., Marques, D.V., Varzea, V.M.P., Silva, M.C., Combes, M.C., & Lashermes, P. (2004). Introgression molecular analysis of a leaf rust resistance gene from *Coffea liberica* into *Coffea arabica* L. *Theor. Appl. Genet.*, 109(6), 1311–1317.
- Randriani, E., Dani, & Wardiana, E. (2014). Evaluasi ukuran biji beras, kadar kafein, dan mutu cita rasa lima kultivar kopi Arabika. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 1(1), 49–56.
- Rohlf, F.J. (2000). *NTSYS-PC, numerical taxonomy system for the PC, Exeter Software, Ver. 2.1*. Setauket: Applied Biostatistics Inc.
- Rubiyo, Izzah, N.K., Sulistiyorini, I., & Tresniawati, C. (2015). Genetic diversity in cacao collected from Kolaka, Southeast Sulawesi, using SSR markers. *Indonesian Journal of Agricultural Science* (in press).
- Teresa, A., Crouzillat, D., Petiard, V., & Brouhan, P. (2010). Genetic diversity of Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) collections. *Ethiopian Journal of Applied Sciences and Technology*, 1(1), 63–79.
- Sera, T., Ruas, P.M., Ruas, C. de F., Diniz, L.E.C., Carvalho, V. de P., Rampim, L., ... da Silveira, S.R. (2003). Genetic polymorphism among 14 elite *Coffea arabica* L. cultivars using RAPD markers associated with restriction digestion. *Genetics and Molecular Biology*, 26(1), 59–64.
- Zakaria, M.M. (2012). *Coffee Priangan in the nineteenth century*. Retrieved from http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2012/05/pustaka_unpad_jurnal_historia_coffee_priangan.pdf.

IDENTIFIKASI FAKTOR PENENTU DALAM PENINGKATAN ADOPSI BENIH UNGGUL KAKAO OLEH PETANI

IDENTIFICATION OF FACTORS DETERMINING OF COCOA SEEDS ADOPTION BY FARMERS

* Dewi Listyati, Bedy Sudjarmoko, dan Abdul Muis Hasibuan

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

(Tanggal diterima: 24 Juli 2015, direvisi: 18 Agustus 2015, disetujui terbit: 3 November 2015)

ABSTRAK

Produktivitas kakao petani masih rendah karena banyak tanaman yang sudah tua dan tidak menggunakan benih unggul. Rendahnya adopsi benih unggul disebabkan oleh banyak faktor yang saling terkait. Penelitian bertujuan mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi petani dalam mengadopsi benih unggul kakao sebagai masukan penyusunan strategi peningkatan adopsi benih unggul kakao. Penelitian dilakukan secara survei pada daerah pengembangan kakao di Kabupaten Pesawaran dan Lampung Utara, Provinsi Lampung, pada bulan Mei sampai Agustus 2012. Survei dilakukan dengan wawancara langsung terhadap 103 orang petani kakao di kedua kabupaten. Data yang dikumpulkan adalah karakteristik petani dan faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi. Analisis karakteristik responden dilakukan secara deskriptif. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap adopsi benih unggul kakao dinilai dengan model persamaan struktural (*structural equation model*/SEM). Hasil penelitian menunjukkan tiga faktor terpenting yang mempengaruhi adopsi petani terhadap adopsi benih kakao unggul adalah preferensi petani terhadap benih, ketersediaan benih, dan faktor eksternal. Harga benih tidak berpengaruh langsung terhadap adopsi. Dengan demikian, produktivitas, ketahanan terhadap hama dan penyakit, umur produktif, efisiensi penggunaan pupuk, kemudahan dalam pemeliharaan, kualitas benih, daya tumbuh benih unggul, ketersediaan/akses terhadap benih serta sarana diseminasi memiliki peranan sangat penting untuk proses adopsi. Oleh karena itu, strategi yang dapat dilakukan dalam upaya mempercepat adopsi benih unggul kakao adalah memperbanyak benih kakao dengan karakteristik keunggulan yang disukai oleh petani dan membuat kawasan benih di sentra produksi kakao supaya mudah diakses oleh petani. Selain itu, promosi informasi tentang keunggulan benih perlu ditingkatkan.

Kata kunci: Kakao, adopsi, benih unggul, preferensi, ketersediaan

ABSTRACT

The productivity of smallholder cacao farmers is low due to the old plants and low adoption of superior seeds. The low adoption of superior seeds may be caused by multiple factors that are inter-related. This study aimed to assess factors that influenced farmers in the adoption superior cacao seeds. The study is important in formulating a strategy that would increase the adoption of cacao seeds by farmers. The research was conducted in two regencies of the cacao centre productions in Lampung Province (i.e. Pesawaran and North Lampung), from May to August 2012. The survey was conducted through a direct interview with 103 farmers in the study locations. Data on the respondents' characteristics were analyzed descriptively. Factors that may affect the adoption was analysed using a structural equation model (SEM). The results showed there were three most determining factors in the adoption of superior cocoa seeds, such as farmer's preference, seed availability and external factors. Price of seeds was not an important factor in adoption of seeds. Hence, productivity, resistant to pests and diseases, productive age, fertilizer efficiency, ease of plant management, seed quality, seed vigor, availability/ease to access and dissemination method have important role to adoption process. The study implies that the strategy to increase seed adoption is providing superior cocoa seeds based on the farmers' preference and establishing of the seed productions' regions in the cocoa center production areas to ease of their accessibilities. In addition, the dissemination of information on the seeds superior characters should be promoted.

Keywords: Cocoa, adoption, superior seeds, preference, availability

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu tanaman penyegar yang menguntungkan sehingga banyak diminati petani dan telah berkembang luas di berbagai wilayah Indonesia. Sebagian besar perkebunan

kakao merupakan perkebunan rakyat yang dalam pengelolaannya menghadapi berbagai permasalahan teknis, ekonomi, dan sosial sehingga produktivitasnya rendah. Produktivitas kakao nasional baru mencapai 850 kg/ha. Jumlah tersebut masih jauh lebih rendah dari potensi produksi klon unggul yang ada. Rubiyo &

Siswanto (2012) menyebutkan produktivitas klon-klon unggul kakao dapat mencapai 1,5-2 ton/ha.

Produktivitas tanaman kakao yang rendah dan cenderung menurun di perkebunan rakyat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya banyak tanaman tua dan terserang hama penggerek buah kakao (PBK) maupun penyakit *vascular streak dieback* (VSD). Susilo (2007) menyatakan rendahnya produktivitas kakao, salah satunya disebabkan rendahnya adopsi benih unggul. Benih unggul berperan penting dalam menentukan tingkat produktivitas dan kualitas produk yang akan dihasilkan. Selain itu, benih unggul dapat mengurangi risiko dari gangguan hama/penyakit dan lainnya. Upaya peningkatan produktivitas kakao dapat dilakukan melalui rehabilitasi, peremajaan dengan materi tanaman atau benih unggul, dan penerapan budidaya secara benar.

Penyebaran benih unggul agar sampai dan diadopsi oleh petani sebagai pengguna melalui proses yang panjang dan sangat dipengaruhi oleh masalah teknis, ekonomis, dan sosial (Mardiharini, Taufik, & Sudaryanto, 1990). Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui penyebab rendahnya adopsi teknologi termasuk benih unggul. Hasil penelitian Abebe, Bijman, Pascucci, & Omta (2013) menunjukkan keputusan petani dalam mengadopsi benih unggul tidak hanya dipengaruhi faktor agronomis, tetapi juga faktor non agronomis seperti preferensi terhadap benih tersebut. Faktor internal seperti pengetahuan dan pengalaman petani sangat berpengaruh dalam mengadopsi teknologi (Listyati, Sudjarmoko, & Hasibuan, 2011; Wahyudi & Hasibuan, 2011), demikian juga faktor eksternal seperti penyuluhan dan kelembagaan di tingkat petani (Giroh, Abubakar, Balogun, Wuranti, & Ogbebor, 2006; Tiamiyu, Akintola, & Rahji, 2009; Owuau *et al.*, 2013). Hasil dari penelitian Listyati, Sudjarmoko, & Hasibuan (2013) diperoleh informasi bahwa adopsi benih unggul dipengaruhi langsung oleh persepsi petani terhadap benih dan ketersediaan benih unggul serta secara tidak langsung dipengaruhi oleh faktor eksternal dan karakteristik petani. Smale & Olwande (2014) melaporkan petani sangat responsif terhadap harga benih unggul varietas baru.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu perlu dikaji faktor-faktor kunci yang mampu mendorong petani untuk mengadopsi benih unggul kakao. Penelitian bertujuan mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi petani dalam mengadopsi benih unggul kakao dengan studi kasus di Provinsi Lampung. Informasi yang diperoleh dari penelitian ini dapat

digunakan sebagai masukan dalam penyusunan strategi peningkatan adopsi benih unggul kakao dalam mendukung kebijakan pengembangan perkebunan kakao secara nasional.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kabupaten Pesawaran dan Lampung Utara, Provinsi Lampung, mulai Mei sampai Agustus 2012. Lokasi tersebut dipilih secara sengaja dengan pertimbangan bahwa Provinsi Lampung merupakan salah satu wilayah pengembangan kakao utama di luar Pulau Sulawesi.

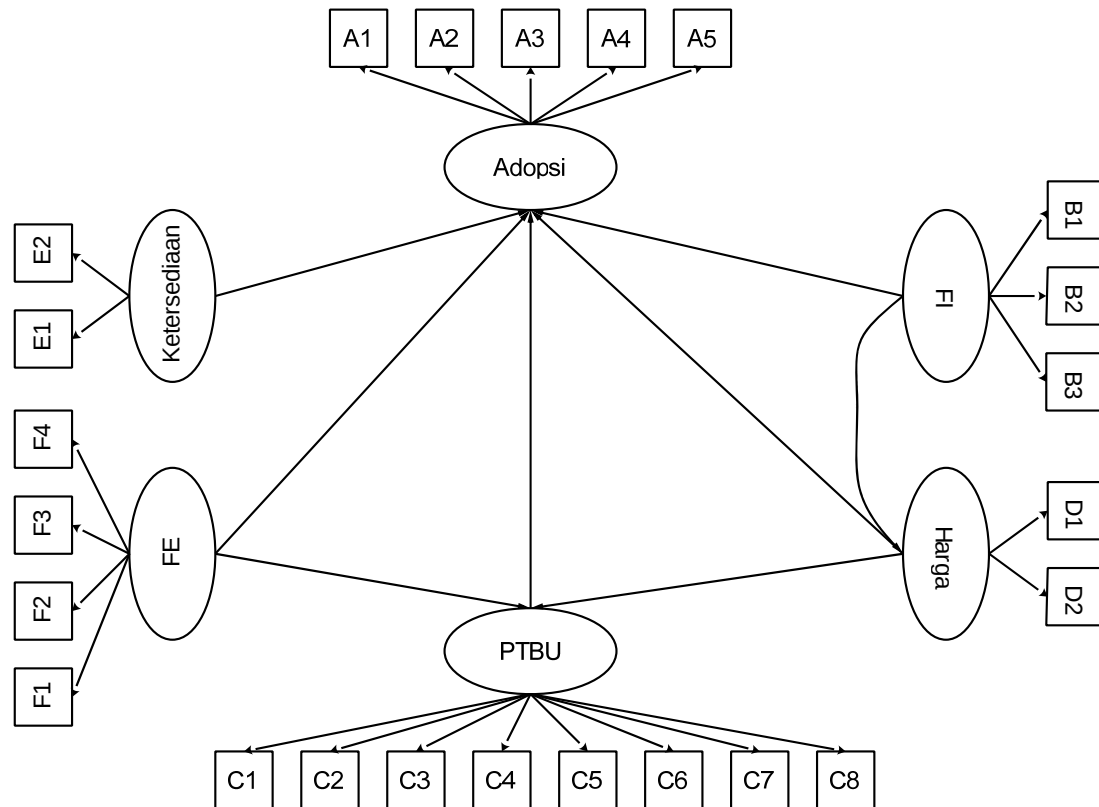
Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan melalui teknik wawancara yang berpedoman pada kuesioner yang telah dipersiapkan dengan pengambilan sampel petani responden sebanyak 103 orang. Metode sampling yang digunakan adalah *accidental sampling* sesuai dengan metode Firdaus & Annisya (2006), yaitu dengan mengobservasi responden berdasarkan kesediaan untuk diwawancara. Informasi yang dikumpulkan adalah karakteristik petani responden dan penggunaan benih unggul. Pengukuran terhadap peubah-peubah yang terkait dengan adopsi benih unggul kakao dilakukan dengan menggunakan skala Likert. Data pendukung penelitian menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Direktorat Jenderal Perkebunan, Badan Pusat Statistik, dan Dinas Perkebunan setempat, serta sumber lainnya sesuai dengan tujuan penelitian.

Analisis Data

Analisis karakteristik responden dilakukan secara deskriptif. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap adopsi benih unggul kakao dinilai dengan model persamaan struktural (*structural equation model/SEM*) yang menurut Wijanto (2008) dalam penerapannya dapat menggunakan program AMOS (*analysis of moment structure*). SEM dapat menjelaskan keterkaitan peubah secara kompleks serta efek langsung dan tidak langsung dari satu atau beberapa peubah terhadap peubah lainnya.

Penggunaan model persamaan struktural pada penelitian ini terdiri atas 6 peubah laten dan 24 peubah manifes. Hubungan dari peubah-peubah tersebut digambarkan dalam bentuk diagram lintas (*path diagram*) (Gambar 1). Hubungan tersebut disusun berdasarkan hasil studi pustaka dan hasil-hasil penelitian sebelumnya.



Keterangan:

Adopsi	: Tingkat adopsi benih unggul
FI	: Faktor internal/karakteristik petani
PTBU	: Preferensi petani terhadap benih unggul
Harga	: Harga benih
Ketersediaan	: Ketersediaan benih
FE	: Faktor eksternal
A1	: Tahap mengetahui tentang benih unggul
A2	: Tahap mempelajari benih unggul
A3	: Tahap mempertimbangkan untuk menggunakan
A4	: Tahap menggunakan benih unggul
A5	: Tahap mengevaluasi benih unggul
B1	: Umur petani
B2	: Tingkat pendidikan petani
B3	: Pengalaman dalam berusahatani
C1	: Produktivitas tanaman
C2	: Ketahanan terhadap hama dan penyakit
C3	: Kecepatan panen
C4	: Umur produktif
C5	: Efisiensi penggunaan pupuk
C6	: Kemudahan pemeliharaan
C7	: Kualitas benih/bibit
C8	: Daya tumbuh benih/bibit
D1	: Harga benih/bibit
D2	: Kesesuaian harga benih dengan kualitasnya
E1	: Ketersediaan benih
E2	: Akses/kemudahan mendapatkan benih
F1	: Demplot penggunaan benih unggul
F2	: Penyuluhan tentang benih unggul
F3	: Buku panduan/juklak/juknis/leaflet/poster
F4	: Kelompok tani

Gambar 1. Model persamaan struktural berupa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap adopsi benih unggul kakao

Figure 1. Factors in the structural equation model that affecting the adoption of cocoa superior seeds

Uji Validitas Model

Agar dapat digunakan untuk menganalisis hubungan antar peubah yang ada dalam model maka perlu diuji kelayakan (*goodness of fit*) dari model tersebut (Tabel 1). Namun demikian, Wijanto (2008) menyebutkan untuk menguji kelayakan dari model, tidak dapat menggunakan satu kriteria saja karena belum ada uji statistik yang dapat digunakan untuk menguji kekuatan model. Oleh karena itu, digunakan beberapa alternatif ukuran berdasarkan kriteria *goodness of fit* (Tabel 1).

Tabel 1. Kriteria *goodness of fit* adopsi benih unggul kakao
Table 1. The *goodness of fit* criteria of the adoption of cocoa superior seeds

No.	Kriteria indeks ukuran	Nilai acuan
1.	Chi kuadrat (X^2)	Sekecil mungkin
2.	P-value	$\geq 0,05$
3.	X^2/df	$\leq 3,00$
4.	RMSEA	$\leq 0,08$
5.	GFI	Mendekati 1
6.	AGFI	Mendekati 1

Sumber/Source: Wijaya (2009)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Petani Responden

Responden penelitian berjumlah 103 orang yang memiliki karakteristik cukup beragam ditinjau dari segi umur, pendidikan, pengalaman, penguasaan lahan maupun usaha lain (Tabel 3). Umur petani kakao sebagian besar masih di bawah 40 tahun (53,40%), namun dilihat dari tingkat pendidikannya rata-rata rendah, yaitu sebanyak 48,54% hanya berpendidikan sekolah dasar (SD). Hal ini dapat mempengaruhi tingkat adopsi petani terhadap benih unggul kakao. Beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya menunjukkan tingkat adopsi teknologi sangat erat kaitannya dengan umur dan pendidikan petani. Pada umumnya petani yang masih muda lebih terbuka dalam mengadopsi teknologi baru. Umur petani memiliki peranan yang sangat penting dalam proses adopsi teknologi, terutama berkaitan dengan keinginan untuk dapat memperoleh inovasi teknologi baru (Habib, Zafarullah, Iqbal, Nawab, & Ali, 2007), walaupun tidak berkaitan dengan akses terhadap informasi teknologi (Rehman *et al.*, 2013). Demikian pula tingkat pendidikan juga berperan sangat penting dalam mengadopsi teknologi (Alane &

Manyong, 2007) karena petani yang berpendidikan lebih tinggi akan lebih mudah mengadopsi teknologi seperti benih unggul. Hasil penelitian Uematsu & Mishra (2010) menunjukkan tingkat pendidikan petani yang rendah menjadi faktor penghambat adopsi teknologi pertanian.

Selain umur dan pendidikan, pengalaman petani juga berpengaruh dalam adopsi benih unggul. Pengalaman berusahatani kakao berkaitan dengan awal penanaman tanaman kakao yang dilakukan oleh petani. Petani yang lebih lama dalam pengalaman usahatani kakao memiliki peluang lebih rendah dalam mengadopsi benih unggul. Dari hasil survei, petani kakao yang memiliki pengalaman usahatani kakao lebih dari 10 tahun sebanyak 44,66%.

Hasil survei menunjukkan terdapat 52,43% petani yang luas kepemilikan lahannya kurang dari 1 ha, dan yang memiliki luas lahan kakao di bawah 1 ha mencapai 72,82% (Tabel 2). Hal ini menunjukkan usahatani kakao diusahakan dalam skala yang relatif kecil. Penguasaan lahan sempit cenderung membuat petani kurang berminat menggunakan benih unggul. Hasil penelitian Aneani, Anchirinah, Owusu-Ansah, & Asamoah (2012) menunjukkan petani yang memiliki luas lahan lebih tinggi cenderung menggunakan teknologi budidaya anjuran untuk dapat meningkatkan produktivitas dan pendapatannya.

Hasil penelitian menunjukkan sebagian besar petani kakao memiliki usaha lain di luar usahatani kakao dan hanya sebesar 22,33% petani yang tidak memiliki usaha lain. Perolehan pendapatan dari usaha lainnya di luar usahatani kakao berperan penting dalam menopang ekonomi rumah tangga petani serta berpeluang sebagai modal tambahan dalam mengadopsi benih unggul. Di sisi lain, banyaknya petani yang memiliki usaha lain di luar usahatani kakao diakibatkan oleh rendahnya luas areal kakao yang dimiliki. Seperti telah diuraikan sebelumnya kepemilikan lahan kakao di lokasi penelitian sebagian besar kurang dari 1 ha. Hasil penelitian Ermia, Hasibuan, & Wahyudi (2014) menyebutkan untuk dapat memenuhi kebutuhan hidup layak, luas areal kakao minimal yang dimiliki petani adalah 2 ha. Dengan demikian, masih rendahnya luas kebun kakao petani di Provinsi Lampung mengindikasikan usahatani kakao hanya dijadikan sebagai usaha sampingan. Kondisi tersebut berdampak pada keinginan petani untuk mengadopsi teknologi menjadi rendah.

Tabel 2. Karakteristik petani kakao responden di Provinsi Lampung (2012)
Table 2. Characteristics of cacao farmers in Lampung Province (2012)

No.	Uraian	Jumlah (orang)	Persentase
1.	Umur responden		
a.	Kurang dari 30 tahun	13	12,62
b.	31–40 tahun	42	40,78
c.	41–50 tahun	28	27,18
d.	Lebih dari 51 tahun	20	19,42
2.	Tingkat pendidikan responden		
a.	SD	50	48,54
b.	SLTP	30	29,13
c.	SLTA	22	21,36
d.	Perguruan Tinggi	1	0,97
3.	Pengalaman usahatani kakao		
a.	Kurang dari 5 tahun	8	7,77
b.	5–10 tahun	49	47,57
c.	10–20 tahun	38	36,89
d.	Lebih dari 20 tahun	8	7,77
4.	Luas kepemilikan lahan		
a.	Kurang dari 1 ha	54	52,43
b.	1–3 ha	47	45,63
c.	Lebih dari 3 ha	2	1,94
5.	Luas kebun kakao		
a.	Kurang dari 1 ha	75	72,82
b.	1–3 ha	28	27,18
c.	Lebih dari 3 ha	0	0,00
6.	Usaha lain di luar usahatani kakao		
a.	Tidak ada	23	22,33
b.	Wirausaha/pedagang	21	20,39
c.	PNS/TNI/POLRI	2	1,94
d.	Usaha lain-lain	57	55,34

Penggunaan Benih Unggul Kakao oleh Petani

Penggunaan benih untuk usahatani kakao di Provinsi Lampung pada umumnya belum berasal dari varietas unggul. Hasil survei menunjukkan 87,38% petani masih menggunakan benih lokal atau bukan benih bina. Benih tersebut diperoleh petani melalui seleksi terhadap pertanaman kakao yang ada di sekitarnya. Sementara itu, penggunaan benih unggul bersertifikat sesuai dengan anjuran masih sangat rendah karena hanya mencapai 12,62% (Tabel 3).

Rendahnya penggunaan benih unggul bersertifikat di lokasi penelitian sangat terkait dengan sumber perolehan benih. Sebagian besar (77,67%) petani menggunakan benih tidak bersertifikat yang berasal dari berbagai sumber lain. Sebelum memutuskan untuk menggunakan benih tersebut, petani umumnya sudah terlebih dahulu mendapatkan informasi atau melihat langsung kondisi pertanaman kakao. Dengan

demikian, secara tidak langsung, petani juga sudah melakukan seleksi sesuai dengan tingkat pengetahuan masing-masing.

Peran pemerintah masih sangat rendah dalam upaya peningkatan penggunaan benih unggul kakao, yaitu hanya 15,53% petani kakao yang memperoleh bantuan benih unggul dari pemerintah pusat/daerah. Selain dari kedua sumber tersebut, petani kakao memperoleh benih unggul dengan membeli ke penangkar benih (6,80%). Di sisi lain, rendahnya peran penangkar dalam penyaluran benih unggul kepada petani dapat dipandang sebagai sistem perbenihan yang belum berkembang dengan baik. Berkaitan dengan hal tersebut, peran pemerintah untuk mendorong penggunaan benih unggul oleh petani sangat diperlukan, baik dalam bentuk bantuan benih maupun pembinaan penangkar secara lebih intensif termasuk penyuluhan untuk mengadvokasi petani menggunakan benih unggul.

Tabel 3. Jenis dan sumber benih kakao yang digunakan oleh petani responden di Provinsi Lampung
Table 3. Types of the superior cacao seeds and their sources used by farmers's residence in Lampung Province

No.	Uraian	Jumlah (orang)	Persentase
1.	Penggunaan benih kakao:		
	a. Benih lokal	90	87,38
	b. Benih unggul	13	12,62
2.	Sumber benih:		
	a. Penangkar benih	7	6,80
	b. Bantuan pemerintah	16	15,53
	c. Lainnya	80	77,67

Tabel 4. Kelayakan model persamaan struktural adopsi benih unggul kakao
Table 4. The feasibility of a structural equation model in adoption of superior cocoa seeds

No	Kriteria indeks ukuran	Nilai acuan	Hasil pengujian	
			Nilai	Keterangan
1	χ^2	Sekecil mungkin	507,651	Tidak fit
2	P-value	$\geq 0,05$	0,000	Tidak fit
3	χ^2/df	$\leq 3,00$	1,975	Fit
4	RMSEA	$\leq 0,08$	0,098	Marginal fit
5	GFI	Mendekati 1	0,726	Marginal fit
6	AGFI	Mendekati 1	0,653	Marginal fit

Validitas Model

Hasil uji validitas model persamaan struktural terhadap faktor-faktor yang berpengaruh terhadap adopsi benih unggul kakao terlihat bahwa dari 6 kriteria yang diuji, terdapat satu kriteria yang menunjukkan model tersebut fit, sedangkan kriteria marginal fit ada 3 dan 2 kriteria tidak fit (Tabel 4). Kriteria yang tidak fit seperti χ^2 dapat disebabkan kriteria tersebut merupakan ukuran yang sangat sensitif terhadap jumlah observasi (Hoe, 2008). Selain itu, jumlah parameter model juga sangat mempengaruhi nilai χ^2 sehingga model dengan jumlah parameter yang semakin besar akan menghasilkan χ^2 semakin besar juga akibat semakin kompleksnya model. Jika ukuran tersebut tidak fit maka dapat digunakan kriteria lain (Iacobucci, 2010). Beberapa faktor yang menyebabkan kriteria χ^2 tidak fit dapat diatasi dengan menggunakan *relative/normed Chi-square* (χ^2/df) (Hooper, Coughlan, & Mullen, 2008). Kline (1998) menyarankan rasio yang lebih kecil dari 3

sehingga model yang digunakan cukup fit. Dengan demikian, nilai χ^2/df yang diperoleh sebesar 1,975 untuk model SEM kakao. Hal ini mengindikasikan model persamaan struktural adopsi benih unggul kakao cukup fit.

Hubungan Peubah Indikator dengan Peubah Laten

Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui hampir sebagian besar peubah indikator yang digunakan dapat menjelaskan peubah laten, kecuali indikator pendidikan dan pengalaman terhadap faktor internal dan indikator kesesuaian harga terhadap harga (Tabel 5). Atas dasar itu, maka peubah-peubah indikator yang ada dinilai masih cukup layak untuk menjelaskan peubah laten sehingga analisis berikutnya dapat dilanjutkan untuk mengetahui hubungan antar peubah laten sesuai dengan hipotesis yang telah disampaikan pada Gambar 1.

Tabel 5. Indikator penentu peubah laten pada model adopsi benih unggul kakao
Table 5. The definite factors determined latent variabls in a model of adoption of cacao superior seeds

Hubungan peubah			Nilai estimasi	P-value	Keterangan
Indikator		Laten			
Mengetahui	→	Adopsi	0,589	0,000	*
Mempelajari	→	Adopsi	0,681	0,000	*
Pertimbangan menggunakan	→	Adopsi	0,519	0,001	*
Menggunakan	→	Adopsi	0,601	0,000	*
Mengevaluasi	→	Adopsi	0,431	0,002	*
Umur	→	Faktor internal	0,685	0,000	*
Pendidikan	→	Faktor internal	-0,072	0,596	tn
Pengalaman	→	Faktor internal	0,592	0,324	tn
Produktivitas	→	Preferensi	0,592	0,000	*
Ketahanan hama/penyakit	→	Preferensi	0,638	0,000	*
Kecepatan panen	→	Preferensi	0,192	0,082	**
Umur produktif	→	Preferensi	0,527	0,000	*
Efisiensi pupuk	→	Preferensi	0,386	0,000	*
Pemeliharaan	→	Preferensi	0,488	0,000	*
Kualitas benih	→	Preferensi	0,617	0,000	*
Daya tumbuh	→	Preferensi	0,776	0,000	*
Tingkat harga	→	Harga	0,223	0,000	*
Kesesuaian harga	→	Harga	0,688	0,242	tn
Jumlah yang tersedia	→	Ketersediaan	0,868	0,000	*
Akses	→	Ketersediaan	0,854	0,000	*
Demplot	→	Faktor eksternal	0,517	0,000	*
Penyuluhan	→	Faktor eksternal	0,261	0,114	***
Media panduan	→	Faktor eksternal	0,481	0,040	*
Kelompok tani	→	Faktor eksternal	0,355	0,057	**

Keterangan: *, **, dan *** masing-masing nyata pada taraf 5%, 10%, dan 15%;
tn = tidak nyata

Notes : *, **, and *** significant at 5%, 10%, and 15% level respectively;
tn = not significant

Model Persamaan Struktural Adopsi Benih Unggul Kakao

Hubungan antar peubah laten dalam model persamaan struktural adopsi benih unggul kakao dapat diketahui melalui hasil uji hubungan antar peubah dalam model. Dari 5 peubah yang diduga berpengaruh terhadap adopsi, terdapat 2 peubah nyata pada taraf 5%, yaitu preferensi petani terhadap benih unggul dan ketersediaan benih. Sementara peubah faktor eksternal memiliki pengaruh nyata pada taraf 10% (Tabel 6). Masing-masing peubah laten tersebut dapat digambarkan oleh peubah-peubah indikatornya pada taraf 5, 10 dan 15% (Tabel 5). Nilai estimasi dari faktor muatan (*loading factor*) menunjukkan tingkat kontribusi peubah indikator dalam membentuk peubah laten.

Preferensi dan harapan petani terhadap benih unggul memiliki pengaruh positif dan paling tinggi dibandingkan dengan peubah lainnya. Hal ini dapat

dilihat dari nilai pengaruh yang mencapai 59%. Kondisi tersebut mengindikasikan preferensi petani merupakan faktor paling penting bagi petani untuk memutuskan dalam mengadopsi benih unggul kakao. Sementara itu, peubah preferensi petani terhadap benih unggul memiliki 7 peubah indikator pada taraf 5%, yaitu produktivitas, ketahanan terhadap hama dan penyakit, umur produktif, efisiensi penggunaan pupuk, kemudahan dalam pemeliharaan, kualitas benih, dan daya tumbuh benih unggul, sedangkan indikator kecepatan panen nyata pada taraf 10%. Hal tersebut mengindikasikan peningkatan produktivitas, ketahanan terhadap hama dan penyakit, umur produktif, efisiensi penggunaan pupuk, kemudahan dalam pemeliharaan, kualitas benih, dan daya tumbuh benih unggul pada taraf nyata 5%, termasuk kecepatan panen dari benih unggul sangat penting untuk menarik minat petani untuk menggunakannya.

Tabel 6. Hubungan antar peubah laten dalam model SEM adopsi benih unggul kakao
Table 6. Relationship among the latent variables in a SEM model of the adoption of cacao superior seeds

Hubungan antar peubah		Nilai estimasi	P-value	Keterangan
Preferensi	→ Adopsi	0,591	0,017	*
Ketersediaan	→ Adopsi	0,364	0,007	*
Faktor eksternal	→ Adopsi	0,333	0,095	**
Faktor internal	→ Adopsi	-0,154	0,352	tn
Harga	→ Adopsi	-0,164	0,527	tn
Faktor internal	→ Harga	0,024	0,887	tn
Harga	→ Preferensi	0,584	0,140	***
Faktor eksternal	→ Preferensi	-0,127	0,408	tn

Keterangan: *, **, dan *** masing-masing nyata pada taraf 5%, 10%, dan 15%;
tn = tidak nyata

Notes : *, **, and *** significant at 5%, 10%, and 15% level respectively;
tn = not significant

Pentingnya pemenuhan preferensi petani mengenai benih unggul sejalan dengan Abebe *et al.* (2013) yang menyatakan keputusan petani dalam mengadopsi benih unggul lebih didorong oleh preferensi dan harapan terhadap benih unggul tersebut dibandingkan dengan sifat-sifat agronomis benih unggul itu sendiri. Di sisi lain, penghasil varietas unggul cenderung lebih memperhatikan karakter agronomis dari varietas yang dihasilkan tanpa menyesuakannya dengan harapan petani sebagai pengguna. Sebagai contoh, hasil penelitian Hasibuan, Listyati, & Sudjarmoko (2013) menunjukkan atribut benih kopi yang paling penting bagi petani adalah ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit dibandingkan dengan produktivitas. Hal tersebut tentu perlu menjadi perhatian penting bagi pemulia tanaman kakao untuk menghimpun informasi dari seluruh pemangku kepentingan dalam agribisnis kakao terutama petani mengenai karakteristik varietas unggul kakao yang diinginkan.

Ketersediaan benih juga menjadi peubah yang mempengaruhi adopsi benih unggul oleh petani pada taraf 5%. Peubah ini memberikan pengaruh positif dan memiliki nilai pengaruh sebesar 36% sehingga tingkat pengaruhnya masih sangat tinggi. Peubah ketersediaan memiliki 2 peubah indikator, yaitu ketersediaan benih kakao saat dibutuhkan oleh petani dan kemudahan dalam memperoleh benih unggul kakao pada saat dibutuhkan, berpengaruh nyata pada taraf 5% (Tabel 5). Hal ini menggambarkan ketersediaan benih yang mudah dijangkau oleh petani merupakan hal yang sangat penting untuk mendorong petani menggunakan benih unggul. Kondisi tersebut sejalan dengan hasil penelitian Indraningsih (2011) yang menyebutkan keputusan petani dalam mengadopsi teknologi lebih banyak dipengaruhi oleh ketersediaan input teknologi tersebut.

Dalam upaya meningkatkan adopsi benih unggul, ketersediaan benih di tingkat petani dalam jumlah dan waktu yang tepat dengan kebutuhan petani menjadi sangat penting. Salah satu upaya yang dapat ditempuh adalah menumbuhkan kemandirian petani untuk memproduksi benih di kawasan-kawasan sentra produksi. Di sisi lain, ketersediaan benih unggul kakao juga masih menjadi masalah serius. Limbongan & Djufri (2013) menyebutkan untuk mendukung program revitalisasi kakao masih terjadi kekurangan benih kakao sekitar 18 juta per tahun. Dengan demikian, permasalahan ketersediaan benih unggul kakao merupakan permasalahan serius yang memerlukan upaya pemecahan segera.

Faktor eksternal berpengaruh nyata pada taraf 10%. Terdapat dua indikator yang dapat menjelaskan pengaruh faktor eksternal pada taraf 5%, yaitu keberadaan kebun percontohan (demplot) yang dapat diakses oleh petani, dan buku panduan/petunjuk pelaksanaan/petunjuk teknis/leaflet/poster/brosur maupun lainnya mengenai benih unggul kakao. Dua indikator lainnya, yaitu peran kelompok tani dalam mengadvokasi petani untuk menggunakan benih unggul berpengaruh nyata pada taraf 10%, sedangkan kegiatan penyuluhan mengenai benih unggul berpengaruh nyata pada taraf 15%. Peningkatan upaya-upaya yang berkaitan dengan faktor teknis sosial seperti pembangunan kebun percontohan, penyuluhan, maupun buku/leaflet/poster mengenai benih unggul sangat penting untuk meningkatkan adopsi benih unggul. Hasil penelitian Mariano, Villano, & Fleming (2012) menunjukkan keberadaan kebun percontohan merupakan faktor paling utama dalam adopsi teknologi, walaupun hal tersebut masih sangat tergantung pada partisipasi petani dalam kebun percontohan tersebut. Peran penyuluh juga sangat penting dalam upaya mempercepat adopsi benih unggul. Sayaka & Hestina

(2011) menyebutkan pemberdayaan penyuluh pertanian lapangan sangat membantu dalam upaya akselerasi peningkatan adopsi benih unggul.

Faktor internal tidak berpengaruh terhadap adopsi dan harga. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh belum mempunyai peubah indikator yang digunakan dalam menjelaskan secara rinci dan akurat tentang kondisi faktor internal petani. Dugaan ini bisa dilihat pada Tabel 5 bahwa dari tiga indikator yang digunakan ternyata hanya satu indikator yang nyata pada taraf 5%, yaitu umur petani.

Peubah harga benih memberikan pengaruh tidak langsung terhadap adopsi benih, unggul kakao melalui peubah preferensi petani terhadap benih unggul pada taraf 15%. Semakin tinggi harga benih, maka preferensi petani terhadap benih unggul semakin tidak baik, yang berdampak pada semakin rendahnya adopsi benih unggul. Sayaka & Hestina (2012) menyebutkan harga merupakan faktor penghambat adopsi benih unggul. Kondisi tersebut terjadi karena keterbatasan modal petani, di sisi lain, petani dapat memperoleh benih melalui seleksi terhadap tanaman yang ada.

KESIMPULAN

Adopsi benih unggul di Provinsi Lampung, dipengaruhi secara langsung oleh preferensi petani terhadap benih unggul, ketersediaan benih, dan faktor eksternal sementara harga benih memberikan pengaruh tidak langsung melalui preferensi petani terhadap benih. Dalam upaya meningkatkan adopsi benih unggul, perlu dihasilkan benih unggul kakao yang memiliki karakter produktivitas, ketahanan terhadap hama dan penyakit, kecepatan panen, umur produktif, efisien penggunaan pupuk, kemudahan dalam pemeliharaan, kualitas benih, dan daya tumbuh benih yang lebih baik sesuai dengan preferensi petani. Selain itu, diupayakan ketersediaan benih unggul kakao sesuai dengan kebutuhan petani melalui pengembangan kawasan mandiri benih di sentra-sentra produksi. Dalam proses diseminasi teknologi juga diperlukan aktivitas penyuluhan, demplot/kebun percontohan yang mudah diakses oleh petani, dan penyediaan buku panduan petunjuk pelaksanaan/petunjuk teknis/leaflet/poster/brosur mengenai benih unggul kakao.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Kepala Dinas Perkebunan Provinsi Lampung beserta staff dan teknisi litkayasa yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abebe, G.K., Bijman, J., Pascucci, S., & Omta, O. (2013). Adoption of improved potato varieties in Ethiopia: The role of agricultural knowledge and innovation system and smallholder farmer's quality assessment. *Agricultural Systems*, 122, 22-32. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.agry.2013.07.008>.
- Alane, A.D., & Manyong, V. M. (2007). The effects of education on agricultural productivity under traditional and improved technology in northern Nigeria: An endogenous switching regression analysis. *Empirical Economics*, 32(1), 141-159. doi:10.1007/s00181-006-0076-3.
- Aneani, F., Anchirinah, V. M., Owusu-Ansah, F., & Asamoah, M. (2012). Adoption of some cocoa production technologies by cocoa farmers in Ghana. *Sustainable Agriculture Research*, 1(1), 103-117. doi: 10.5539/sar.v1n1p103.
- Ermiahi, Hasibuan, A.M., & Wahyudi, A. (2014). Profil dan kelayakan usahatani kakao di Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 1(3), 125-132.
- Firdaus, M., & Annisya, N. (2006). Nilai dan loyalitas pelanggan restoran Macaroni Panggang Bogor: Aplikasi permodelan persamaan struktural (SEM). *Jurnal Manajemen dan Agribisnis*, 3(2), 81-87.
- Giroh, D.Y., Abubakar, M., Balogun, F.E., Wuranti, V., & Ogbobor, O.J. (2006). Adoption of rubber quality innovations among smallholder rubber farmers in two farm settlements of Delta State, Nigeria. *Journal of Sustainable Development in Agriculture and Environment*, 2(1), 74-79.
- Habib, M., Zafarullah, M., Iqbal, M., Nawab, K., & Ali, S. (2007). Effect of farmer field schools on sugar cane productivity in Malakand Agency. *Sarhad J. Agric.*, 23(4), 1133-1137.
- Hasibuan, A.M., D. Listyati, & B. Sudjarmoko. (2013). Analisis persepsi dan sikap petani terhadap atribut benih kopi di Provinsi Lampung. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4(3), 219-228.
- Hoe, S.L. (2008). Issues and procedures in adopting structural equation modeling technique. *Journal of Applied Quantitative Methods*, 3(1), 76-83.
- Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. (2008). Structural equation modelling: Guidelines for determining model fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*, 6(1), 53-60.
- Iacobucci, D. (2010). Structural equations modeling: Fit Indices, sample size, and advanced topics. *Journal of Consumer Psychology*, 20, 90-98. doi:10.1016/j.jcps.2009.09.003.
- Indraningsih, K.S. (2011). Pengaruh penyuluhan terhadap keputusan petani dalam adopsi inovasi teknologi usahatani terpadu. *Jurnal Agro Ekonomi* 29(1), 1- 24.
- Kline, R.B. (1998). *Principles and practice of structural equation modeling*. New York: Guilford Press.
- Limbongan, J., & Djufry, F. (2013). Pengembangan teknologi sambung pucuk sebagai alternatif pilihan perbanyakan bibit kakao. *J. Litbang Pert.*, 32(4), 166-172.

- Listiyati, D., Sudjarmoko, B., & Hasibuan, A.M. (2011). Peluang adopsi inovasi budidaya gambir di Sumatera Barat. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 2(1), 81–88.
- Listiyati, D., Sudjarmoko, B., & Hasibuan, A.M. (2013). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi benih unggul kopi di Lampung. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4(2), 165–174.
- Mardiharini, M., Taufik, M.M., & Sudaryanto, T. (1990). Studi diagnostik pembangunan usahatani kedelai di Desa Karya Mukti, Kab. Karawang. *Jurnal Agro Ekonomi*, 9(1), 57–82.
- Mariano, M.J., Villano, R., & Fleming, E. (2012). Factors influence farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philipines. *Agricultural Systems* 110, 41–53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2012.03.010>.
- Owuau, A.B., Nimo, W.A., Wilson, D., Alfred, A.B., Nsiah, F.B., Joyce, H., ... & Aliou, D. (2013). Factors affecting the adoption and use of NERICA varieties among rice producing households in Ghana. *Asian Journal of Agricultural and Rural Development*, 3(10), 721–735.
- Rehman, F., Muhammad, S., Ashraf, I., Mahmood Ch, K., Ruby, T., & Bibi, I. (2013). Effect of farmers' socioeconomic characteristics on access to agricultural information: Empirical evidence from Pakistan. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 23(1), 324–329.
- Rubiyo, & Siswanto. (2012). Peningkatan produksi dan pengembangan kakao (*Theobroma cacao* L.) di Indonesia. *Buletin Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 3(1), 33–48.
- Sayaka, B., & J. Hestina. (2011). Kendala adopsi benih unggul bersertifikat untuk usahatani kentang. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 29(1), 27–41.
- Smale, M., & Olwande, J. (2014). Demand for maize hybrid Change on smallholder farms in Kenya. *Agricultural Economics*, 45, 409–420. doi: 10.1111/ agec.12095.
- Susilo, A.W. (2007). Akselerasi program pemuliaan kakao (*Theobroma cacao* L.) melalui pemanfaatan penanda molekuler dalam proses seleksi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 23(1), 11–24.
- Tiamiyu, S.A., Akintola, J.O., & Rahji, M.Y.Y. (2009). Technology adoption and productivity difference among growers of new rice for Africa in Savanna Zone of Nigeria. *Tropicultura*, 27(4), 193–197.
- Uematsu, H., & Mishra, A.K. (2010). *Can education be a barrier to technology adoption?*. Paper presented at the Agricultural & Applied Economics Association 2010 AAEEA, CAES, & WAEA Joint Annual Meeting, Denver, Colorado.
- Wahyudi, A., & Hasibuan, A.M. (2011). Faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi teknologi lada di Kabupaten Belitung. *Buletin Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 2(1), 65–74.
- Wijaya, T. (2009). *Analisis structural equation modeling menggunakan AMOS*. Yogyakarta: Penerbit Universitas Atmajaya.
- Wijanto, S.H. (2008). *Structural equation modeling dengan Lisrel 8.8. Konsep dan Tutorial*. Edisi pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.

EVALUASI TINGKAT TOLERANSI 35 GENOTIPE KAKAO TERHADAP PERIODE KERING

EVALUATION OF THE TOLERANCE LEVELS OF 35 COCOA GENOTYPES TO DRY PERIODS

* Juniaty Towaha dan Edi Wardiana

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

* juniaty_tmunir@yahoo.com

(Tanggal diterima: 2 November 2015, direvisi: 7 November 2015, disetujui terbit: 20 November 2015)

ABSTRAK

Periode kering yang panjang akan berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan hasil kakao. Penelitian bertujuan mengetahui tingkat toleransi 35 genotipe kakao terhadap periode kering. Penelitian dilakukan di KP. Pakuwon, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, Jawa Barat; ketinggian tempat 450 m dpl; jenis tanah Latosol; dan tipe iklim B; mulai Agustus 2014 sampai Oktober 2015. Tiga puluh lima genotipe kakao terdiri atas dua genotipe unggul Sulawesi 1 dan SCA 6 serta 33 genotipe lokal digunakan dalam penelitian. Tanaman kakao berumur 3 tahun, ditanam pada jarak tanam 3 x 3 m di bawah pohon penayang kelapa Genjah Salak umur 26 tahun. Sepuluh pohon contoh dipilih secara acak; buah dipanen pada bulan Februari 2015 untuk periode basah dan Oktober 2015 untuk periode kering, berdasarkan data curah hujan dan hari hujan. Sebanyak 10–30 contoh buah per genotipe dipilih secara acak dari populasi komposit untuk masing-masing periode panen. Peubah yang diamati adalah bobot segar/buah, jumlah biji/buah, bobot segar dan kering biji/buah, serta bobot segar kulit buah + pulp/buah. Tingkat toleransi tanaman kakao terhadap periode kering didasarkan pada peubah bobot kering biji/buah. Hasil penelitian menunjukkan periode kering selama enam bulan sebelum panen berdampak nyata terhadap penurunan komponen buah kakao sebesar 4,92%–42,54%. Berdasarkan karakter bobot kering biji/buah, tiga genotipe kakao, yaitu KW 163, KW 165, dan KW 215 dapat dikelompokkan ke dalam genotipe toleran kekeringan, sedangkan genotipe lain termasuk ke dalam kelompok yang cukup toleran dan rentan. Hasil penelitian menunjukkan perlunya penelitian berikutnya untuk merakit varietas unggul kakao tahan kekeringan.

Kata kunci: Kakao, periode kering, toleransi

ABSTRACT

A prolong dry periods could have a negative impact on growth and yield of cocoa. The objectives of this study were to evaluate the tolerance levels of 35 cocoa genotypes to dry periods. The study was conducted at the Pakuwon Experimental Station, Indonesian Industrial and Beverages Crops Research Institute, Sukabumi, West Java; 450 m above sea level; Latosol soil type; and B type of climate; started from August 2014 until October 2015. Thirty five cacao genotypes consisted of two released variety (i.e Sulawesi 1 and SCA 6) and 33 other genotypes were used in this research. The cacao plants were three-years old, cultivated at a 3 x 3 m spacing distance under the 26 years old Salak Dwarf coconut trees. Ten plant samples were determined randomly and the fruits were harvested in February 2015 (wet period) and October 2015 (dry period). A bulk of 10–30 pods per genotype were randomly selected for each harvest periods. The variable observed were fresh weight per pod, number of beans per pod, fresh and dry weight of beans per pod, and fresh weight of pod husks + pulps per pod. The tolerance level to dry periods was determined base on the dry weight of bean/pod. The result showed that a continuous six months dry periods prior to harvesting significantly reduced yield components from 4.92%–42.54%. Based on the dry weight of beans per pod, three genotypes, namely KW 162, KW 165, and KW 215, were classified as tolerant, while the other were moderately tolerant and susceptible to drought. The result implies the important of further research to obtain superior cocoa clones resistance to drought.

Keywords: Cacao, dry period, tolerance

PENDAHULUAN

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tanaman yang umumnya dibudidayakan di lahan kering sehingga pertumbuhan dan hasilnya sangat tergantung pada karakter dan kondisi iklim di daerah setempat. Unsur-unsur iklim yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif, pembungaan, dan pembuahan kakao di antaranya ialah curah hujan, intensitas radiasi matahari, dan suhu (Zuiderma, Gerritsma, Mommer, & Anten, 2005; Almeida & Valle, 2007; Omolaja, Aikpokpodion, Adedeji, & Vwioko, 2009; Adjaloo, Oduro, & Banful, 2010; Ojo & Sadiq, 2010). Tanaman kakao termasuk ke dalam jenis tanaman yang menyukai kondisi ternaungi (*shade loving tree*) serta sensitif terhadap kondisi kekurangan air atau kekeringan (Oyekale, Bolaji, & Olowa, 2009; Carr & Lockwood, 2011).

Unsur iklim yang berhubungan erat dengan masalah kekeringan di antaranya adalah curah hujan dan hari hujan. Berdasarkan kriteria kesesuaian lahan dan iklim untuk tanaman kakao diketahui bahwa adanya periode bulan kering dengan curah hujan (CH) < 60 mm selama 5 bulan berturut-turut termasuk ke dalam kriteria “marginal”, sedangkan apabila lebih dari 5 bulan secara berturut-turut termasuk ke dalam kriteria “tidak sesuai” (Direktorat Jenderal Perkebunan [Ditjenbun], 2011). Periode waktu tersebut merupakan periode kritis terhadap perkembangan buah kakao sehingga akan berakibat terhadap menurunnya produksi dan kualitas biji yang akan diperoleh. Hasil penelitian menunjukkan pada tanaman kakao terdapat dua periode kritis selama berlangsungnya proses perkembangan “buah kecil/muda” (*cherelles*), yaitu 40 hari setelah pembuahan, dan 75 hari berikutnya pada saat terjadinya peningkatan proses metabolisme lemak dan karbohidrat yang ditandai oleh cepatnya perkembangan buah (McKelvie, 1956 *cited in* Carr & Lockwood, 2011). Perkembangan berikutnya adalah menuju kepada proses pendewasaan dan pematangan buah yang ditandai oleh cepat meningkatnya bobot kering biji (Carr & Lockwood, 2011).

Setiap genotipe kakao diduga akan memiliki respons yang berbeda-beda terhadap kondisi kekeringan karena masing-masing genotipe di samping berbeda dalam karakter genetiknya juga berbeda dalam karakter morfologi dan fisiologinya. Hal ini telah dibuktikan oleh beberapa hasil penelitian tentang pengaruh jumlah curah hujan dan radiasi matahari, serta efisiensi penggunaan air pada beberapa genotipe kakao yang telah dilakukan oleh Daymond & Hadley (2008); Guo, Zhang, & Huang (2010); Araque *et al.* (2012); Atayese, Olaiya, Adedeji, & Hammed (2012); Carr & Lockwood (2012); dan Santos *et al.* (2014). Berdasarkan hal tersebut, maka

peluang untuk memperoleh genotipe kakao toleran terhadap kekeringan menjadi terbuka lebar melalui penelitian-penelitian yang dilakukan.

Sampai saat ini penelitian yang mengkaji dampak kekeringan terhadap pertumbuhan dan hasil kakao di tingkat lapangan masih relatif terbatas. Penelitian yang umum dilakukan hanya merupakan karakterisasi respons metabolik terhadap beragam kombinasi cekaman lingkungan, termasuk di dalamnya cekaman kekeringan, serta terhadap pertumbuhan tanaman kakao muda (belum menghasilkan) di tingkat rumah kaca sehingga dampaknya terhadap hasil dan komponen hasil belum dapat diketahui dengan jelas (Mittler, 2006; Bae *et al.*, 2008; Moser *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2014). Bagi Indonesia, informasi hasil penelitian dampak kekeringan terhadap hasil dan komponen hasil di tingkat lapangan sangat diperlukan, mengingat Indonesia beriklim tropis. Penelitian bertujuan mengetahui tingkat toleransi 35 genotipe kakao terhadap periode kering.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan (KP) Pakuwon, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, Jawa Barat, pada ketinggian tempat 450 m dpl dengan jenis tanah Latosol dan tipe iklim B (Schmidt & Fergusson), mulai bulan Agustus 2014 sampai Oktober 2015.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah observasi terhadap populasi kakao yang terdiri atas 35 genotipe (2 genotipe merupakan klon unggul kakao, yaitu Sulawesi 1 dan SCA 6, dan 33 genotipe lainnya diperoleh dari KP. Kaliwining Jawa Timur). Seluruh genotipe kakao tersebut ditanam pada tahun 2012 dengan jarak tanam 3 x 3 m di bawah tanaman penaung kelapa Genjah Salak yang telah berumur sekitar 26 tahun. Pemeliharaan tanaman yang meliputi pemupukan, pengendalian hama, penyakit, dan gulma, serta pemangkasan tanaman mengikuti standar operasional yang dikeluarkan oleh Ditjenbun (2011).

Penetapan pohon contoh pengamatan sebanyak 10 pohon per genotipe dilakukan secara acak. Terhadap ke-10 pohon contoh tersebut kemudian dilakukan panen buah yang telah matang sebanyak dua kali yaitu Februari dan Oktober 2015. Penetapan contoh buah untuk diamati komponennya dilakukan secara acak, yaitu sebanyak 10-30 contoh buah per genotipe sesuai dengan ketersediaan buah yang telah memasuki kriteria matang fisiologis. Contoh-contoh buah tersebut diperoleh dari populasi komposit yang berasal dari 10 pohon contoh

sehingga seluruhnya berjumlah 1.441 contoh buah. Pengukuran komponen buah dilakukan terhadap: (1) bobot segar per buah, (2) jumlah biji per buah, (3) bobot segar biji per buah, (4) bobot kering biji per buah, dan (5) bobot segar kulit buah + pulp per buah.

Penentuan Periode Basah dan Kering

Penentuan periode musim hujan dan kemarau didasarkan pada data rata-rata curah hujan dan hari hujan bulanan maupun kumulatifnya selama 1 sampai 6 bulan sebelum panen buah. Data tersebut diperoleh dari Stasiun Klimatologi KP. Pakuwon. Kriteria periode kering (musim kemarau) ditetapkan apabila terjadi bulan kering ($CH < 60$ mm) selama lebih dari 5 bulan berturut-turut, dan termasuk ke dalam kategori “tidak sesuai” menurut kriteria teknis kesesuaian lahan dan iklim untuk kakao yang telah dikeluarkan oleh Ditjenbun (2011). Penentuan kedua periode musim ini selanjutnya diperkuat oleh pendapat yang menyatakan buah kakao mencapai matang fisiologis dalam periode waktu 150-180 hari (sekitar 5-6 bulan) setelah terjadinya proses pembuahan (Niemenak *et al.*, 2009; Colombo, Pinorini-Godly, & Conti, 2012). Pendapat lainnya yang hampir sama, yaitu sekitar 6-7 bulan setelah pembuahan (Almeida & Valle, 1995 cited in Almeida & Valle, 2007), dan distribusi hujan selama periode 6 bulan sebelum panen dapat berpengaruh terhadap produksi yang akan dicapai. Perbedaan periode kematangan buah kakao pada beberapa hasil penelitian dikarenakan hal itu sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan setempat (Alvim, 1978 cited in Almeida & Valle, 2007).

Pengklasifikasian Tingkat Toleransi Genotipe Kakao terhadap Periode Kering

Pengklasifikasian tingkat toleransi terhadap kekeringan didasarkan hanya pada peubah bobot kering biji per buah (Tabel 1) karena peubah tersebut merupakan salah satu bagian dari karakter komponen buah yang memiliki nilai ekonomi lebih penting dibandingkan dengan komponen buah lainnya. Bobot kering biji (kadar air 7,5%), juga termasuk salah satu persyaratan menurut SNI 2323:2008/Amd1:2010 (Badan Standardisasi Nasional [BSN], 2010). Di samping itu, peubah bobot kering ini merupakan peubah prediktor yang cukup akurat dalam menilai tingkat pertumbuhan dan hasil kakao karena mencerminkan tinggi-rendahnya akumulasi fotosintat. Almeida, Vencovsky, Cruz, & Bartley (1994) menyatakan karakter bobot kering biji per buah merupakan indikator utama dalam menilai produksi tanaman kakao. Keterkaitan antara bobot kering biji dengan konsep toleransi tanaman kakao terhadap kekeringan didasarkan pada pendapat Carr & Lockwood (2011), peningkatan

bobot kering biji kakao dinilai lambat pada 60 hari (2 bulan) pertama setelah pembuahan, dan mencapai puncaknya pada 100 hari (sekitar 3 bulan) berikutnya. Periode waktu tersebut merupakan periode sensitif terhadap kondisi cekaman air (kekeringan).

Tabel 1. Pengklasifikasian tingkat toleransi tanaman kakao terhadap periode kering didasarkan pada respons karakter bobot kering biji/buah

Table 1. Classification of cacao tolerance to dry periods based on the responses of dry weight of beans/pod character

Klasifikasi tingkat Toleransi	Respons karakter bobot kering biji/buah terhadap periode kering	Keterangan
Toleran	Komponen bobot kering biji per buah nyata lebih tinggi pada periode kering dibanding periode basah	$PK > PB$
Cukup toleran	Komponen bobot kering biji per buah tidak berbeda nyata antara periode kering dengan periode basah	$PK = PB$
Rentan	Komponen bobot kering biji per buah nyata lebih rendah pada periode kering dibanding periode basah	$PK < PB$

Keterangan: PK = periode kering; PB = periode basah
Notes : PK = dry periods; PB = wet periods

Analisis Data

Data bobot kering biji kakao yang dipanen pada periode kering dan basah, baik secara keseluruhan maupun untuk masing-masing genotipe kakao yang diuji dianalisis menggunakan uji t-student pada taraf 5% dan 1%, dengan kriteria analisisnya adalah uji yang tidak berpasangan dengan jumlah contoh ($= N$) yang tidak sama. Pengujian secara kumulatif untuk seluruh genotipe ditujukan untuk mengetahui dampak umum periode kering terhadap komponen buah, sedangkan pengujian terhadap masing-masing genotipe ditujukan untuk menilai tingkat toleransinya terhadap periode kering. Analisis data ini menggunakan bantuan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 21.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Periode Basah dan Kering

Penentuan periode basah dan kering pada penelitian ini dihitung mundur mulai dari 1 sampai 6 bulan sebelum dilakukannya dua kali periode panen buah, yaitu masing-masing pada Februari dan Oktober 2015 (Tabel 2). Berdasarkan data pada Tabel 2 dapat diketahui buah kakao yang dipanen pada periode pertama (Februari 2015) merupakan hasil dari genotipe kakao yang dalam perkembangannya dipengaruhi oleh kondisi periode basah dengan curah hujan per bulan 7,30-334,30 mm dan distribusi hariannya 1-23 hari per

bulan; sedangkan buah yang dipanen pada periode kedua dipengaruhi oleh periode kering dengan curah hujan per bulan 1,20-63,60 mm dan distribusinya 1-16 hari per bulan.

Walaupun curah hujan pada September dan Oktober 2014 cukup rendah, yaitu masing-masing 55,50 dan 7,30 mm, tetapi rata-rata kumulatifnya selama 5 dan 6 bulan tetap tinggi dan masih jauh di atas 60 mm (masing-masing 214,75 dan 173,26 mm). Sebaliknya, dengan curah hujan pada April 2015 yang sedikit lebih besar dari 60 mm, dan rata-rata kumulatifnya selama 6 bulan sebesar 21,76 mm, masih jauh di bawah optimal (60 mm). Oleh karena itu, buah kakao yang dipanen pada periode pertama (Februari

2015) dan kedua (Oktober 2015) masing-masing dinilai masih layak sebagai akibat dari adanya periode basah dan kering.

Pengaruh Periode Kering terhadap Komponen Buah

Berdasarkan pada hasil analisis statistik ternyata perubahan periode basah ke kering berpengaruh sangat nyata terhadap bobot segar/buah, jumlah biji/buah, bobot segar dan kering biji/buah, serta bobot kulit buah + pulp/buah. Periode kering berdampak negatif terhadap kelima komponen buah kakao sehingga terjadi penurunan yang sangat nyata, yaitu 4,92%-42,54% dibandingkan musim hujan (Tabel 3).

Tabel 2. Penentuan periode basah dan kering berdasarkan rata-rata curah hujan dan hari hujan pada 1-6 bulan sebelum dua periode panen kakao

Table 2. Determination of wet and dry periods based on average of rainfall and rainy days in 1-6 months before the two harvest periods of cacao

Kriteria penetapan musim	1–6 bulan sebelum panen						Penetapan periode
	Agus '14	Sept '14	Okt '14	Nop '14	Des '14	Jan '15	
..... Periode panen ke-1 (Pebruari 2015)							Basah
- CH/bln (mm)	76,20	7,30	55,50	334,30	264,00	255,20	
- CH rata-rata kumulatif/bln (mm)	157,08	173,26	214,75	284,50	259,60	255,20	
- HH/bln (hari)	10,00	1,00	16,00	22,00	23,00	22,00	
- HH rata-rata kumulatif/bln (hari)	15,67	16,80	20,75	22,33	22,50	22,00	
	Apr '15	Mei '15	Jun '15	Jul '15	Agus '15	Sept '15	
..... Periode panen ke-2 (Oktober 2015)							Kering
- CH/bln (mm)	63,60	32,00	20,00	1,30	2,00	1,20	
- CH rata-rata kumulatif/bln (mm)	21,76	11,30	6,13	1,50	1,60	1,20	
- HH/bln (hari)	16,00	10,00	7,00	1,00	1,00	1,00	
- HH rata-rata kumulatif/bln (hari)	6,00	4,00	2,50	1,00	1,00	1,00	

Keterangan: CH = curah hujan; HH = hari hujan; Sumber: Stasiun Klimatologi KP. Pakuwon

Notes : CH = rainfall; HH = rainy days; Source: Climatological Station of KP. Pakuwon

Tabel 3. Pengaruh periode kering terhadap komponen buah kakao*

Table 3. Effect of dry periods on the cocoa pod components

Periode	Bobot segar/buah (g)	Jumlah biji/buah	Bobot segar biji/buah (g)	Bobot kering biji/buah (g)	Bobot segar kulit buah + pulp/buah (g)
Basah	449,28 **	39,84 **	152,01 **	12,39 **	297,26 **
Kering	284,56	37,88	113,76	11,39	170,80
Penurunan (%)	36,63	4,92	25,16	8,07	42,54

Keterangan:

*data kumulatif 35 genotipe kakao (cumulative data of 35 genotypes of cacao)

** nyata pada taraf 1% (significant at 1% levels)

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan dalam kondisi keterbatasan air serta suhu udara yang terlalu tinggi berpengaruh negatif terhadap produksi dan kualitas biji kakao (Zuiderma *et al.*, 2005; Almeida & Valle, 2007; Bae *et al.*, 2008; Oyekale *et al.*, 2009; Moser *et al.*, 2010; Schwendenmann *et al.*, 2010), serta terhadap kecepatan pematangan buah, keguguran buah muda, ukuran buah dan biji, serta kandungan lemak (Daymond & Hadley, 2008). Hal yang sama juga dapat terjadi apabila jumlah curah hujan terlalu berlebihan (Almeida & Valle, 2007; Almeida, Chaves, & Da Silva, 2014; Lawal & Omonona, 2014). Terjadinya cekaman air selama berlangsungnya proses perkembangan buah kakao akan berakibat menurunnya ukuran dan bobot buah. Terhadap fenomena keguguran buah kecil/muda (*cherelle wilt*), kondisi kekeringan berpengaruh secara tidak langsung melalui terbatasnya pasokan dan akumulasi karbohidrat sebagai fotosintat pada buah kakao yang sedang mengalami perkembangan (Carr & Lockwood, 2011). Selanjutnya dikemukakan produksi biji kakao sangat dipengaruhi oleh jumlah curah hujan dan radiasi matahari. Curah hujan dan radiasi matahari tahunan selama musim kering dapat berpengaruh sekitar 70% terhadap keragaman total produksi pada 30 perkebunan kakao yang tersebar di daerah tropik (Zuiderma *et al.*, 2005).

Penurunan komponen buah kakao dikarenakan kekurangan air (kekeringan) merupakan akibat dari penurunan laju fotosintesis sehingga pasokan dan akumulasi fotosintat pada organ buah menjadi terhambat. Pada musim kemarau, laju evapotranspirasi akan meningkat, sementara itu absorpsi air oleh akar tanaman akan mengalami hambatan. Walaupun kandungan air tanah masih cukup tersedia, tetapi apabila laju kehilangan air melalui proses evapotranspirasi lebih besar dari pada laju absorpsi air oleh akar tanaman maka tanaman akan mengalami gejala kekeringan (Bray, 1997). Pada musim kemarau, walaupun energi matahari cukup melimpah tetapi karena keterbatasan air yang dapat diabsorpsi oleh akar tanaman maka akan dapat menurunkan laju fotosintesis sehingga fotosintat yang dihasilkan menjadi berkurang (Almeida & Valle, 2007). Selanjutnya dikemukakan juga bahwa menurunnya bobot kering biomassa serta laju pertumbuhan relatif

tanaman kakao sebagai akibat dari menurunnya laju fotosintesis merupakan karakter penting dalam menilai tingkat toleransi kakao terhadap kekurangan air (Santos *et al.*, 2014).

Tingkat Toleransi 35 Genotipe Kakao terhadap Periode Kering

Tingkat toleransi 35 genotipe kakao selama periode basah-kering menunjukkan variasi dari rentan sampai toleran (Tabel 4). Genotipe KW 163, KW 165, dan KW 215 termasuk kelompok toleran terhadap periode kering (8,57%), sedangkan genotipe lainnya, termasuk klon unggul Sulawesi 1 dan SCA 6, cukup toleran (68,57%), dan sisanya tergolong rentan (22,86%). Hasil penelitian ini sejalan dengan Baon (2011), yang menyatakan SCA 6 merupakan klon kakao yang stabil antar musim dan toleran terhadap cekaman kekeringan. Hasil penelitian Regazzoni, Sugito, Suryanto, & Prawoto (2015) menunjukkan klon KW 165 dan Sulawesi 1 yang ditanam di bawah naungan lamtoro memiliki nilai efisiensi konversi energi matahari lebih tinggi sehingga dinilai cukup efisien dalam melakukan fotosintesis. Efisiensi dalam penggunaan energi cahaya matahari ini diduga akan identik dengan efisiensinya dalam penggunaan air. Berdasarkan hasil penelitian, klon KW 165 dan Sulawesi 1 masing-masing termasuk ke dalam kelompok toleran dan cukup toleran terhadap kekeringan. Namun demikian, dugaan ini masih perlu dibuktikan melalui penelitian lanjutan mengenai efisiensi penggunaan air oleh beberapa genotipe tanaman kakao.

Hasil penelitian tingkat toleransi kakao terhadap kekeringan ini baru didasarkan pada salah satu indikator produksi, yaitu bobot kering biji per buah. Oleh karena itu, untuk memperoleh informasi yang lebih komprehensif tentang tingkat toleransi, perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menambah indikator produksi kakao lainnya, yaitu jumlah buah per pohon sehingga perkalian dari kedua indikator yang digunakan akan mampu merefleksikan tingkat produktivitas suatu genotipe yang diuji. Hal ini sejalan dengan pendapat Almeida *et al.* (1994) yang menyatakan di samping karakter bobot kering biji, karakter jumlah buah merupakan indikator penting dalam menilai produktivitas tanaman kakao.

Tabel 4. Tingkat toleransi 35 genotipe kakao terhadap periode kering didasarkan pada karakter bobot kering biji/buah
Table 4. The tolerance level of 35 cacao genotypes to dry periods based on dry weight of beans/pod character

No.	Genotipe	Periode	Bobot kering biji/buah (g)	Tingkat toleransi terhadap periode kering
1.	Sulawesi 1	Basah Kering	13,98 11,31	Cukup toleran
2.	SCA 6	Basah Kering	11,69 11,08	Cukup toleran
3.	KW 30	Basah Kering	11,70 12,50	Cukup toleran
4.	KW 48	Basah Kering	16,13 ** 10,97	Rentan
5.	KW 162	Basah Kering	18,50 ** 12,90	Rentan
6.	KW 163	Basah Kering	8,50 12,84 **	Toleran
7.	KW 165	Basah Kering	10,42 12,98 *	Toleran
8.	KW 215	Basah Kering	7,44 11,79 **	Toleran
9.	KW 264	Basah Kering	16,92 ** 10,16	Rentan
10.	KW 265	Basah Kering	18,49 ** 11,13	Rentan
11.	KW 396	Basah Kering	11,08 13,78	Cukup toleran
12.	KW 400	Basah Kering	15,03 * 12,49	Rentan
13.	KW 422	Basah Kering	15,09 ** 11,90	Rentan
14.	KW 514	Basah Kering	14,67 * 12,70	Rentan
15.	KW 516	Basah Kering	14,55 * 11,47	Rentan
16.	KW 524	Basah Kering	11,15 11,67	Cukup toleran
17.	KW 527	Basah Kering	12,46 10,33	Cukup toleran
18.	KW 528	Basah Kering	10,32 11,76	Cukup toleran

Tabel 4. (Lanjutan)

Table 4. (Continued)

No.	Genotipe	Periode	Bobot kering biji/buah (g)	Tingkat toleransi terhadap periode kering
19.	KW 570	Basah Kering	12,84 12,11	Cukup toleran
20.	KW 571	Basah Kering	12,53 11,74	Cukup toleran
21.	KW 572	Basah Kering	11,83 10,32	Cukup toleran
22.	KW 515	Basah Kering	10,89 11,70	Cukup toleran
23.	KW 716	Basah Kering	11,68 11,40	Cukup toleran
24.	KW 717	Basah Kering	11,70 11,03	Cukup toleran
25.	KW 718	Basah Kering	12,45 11,21	Cukup toleran
26.	KW 719	Basah Kering	13,67 * 10,64	Rentan
27.	KW 720	Basah Kering	13,02 11,34	Cukup toleran
28.	KW 721	Basah Kering	11,63 11,85	Cukup toleran
29.	KW 722	Basah Kering	11,51 10,38	Cukup toleran
30.	KW 723	Basah Kering	11,24 11,27	Cukup toleran
31.	KW 724	Basah Kering	10,41 9,06	Cukup toleran
32.	KW 725	Basah Kering	10,31 11,88	Cukup toleran
33.	KW 726	Basah Kering	11,24 10,47	Cukup toleran
34.	KW 727	Basah Kering	10,70 9,62	Cukup toleran
35.	KW 728	Basah Kering	11,22 * 8,85	Rentan

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

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

KESIMPULAN

Periode kering selama enam bulan sebelum panen berdampak nyata terhadap penurunan bobot segar per buah, jumlah biji/buah, bobot segar dan kering biji/biji, serta bobot segar kulit + pulp per buah sebesar 4,92%-42,54%. Tiga dari 35 genotipe kakao, yaitu KW 163, KW 165, dan KW 215, dapat dikelompokkan ke dalam genotipe yang toleran terhadap periode kering. Untuk melengkapi karakter ketahanan genotipe kakao terhadap kekeringan maka untuk penelitian berikutnya perlu menambah indikator produksi lainnya, yaitu jumlah buah per pohon sehingga dapat diketahui dengan jelas kemampuan produksinya pada periode kering yang panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Moh. Saefudin, Agus, dan Maman, staf Agro Widyawisata Ilmiah dan KP. Pakuwon yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan pengumpulan data di lapangan, serta pengumpulan data curah hujan dan hari hujan di Stasiun Klimatologi, KP. Pakuwon

DAFTAR PUSTAKA

- Adjaloo, M.K., Oduro, W., & Banful, B. K. (2010). Floral phenology of Upper Amazon cocoa trees: Implications for reproduction and productivity of cocoa. *Research Article. International Scholarly Research Network, ISRN Agronomy, Volume 2012, Article ID 461674, 8 p.* doi:10.5402/2012/461674.
- Almeida, C.M.V.C., Vencovsky, R., Cruz, C.D., & Bartley, B.G.D. (1994). Path analysis of yield components of cacao hybrids (*Theobroma cacao* L.). *Rev. Bras. Genet.*, 17(2), 181-186.
- Almeida, A.-A.F., & Valle, B.R. (2007). Ecophysiology of the cacao tree. *Braz. Plant. Physiol.*, 19(4), 425-448.
- Almeida, R.L.D.S., Chaves, L.H.G., & Da Silva, E.F. (2014). Growth of cocoa as function of fertigation with nitrogen. DOI: 10.5829/idosi.ijee.2012.03.04.14. *Iranica Journal of Energy & Environment*, 3(4), 385-389.
- Araque, O., Jaimez, R.E., Tezara, W., Coronel, I., Ulrich, R., & Espinoza, W. (2012). Comparative photosynthesis, water relations, growth and survival rates in juvenile Criollo cacao cultivars (*Theobroma cacao*) during dry and wet seasons. *Expl. Agric.*, 48(4), 513-522.
- Atayese, M.O., Olaiya, A.O., Adediji, A.R., & Hammed, L.A. (2012). Evaluation of the three cocoa varieties for drought tolerance in Nigeria. *Niger. J. Hort. Sci.*, 17, 177-187.
- Badan Standardisasi Nasional. (2010). *Standard nasional biji kakao: amandemen 1. SNI 2323:2008/Amd1:2010* (p. 3). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Bae, H., Kim, S.-H., Kim, M.S., Sicher, R.C., Lary, D., Strem, M.D., Natarajan, S., & Bailey, B.A. (2008). The drought response of *Theobroma cacao* (cacao) and the regulation of genes involved in polyamine biosynthesis by drought and other stress. *Plant Physiol. & Biochem.*, 46, 171-188.
- Baon, J.B. (2011). *100 Tahun Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia 1911-2011* (p. 373). Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Bray, E.A. (1997). Plant responses to water deficit. *Plant Physiol.*, 103, 1035-1040.
- Carr, M.K.V., & Lockwood, G. (2011). The water relation and irrigation requirements of cacao (*Theobroma cacao* L.): A review. *Exp. Agric.*, 47, 653-676.
- Colombo, M.L., Pinorini-Goldy, M.T., & Conti, A. (2012). Botany and pharmacognosy of the cacao tree. In Paoletti et al., (Eds.). *Chocolate and Health*. Italia: Springer-Verlag.
- Daymond, A.J., & Hadley, P. (2008). The effect of temperature and light integral on early vegetative growth and chlorophyll fluorescence of four contrasting genotypes of cacao (*Theobroma cacao*). *Ann. Appl. Biol.*, 145, 257-262.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2011). *Pedoman teknis praktek budidaya kakao yang baik*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian RI.
- Guo, X.Y., Zhang, X.S., & Huang, Z.Y. (2010). Drought tolerance in three hybrid poplar clones submitted to different watering regimes. *J. Plant Ecol.*, 3, 79-87.
- Lawal, J.O., & Omonona, B.T. (2014). The effects of rainfall and other weather parameters on cocoa production in Nigeria. *Comm. Sci.*, 5(4), 518-523.
- Mittler, R. (2006). Abiotic stress, the field environment and stress combination. *Trends in Plant Science*, 11, 15-19.
- Moser, G., Leuschner, C., Hertel, D., Hölscher, D., Köhler, M., Leitner, D., ... Schwendenmann, I. (2010). Response of cacao trees (*Theobroma cacao*) to a 13-month desiccation period in Sulawesi, Indonesia. *Agrofor. Syst.*, 79, 171-187.
- Niemenak, N., Cilas, C., Rohsius, C., Bleiholder, H., Meier, U., & Lieberei, R. (2009). Phenological growth stages of cacao plants (*Theobroma* sp.): Codification and description according to the BBHC scale. *Ann. Appl. Biol.*, 156, 13-24.
- Ojo, A.D., & Sadiq, I. (2010). Effect of climate change on cocoa yield : A case of cocoa research institute (CRIN) farm, Oluyole Local Government Ibadan Oyo State. *J. of Sustain. Develop. in Afr.*, 12(1), 350-358.
- Omola, S.S., Aikpokpodion, P., Adediji, S., & Vwioko, D.E. (2009). Rainfall and temperature effects on flowering and pollen productions in cocoa. *Afr. Crop. Sci. J.*, 17(1), 41-48.
- Oyekale, A.S., Bolaji, M.B., & Olawa, O.W. (2009). The effects of climate change on cocoa production and vulnerability assesment in Nigeria. *Agric. J.*, 4(2), 77-85.

- Regazzoni, O., Sugito, Y., Suryanto, A., & Prawoto, A.A. (2015). Efisiensi penggunaan energi matahari klon-klon tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) yang diusahakan di bawah tiga spesies tanaman penanang. *Pelita Perkebunan*, 31(1), 21-29.
- Santos, I.C.D, Almeida, A-A.F., Anher, D., Conceição, A. S., Pirovani, C.P., Pires, J.L., ...Baligar, V.C. (2014). Molecular, physiological and biochemical responses of *Theobroma cacao* L. genotypes to soil water deficit. *Plos One*, 9(12), 31 p. doi: 10.1371/journal.pone.0115746.
- Schwendenmann, L., Veldkamp, E., Moser, G., Hölscher, D., Köhler, M., Clough, Y., ...van Straaten, O. (2010). Effects of an experimental drought on the functioning of a cacao agroforestry system, Sulawesi, Indonesia. *Global Change Biology*, 16, 1515–1530.
- Zuiderma, P.A., Gerritsma, W., Mommer, L., & Anten, N.P.R. (2005). A physiological production model for cocoa (*Theobroma cacao*): Model presentation, validation and application. *Agric. Syst.*, 84, 195-225.

PENGARUH FORMULA BIONEMATISIDA BAKTERI ENDOFIT *Bacillus* sp. TERHADAP INFEKSI NEMATODA *Meloidogyne* sp. PADA TANAMAN KOPI

EFFECT OF ENDOPHYTIC BIONEMATOCIDE *Bacillus* sp. ON THE INFECTION OF *Meloidogyne* sp. OF COFFEE PLANT

* Rita Harni dan Samsudin

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

* rita_harni@yahoo.co.id

(Tanggal diterima: 3 Agustus 2015, direvisi: 25 Agustus 2015, disetujui terbit: 3 November 2015)

ABSTRAK

Nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) merupakan salah satu pembatas produksi pada tanaman kopi. Pengendalian nematoda yang banyak dilakukan saat ini adalah menggunakan agens hayati seperti bakteri *Bacillus* sp. karena ramah lingkungan dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh bakteri endofit *Bacillus* sp. PG76 dalam bentuk formula molase, kompos, dan *talc* terhadap infeksi nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) dan pertumbuhan tanaman kopi. Percobaan dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi mulai Desember 2013 sampai Mei 2014. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap 6 perlakuan dengan 10 ulangan. Perlakuannya adalah tiga formula bionematisida berupa molase, kompos, dan *talc*; nematisida kimia sebagai pembanding (karbofuran), kontrol positif (tanaman diinokulasi nematoda, tanpa formula), dan kontrol negatif (tanaman tanpa formula dan nematoda). Formula berisi bakteri endofit *Bacillus* sp. PG76 dengan kerapatan 10^9 cfu/ml. Pengujian formula dilakukan pada tanaman kopi berumur 6 bulan dengan konsentrasi 100 ml/pohon untuk molase, dan 100 g/pohon untuk kompos dan *talc*. Satu minggu setelah perlakuan formula, tanaman kopi diinokulasi dengan 500 ekor larva 2 *Meloidogyne* sp. Tiga bulan setelah perlakuan dilakukan pengamatan terhadap jumlah puru, populasi nematoda di dalam akar dan tanah serta pertumbuhan tanaman kopi. Hasil penelitian menunjukkan ketiga formula bionematisida *Bacillus* sp. PG76 (molase, kompos, dan *talc*) dapat menekan populasi nematoda *Meloidogyne* sp. pada tanaman kopi. Formula bionematisida terbaik adalah molase dan kompos dengan penekanan 74,0% dan 73,2% sama efektifnya dengan nematisida kimia karbofuran (73,3%). Formula molase dan kompos juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi. Bionematisida mengandung *Bacillus* PG76 prospektif mengendalikan nematoda.

Kata kunci: *Bacillus* sp., *Meloidogyne* sp., molase, kompos, *talc*

ABSTRACT

Meloidogyne sp. is an important pathogen of coffee plant. *Bacillus* sp. is commonly used to control the nematode as it is environmentally friendly. The study aimed to determine the effect of endophytic bacteria *Bacillus* sp. PG76 formulated in the molasses, *talc* or compost on the infection of *Meloidogyne* sp. The experiments were conducted in the laboratory and greenhouse of the Indonesian Industrial and Beverages Crops Research Institute, Sukabumi from December 2013 to May 2014. The experimental design was a completely randomized, 6 treatments and 10 replications of six months-old coffee plants. Six treatments were tested (*Bacillus* sp. PG76 formulated in molasses, compost, or *talc*; carbofuran; plant inoculated with the nematode only, and plant neither treated with the formula nor the nematode). Population of *Bacillus* sp. PG76 in each formula was 10^9 cfu/ml. Number of formulas applied per plant was 100 ml of molasses, 100 g of *talc*, or 100 g of compost. One week after the treatments, the plants were inoculated with 500 larvae-2 *Meloidogyne* sp. Parameters observed were the number of gall, nematode population in the roots and soil, and the coffee plant growth. The results showed that all the treatments (molasses, compost and *talc*) suppressed the population of *Meloidogyne* sp. The best formulas were molasses and compost that reduced the nematode infection up to 74.0% and 73.2%, respectively, similar to that of carbofuran (i.e. 73.3%). Furthermore, application of the formulas increased coffee plant growth. The study suggests that *Bacillus* sp. PG76 formulation is prospective to control the nematode.

Keywords: *Bacillus* sp., *Meloidogyne* sp., molasses, compost, *talc*

PENDAHULUAN

Nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) merupakan nematoda utama pada tanaman kopi di Indonesia dan negara-negara penghasil kopi lainnya di dunia (Sauza, 2008). Nematoda menyerang jaringan korteks akar, terutama akar-akar serabut yang aktif menyerap unsur hara dan air, akibatnya pertumbuhan akar terganggu dan penyerapan air maupun unsur hara tidak optimal. Gejala serangan *Meloidogyne* sp. pada bagian atas tanaman umumnya tidak spesifik, tanaman tampak kerdil, pertumbuhan terhambat, ukuran daun dan cabang primer mengecil, daun tua berwarna kuning yang secara perlahan akhirnya rontok dan tanaman mati (Harni, 2014). Kerugian akibat serangan nematoda *Meloidogyne* sp. pada tanaman kopi dapat mencapai 25% dari potensi produksi (Sauza, 2008), dan bila menyerang pada saat tanaman masih muda dapat menyebabkan kematian tanaman.

Pengendalian nematoda parasit tanaman yang banyak dilakukan saat ini adalah melalui pemanfaatan mikroorganisme yang berasosiasi dengan tanaman, salah satunya agens hayati bakteri endofit (Hallmann & Berg, 2006). Harni & Khaerati (2013) telah memperoleh isolat bakteri endofit dari akar tanaman kopi yang potensial untuk mengendalikan nematoda *Pratylenchus coffeae*. Bakteri tersebut juga telah diuji pada nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) pada bibit kopi di rumah kaca (Harni, 2014). Hasil penelitian menunjukkan bakteri endofit dapat menekan populasi *P. coffeae* dan *Meloidogyne* sp. serta dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kopi, dan setelah diidentifikasi bakteri endofit tersebut adalah *Bacillus* sp.

Penggunaan bakteri *Bacillus* sp. untuk mengendalikan nematoda *Meloidogyne* sp. juga telah dilaporkan oleh beberapa peneliti (Mekete, Hallmann, Sebastian, & Sikora, 2009; Vetrivelkalai, Sivakumar, & Jonathan, 2010; Harni & Munif, 2012; Lamovsek, Urek, & Trdan, 2013; Munif, Hallmann, & Sikora, 2013). Mekete, Hallman, Sebastian, & Sikora (2009), melaporkan bakteri endofit *Bacillus pumilus* dan *B. mycoides* dapat menekan populasi dan jumlah puru *Meloidogyne incognita* pada tanaman kopi sebesar 33% dan 39%. Harni & Munif (2012) menggunakan bakteri endofit *Bacillus* sp. untuk mengendalikan *Meloidogyne incognita* pada tanaman lada, sedangkan Aisyah, Wiryadiputra, Fauzi, & Harni (2015) melaporkan bakteri *Bacillus subtilis* dengan kepadatan 10^8 cfu/ml dapat menekan populasi nematoda *P. coffeae* sebesar 71,3% dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika sebesar 35,4%.

Agar dapat diaplikasikan dengan mudah di lapangan, suatu agens hayati perlu diformulasi menjadi suatu produk. Pembuatan suatu formula umumnya

membutuhkan bahan pembawa yang memiliki beberapa persyaratan, antara lain ringan, tidak mempunyai efek negatif terhadap agens hayati, tidak memberikan pengaruh buruk terhadap lingkungan, mudah diaplikasikan dan diperoleh, serta tidak fitotoksik terhadap tanaman (Jeyarajan & Nakkeeran, 2000; Nakkeeran, Fernando, & Siddiqui, 2005). *Bacillus* sp. sebagai biopestisida telah banyak diformulasi dengan berbagai bahan pembawa seperti dilaporkan oleh Nakkeeran *et al.* (2005) yang menggunakan bahan organik *talc*, kaolin, vermikulit, ditambah dengan bahan-bahan non organik pada formulasi *B. subtilis*. Hanudin, Nuryani, Silvia Yusuf, & Marwoto (2011) memformulasi *B. subtilis* sebagai biopestisida organik cair menggunakan molase dan ekstrak kascing, sedangkan Nawangsih, Wijayanti, & Kartika (2014) menggunakan *talc powder*. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh bakteri endofit formula *Bacillus* sp. PG76 dalam bentuk formula molase, kompos, dan *talc* terhadap infeksi nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) dan pertumbuhan tanaman kopi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, mulai Desember 2013 sampai Mei 2014.

Perbanyakan Materi Tanaman dan Nematoda

Materi tanaman yang digunakan adalah bibit kopi Arabika varietas Kartika 2 umur 6 bulan yang ditanam dalam polybag berisi tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1 (2 tanah : 1 pupuk kandang). Perbanyakan nematoda *Meloidogyne* sp. dilakukan pada tanaman tomat (Mekete *et al.*, 2009). Nematoda *Meloidogyne* sp. yang digunakan berasal dari tanaman kopi yang terserang nematoda dari lapangan kemudian diperbanyak pada tanaman tomat selama 3 bulan. Setelah 3 bulan tanaman tomat dibongkar dan nematoda yang ada pada akar diisolasi untuk digunakan sebagai sumber inokulum.

Perbanyakan Masal Bakteri Endofit *Bacillus* sp.

Bakteri endofit yang digunakan adalah *Bacillus* sp. PG76 yang diisolasi dari perakaran tanaman kopi dan telah diketahui potensinya sebagai agens hayati (Harni & Khaerati, 2012; Harni, 2014). Bakteri endofit diperbanyak pada media *tryptic soy agar* (TSA) selama 48 jam pada suhu kamar. Hasil biakan tersebut diambil 3 loop penuh (ose) dan disuspensi dalam 10 ml air steril, serta diaduk agar suspensi homogen sehingga diperoleh kerapatan 10^9 cfu/ml. Suspensi sebanyak 1 ml dituang ke dalam erlenmeyer 1000 ml yang telah berisi 500 ml

media *tryptic soy broth* (TSB). Selanjutnya, suspensi bakteri digoyang di atas *shaker* pada kecepatan 150 rpm selama 48 jam. Setelah 48 jam sel bakteri dipanen dengan cara mengambil biakan, lalu disuspensi dengan air steril pada konsentrasi 10% (Hanudin *et al.*, 2012).

Formulasi Bakteri Endofit

Formula dibuat dalam bentuk cair, bubuk, dan kompos. Formula dalam bentuk cair menggunakan tetes tebu (molase) ditambah pepton sebagai sumber protein. Molase dengan konsentrasi 5% disterilkan dalam *autoclave* pada suhu 121 °C selama 15 menit, kemudian didinginkan dan siap digunakan sebagai media pembuatan formula cair. Formula cair dibuat menggunakan metode fermentasi, yaitu 1000 ml media molase diinokulasi dengan 10 ml suspensi bakteri, kemudian digoyang dengan kecepatan 150 rpm pada suhu 30 °C (Harni, 2010). Setelah satu minggu, sebelum formula molase digunakan, pertumbuhan bakteri di dalam formula diamati dengan cara menumbuhkannya dalam media TSA.

Bahan yang digunakan untuk pembuatan formula kompos adalah kascing (diperoleh dari Laboratorium Biologi Institut Pertanian Bogor) yang ditambah rumput dan pupuk kandang dengan perbandingan 3:1:3 (3 kascing : 1 rumput : 3 pupuk kandang sapi). Bakteri endofit *Bacillus* sp. PG76 yang sudah diperbanyak, diinokulasikan pada campuran bahan dengan kerapatan 10^9 cfu/ml. Kemudian bahan campuran kompos tersebut ditutup dengan kantong plastik hitam selama 2–4 minggu. Setelah satu bulan, populasi bakteri dapat diamati dengan cara menumbuhkannya pada media TSA.

Formula bubuk (*powder*) dibuat dengan bahan pembawa *talc*, yaitu dengan menambahkan 500 ml suspensi bakteri *Bacillus* sp. PG76 dengan kerapatan 10^9 cfu/ml ke dalam 1 kg *talc*, kemudian diaduk sampai membentuk adonan. Selanjutnya, bahan tersebut dikeringanginkan hingga tercapai kadar air 5%, kemudian diayak dan siap digunakan.

Pengujian Formula Bakteri Endofit *Bacillus* sp. terhadap Nematoda *Meloidogyne* sp. Pada Tanaman Kopi

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 6 perlakuan dengan 10 ulangan. Perlakuan yang diuji adalah (1) formula molase, (2) formula kompos, (3) formula *talc*, (4) karbofuran (nematisida kimia sebagai pembanding), (5) kontrol positif (tanaman diinokulasi dengan nematoda, tanpa formula), (6) kontrol negatif (tanaman tanpa formula dan nematoda). Bibit kopi berumur 6 bulan yang ditanam dalam polybag berdiameter 15 cm diperlakukan dengan formula yang diuji. Formula

molase (dosis 100 ml/tanaman) diaplikasikan dengan cara menyiramkannya di sekitar akar tanaman. Formula kompos dan *talc* (dosis masing-masing 100 g/tanaman) diaplikasikan pada tanah yang telah digali sedalam 10 cm di sekeliling batang tanaman kopi, kemudian ditutup kembali dengan tanah. Perlakuan nematisida kimia karbofuran (dosis 3 g/tanaman) diberikan dengan cara yang sama dengan formula *talc* dan kompos. Satu minggu setelah perlakuan formula bakteri endofit, tanaman diinokulasi dengan 500 ekor larva 2 *Meloidogyne* sp dengan cara menuangkan suspensi nematoda di sekeliling tanaman pada kedalaman 1 cm. Tiga bulan setelah inokulasi, tanaman dibongkar dan akar dicuci, kemudian dikeringanginkan.

Pengamatan dilakukan terhadap jumlah puru (*gall*), populasi nematoda, dan pertumbuhan tanaman. Nematoda pada akar diekstraksi dengan metode *funnel spray method*, sedangkan tanah diekstraksi dengan metode corong Baerman. Pertumbuhan tanaman yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, bobot tajuk, diameter batang, bobot basah, dan kering (tajuk dan akar).

Analisis Data

Untuk menguji pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diamati, dilakukan analisis ragam dan bila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji lanjut *Tukey* pada taraf 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Nematoda dan Kerusakan Bibit

Hasil penelitian menunjukkan semua formula berbahan aktif *Bacillus* sp. PG76 (molase, kompos, dan *talc*) dapat menekan populasi nematoda *Meloidogyne* sp. pada akar tanaman kopi dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1). Formula molase memberikan pengaruh terbaik dalam menekan populasi nematoda baik di dalam akar maupun dalam tanah. Populasi *Meloidogyne* sp. di dalam akar sebesar 233,0 ekor dan tanah 58,2 ekor tidak berbeda nyata dengan perlakuan formula kompos, yaitu masing-masing 260,1 dan 39,7 ekor dan hanya berbeda sangat nyata dengan perlakuan kontrol positif. Hal ini menunjukkan bakteri *Bacillus* sp. PG76 yang diformulasi dengan molase atau kompos dapat menekan populasi *Meloidogyne* sp. sebesar 74,0% dan 73,3%. Tingkat penekanan ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan nematisida kimia karbofuran dengan konsentrasi 3 g per tanaman, yaitu 73,4%. Populasi nematoda *Meloidogyne* sp. pada perlakuan nematisida kimia karbofuran pada akar dan tanah adalah 240,1 dan 58,6 ekor.

Tanaman bagian atas (tajuk) belum memperlihatkan gejala kerusakan akibat terinfeksi

nematoda, seperti tanaman kerdil, daun menguning, dan akhirnya rontok, baik pada tanaman kontrol positif maupun pada perlakuan formula *talc*, molase, atau kompos tiga bulan setelah aplikasi. Gejala serangan hanya terlihat pada bagian akar, yaitu berupa puru, baik pada cabang akar sekunder maupun pada bulu-bulu akar. Jumlah puru terbanyak terdapat pada perlakuan kontrol positif, yaitu 41,2 buah berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya. Jumlah puru pada akar tanaman yang diperlakukan dengan formula bionematisida (15,8–20,3) tidak berbeda nyata dengan yang diperlakukan nematisida karbofuran (20,6) (Tabel 1).

Penekanan populasi nematoda dan jumlah puru *Meloidogyne* sp. oleh bakteri endofit *Bacillus* sp. PG76 yang diformulasi dengan molase dan kompos disebabkan oleh kemampuannya menghasilkan antibiotik dan menginduksi ketahanan tanaman dengan peningkatan kadar asam salisilat (Harni, 2012). Rahanandeh, Khodakaramian, Seraji, Asghari, & Tarang (2012) melaporkan antibiotik yang dihasilkan oleh bakteri *Pseudomonas* dapat menekan populasi *Pratylenchus loosi* dengan tingkat penekanan 63,10% sampai 95,24%. Selain itu, Harni, Supramana, Sinaga, Giyanto, & Supriadi (2012) melaporkan filtrat bakteri endofit *B. subtilis*, *Pseudomonas putida* dan *Achromobacter xylosoxidans* menghasilkan senyawa bersifat nematisida yang efektif membunuh nematoda *Pratylenchus brachyurus*. Daya bunuh filtrat diduga berhubungan dengan senyawa 2,3-diacetylphorologlucinol dan protease yang bersifat menghambat penetasan telur dan mematikan nematoda.

Pengendalian nematoda dengan peningkatan aktivitas asam salisilat telah dilaporkan oleh Siddiqui & Shaukat (2004) dan Kloepper, Ryu, & Zhang (2004). Aktivitas asam salisilat merupakan salah satu indikator bahwa terjadi induksi ketahanan sistemik pada tanaman. Hasky-Gunther, Hoffmann-Hergarten, & Sikora. (1998) juga melaporkan peran biosintesis asam salisilat dalam meningkatkan mekanisme pertahanan terhadap nematoda parasit tanaman dengan menggunakan *Bacillus sphaericus* B43 yang diaplikasikan pada tanaman kentang.

Hasil penelitian menunjukkan *B. sphaericus* B43 dapat mendorong induksi ketahanan sistemik, demikian juga dengan *Bacillus* spp. yang dilaporkan oleh Kloepper *et al.* (2004). Harni *et al.* (2012) melaporkan bakteri endofit dapat menekan populasi nematoda *P. brachyurus* dengan mekanisme peningkatan asam salisilat terutama oleh isolat *Achromobacter xylosoxidans*.

Penggunaan molase dan kompos sebagai bahan pembawa pada formula bakteri *Bacillus* sp. PG76 meningkatkan keefektifannya dalam menekan populasi nematoda *Meloidogyne* sp. dibandingkan dengan formula *talc*. Hal ini mungkin disebabkan oleh bahan-bahan organik yang terdapat dalam formula molase dan kompos. Bahan organik tersebut menghasilkan asam-asam organik seperti asam butirat, propionat, asetat dan senyawa fenol yang bersifat toksik terhadap nematoda (Mankau, 1981). Menurut Baker (1990) *cited in* Harni (2010) kandungan molase yang utama adalah sukrosa selain itu juga ada biotin, asam folat, inositol, piridoksin, riboflavin, tiamin, asam nikotinat dan colin. Di samping sebagai pembawa senyawa-senyawa yang dibutuhkan oleh bakteri *Bacillus* sp. PG76, molase juga dapat berperan sebagai pelindung dari sinar matahari, pengental, *fagostimulant*, dan penutup faktor perlawanan daun serta sebagai pengawet selama penyimpanan (Burges & Jones, 1998 *cit.* Hanudin *et al.*, 2011). Kompos kascing adalah pupuk organik yang dihasilkan dari hasil sekresi cacing tanah dengan kandungan utamanya adalah unsur hara seperti N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, dan unsur lainnya seperti hormon pengatur tumbuh giberallin, sitokinin, dan auksin (Nusantara, Mansyur, Kuswana, Darusman, & Soedarmadi, 2007). Menurut Cook & Baker (1983), asam amino, asam organik, vitamin, alkaloid, substansi fenolat, serta unsur anorganik, seperti kalium, kalsium, magnesium dan mangan yang terdapat dalam tanaman dimanfaatkan untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Akibatnya, kesempatan patogen (nematoda) untuk memanfaatkannya menjadi berkurang dan pada akhirnya serangan nematoda juga menurun.

Tabel 1. Pengaruh formula bakteri endofit *Bacillus* sp. PG76 terhadap populasi nematoda *Meloidogyne* sp. dalam akar dan tanah tanaman kopi

Table 1. The effect of endophytic bacteria *Bacillus* sp. PG76 formulas on the population of *Meloidogyne* sp. in the roots and soils of coffee plant

Perlakuan	Jumlah puru	Populasi nematoda (ekor)			Penekanan populasi nematoda (%)
		Akar	Tanah	Total	
Molase	15,8 b	233,0 c	58,2 b	291,2 c	74,0
Kompos	16,2 b	260,1 c	39,7 b	299,1 c	73,3
<i>Talc</i>	20,3 b	468,2 b	53,7 b	521,9 b	53,4
Karbofuran	20,6 b	240,1 c	58,6 b	298,7 c	73,4
Kontrol (+)	41,2 a	102,0 a	101,0 a	112,1 a	-

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

Notes : Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different according to Tukey test at 5% levels

Tabel 2. Pengaruh formula bakteri endofit *Bacillus* sp. PG76 terhadap pertumbuhan dan bobot tanaman kopi
Table 2. The effect of endophytic bacteria *Bacillus* sp. PG76 formulas on the growth and weight of coffee plant

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Bobot segar (g)		Bobot kering (g)	
			Tajuk	Akar	Tajuk	Akar
Molase	35,5 a	18,3 a	21,80 a	9,18 a	7,49 ab	3,09 a
Kompos	37,6 a	17,3 a	18,13 ab	7,03 ab	7,39 ab	2,60 ab
<i>Talc</i>	34,4 a	15,7 b	16,67 b	5,24 bc	6,58 b	2,06 b
Karbofuran	35,0 a	16,8 a	16,07 b	4,56 c	5,93 c	1,85 c
Kontrol (+)	33,8 b	15,1 b	15,42 c	5,01 bc	6,07 c	1,65 c
Kontrol (-)	38,5 a	17,9 a	20,72 a	6,35 b	8,12 a	2,71 ab

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

Notes : Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different according to Tukey test at 5% levels

Pertumbuhan Tanaman Kopi

Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman kopi, yaitu bobot segar tajuk dan akar serta bobot kering tanaman menunjukkan pemberian formula molase dan kompos dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi dibandingkan dengan kontrol positif. Peningkatan bobot segar dan bobot kering (tajuk dan akar) tertinggi pada formula molase tidak berbeda nyata dengan formula kompos dan kontrol negatif, tetapi berbeda nyata dengan formula *talc*, karbofuran (nematisida kimia) dan kontrol positif.

Hal ini terjadi karena bakteri *Bacillus* sp PG76. selain sebagai agens biokontrol juga bersifat sebagai pemicu pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan hormon tumbuh, yaitu *indol acetic acid* (IAA) (Harni, 2012). Banyak laporan menyatakan penggunaan bakteri rizosfir atau bakteri endofit dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena menghasilkan hormon pertumbuhan seperti etilen, auxin, dan sitokinin (Bacon & Hinton, 2007). Penelitian Aisyah *et al.* (2015) mendapatkan hal yang sama, yaitu perlakuan *B. subtilis* dengan dosis 10^8 cfu/ml dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika sebesar 35,4%. Harni *et al.* (2014) juga melaporkan penggunaan bakteri endofit dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman nilam sebesar 23,6%–57,5%. Selanjutnya, Hryniewicz & Baum (2012) menjelaskan bakteri *Bacillus* sp. merupakan bakteri pemacu pertumbuhan (PGPR) yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan berbagai cara di antaranya adalah meningkatkan nutrisi, menghasilkan fitohormon, dan menekan perkembangan patogen.

Penggunaan molase dan kompos pada formula *Bacillus* sp. PG76 juga menambah unsur-unsur hara yang diperlukan tanaman. Seperti telah dijelaskan sebelumnya molase dan kascing mengandung mineral dan fitohormon, yaitu senyawa yang telah banyak dimanfaatkan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penelitian di Amerika Serikat pada tanah bekas tambang menunjukkan penggunaan kascing dapat

meningkatkan kadar P dan K sebesar 16,5 dan 19%. Di samping itu, kascing juga mengandung hormon auksin, sitokinin dan giberelin serta memiliki kapasitas tukar kation yang tinggi (Aira, Monroy, & Dominguez, 2006). Dengan adanya unsur-unsur tersebut kebutuhan tanaman terhadap nutrisi terpenuhi sehingga tanaman menjadi sehat dan dapat mencegah infeksi dari nematoda.

Formula *Bacillus* sp. PG76 juga memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun dibandingkan dengan perlakuan kontrol positif. Formula molase dan kompos memperlihatkan pengaruh nyata terhadap jumlah daun dibandingkan dengan formula *talc*. Pengaruh dari kedua formula tersebut sama dengan perlakuan nematisida dan kontrol negatif. Dari data ini dapat dijelaskan, peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar, dan bobot kering pada perlakuan formula molase dan kompos disebabkan oleh pengaruh pengendalian nematoda oleh *Bacillus* sp. PG76 dan juga oleh bahan pembawa formula seperti molase dan kascing yang berfungsi sebagai pupuk.

KESIMPULAN

Bionematisida dengan bahan aktif bakteri endofit *Bacillus* sp. PG76 yang diformulasi dalam molase, kompos atau *talc* dapat menekan populasi nematoda *Meloidogyne* sp. pada tanaman kopi. Formula *Bacillus* sp. PG76 dalam bentuk molase dan kompos paling efektif menekan populasi nematoda dengan penekanan 74,0% dan 73,3% sebanding dengan nematisida kimia karbofuran (73,4%). Formula bionematisida molase dan kompos juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi (tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar dan kering).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Sumantri yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini di laboratorium dan rumah kaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Aira, M., Monroy, F., & Dominguez, J. (2006). Changes in microbial biomass and microbial activity of pig slurry after the transit through the gut of the earthworm *Eudrilus eugeniae*. *Biol. Fertil. Soil*, 42, 371–376.
- Aisyah, I.N., Wiryadiputra, S., Fauzi, I., & Harni, R. (2015). Populasi *Pratylenchus coffeae* (Z) dan pertumbuhan bibit kopi Arabika akibat inokulasi *Pseudomonas diminuta* L. dan *Bacillus subtilis* (C.). *Pelita Perkebunan*, 31(1), 30–40.
- Bacon, C.W., & Hinton, S. S. (2007). Bacterial endophytes: The endophytic niche, its occupants, and its utility. In Gnanamanickam, S.S. (Ed.), *Plant-associated bacteria* (pp. 155–194). Berlin: Springer.
- Cook, R.J., & Baker, K.F. (1983). *The nature and practice of biological control of plant pathogens*. USA: The American Phytopathol. Soc.
- Hallmann, J., & Berg, G. (2006). Spectrum and population dynamics of bacterial root endophytes. In Schulz, B., Boyle, C., & Sieber, T. (Eds), *Soil biology microbial root endophytes* Vol. 9 (pp. 15–31). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Hanudin, W., Nuryani, E., Silvia Yusuf, & Marwoto, B. (2011). Biopestisida organik berbahan aktif *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* untuk mengendalikan penyakit layu fusarium pada anyelir. *J. Hort.*, 21(2), 152–163.
- Harni R. (2010). *Pengaruh bakteri endofit untuk menginduksi ketahanan tanaman nilam terhadap infeksi nematoda peluka akar (Pratylenchus brachyurus)*. Laporan Hasil Penelitian Riset Unggulan Terpadu. Jakarta: Kementerian Riset dan Teknologi.
- Harni, R. (2012). *Pemanfaatan bakteri endofit untuk mengendalikan nematoda Pratylenchus coffeae dan Radhopolus similis pada tanaman kopi*. Laporan Hasil Penelitian. Sukabumi: Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar.
- Harni R., & Munif, A. (2012). Pemanfaatan agens hayati endofit untuk mengendalikan penyakit kuning pada tanaman lada. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 3(3), 201–206.
- Harni R, Supramana, M.S., Sinaga, Giyanto, & Supriadi. (2012). Mekanisme bakteri endofit mengendalikan nematoda *Pratylenchus brachyurus* pada tanaman nilam. *Bulletin Spices and Medicinal Crops*, 23(1), 102–114.
- Harni, R., & Khaerati. (2013). Evaluasi bakteri endofit untuk mengendalikan nematoda *Pratylenchus coffeae* pada tanaman kopi. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4(2), 109–116.
- Harni, R. (2014). Pengaruh beberapa isolat bakteri endofit terhadap nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman kopi. In *Prosiding Perlindungan Tanaman II*, Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Harni, R., Supraman, & Supriadi. (2014). Efficacy of endophytic bacteria in reducing plant parasitic nematode *Pratylenchus brachyurus*. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 15(1), 29–34.
- Hasky-Gunther, K., Hoffmann-Hergarten, S., & Sikora, R.A. (1998). Resistance against the potato cyst nematode *Globodera pallida* systemically induced by the rhizobacteria *Agrobacterium radiobacter* (G12) and *Bacillus sphaericus* (B43). *Fundam. Appl. Nematol.*, 21(5), 511–517.
- Hrynkiewicz, K., & Baum, C. (2012). The potential of rhizosphere microorganisms to promote the plant growth in disturbed soils. In Malik A., & Grohmann (Eds). *Environmental protection strategies for sustainable development*. USA.
- Jayarajan, R., & Nakkeeran, S. (2000). Exploitation of microorganisms and viruses as biocontrol agents for crop disease management. In *Biocontrol Potential and Their Exploitation in Sustainable Agriculture* (pp. 95–116). USA: Kluwer Academic Publishers.
- Kloepper, J.W., Ryu, C.M., & Zhang, S. (2004). Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. *Phytopathological*, 94(11), 1259–1266.
- Lamovsek, J., Urek, G., & Trdan, S., (2013). Biological control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.): Microbes against the pests. *Acta agriculturae Slovenica*, 101, 263–275.
- Mankau, R. (1981). Microbial control nematodes. In *Plant parasitic nematodes*. Vol. 3 (pp. 475–494).
- Mekete, T., Hallmann, J., Sebastian, K., & Sikora, R. (2009). Endophytic bacteria from Ethiopian coffee plants and their potential to antagonisme *Meloidogyne incognita*. *Nematology*, 11(1), 117–127.
- Munif, A., Hallmann, J., & Sikora, R.A. (2013). The influence of endophytic bacterie on *Meloidogyne incognita* infection and tomato plant growth. *J. ISSAAS*, 19(2), 68–74.
- Nakkeeran, S., Fernando, W.G.D., & Siddiqui, Z.A. (2005). Plant growth promoting rhizobacteria formulations and its scope in commercialization for the management of pests and diseases. In Siddiqui, Z.A. (Ed.), *PGPR: Biocontrol and biofertilization* (pp. 257–296). Dordrecht, The Netherland: Springer.
- Nawangsih, A.A., Wijayanti, E., & Kartika, J.G. (2014). Pengembangan formulasi biopestisida berbahan aktif bakteri endofit dan PGPR untuk mengendalikan penyakit layu bakteri. In *Strategi Perlindungan Tanaman dalam Memperkuat Sistem Pertanian Menghadapi ASEAN Free Trade Area (AFTA) dan ASEAN Economic Community (AEC) 2015*. *Prosiding Seminar Nasional Perlindungan Tanaman II* (pp. 97–103). Bogor, 13 November 2014.
- Nusantara, A.D., Mansyur, I., Kuswana, C., Darusman, L.K., & Soedarmadi. (2007). Peran substrat alami, kadar air, dan sterilisasi dalam produksi spora melalui simbiosis *Pueraria javanica* dan *Glomus etunicatum*. *J. Akta Agrosia.*, 2, 204–212.

- Rahanandeh, H., Khodakaramian, G., Seraji, A., Asghari, S.M., & Tarang, A.R. (2012). Inhibition of tea root lesion nematode *Pratylenchus loosi*.
- Siddiqui, I.A., & Shaukat, S. S. (2004). Systemic resistance in tomato induced by biocontrol bacteria against the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* is independent of salicylic acid production. *J. Phytopathology*, 152, 48–54.
- Souza, R.M. (2008). *Plant-parasitic nematodes of coffee* (pp. 225–248). Springer.
- Vetrivelkalai, P., Sivakumar, M., & Jonathan, E. I. (2010). Biocontrol potential of endophytic bacteria on *Meloidogyne incognita* and its effect on plant growth in bhendi. *Journal of Biopesticides*, 3(2), 452–457.

PENINGKATAN KINERJA PEMASARAN KARET ALAM RAKYAT MELALUI OPTIMALISASI RANTAI PASOK

INCREASING IN MARKETING PERFORMANCE OF SMALLHOLDERS NATURAL RUBBER THROUGH SUPPLY CHAIN OPTIMIZATION

* Rikky Herdiansyah¹⁾, Rita Nurmawati²⁾, dan Ratna Winandi²⁾

¹⁾ Program Studi Magister Sains Agribisnis, Departemen Agribisnis,
Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor

Jalan Kamper Wing 4 Level 3 Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680 Indonesia

²⁾ Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor

Jalan Kamper Wing 4 Level 3 Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680 Indonesia

* ecgy_gondreess@rocketmail.com

(Tanggal diterima: 15 April 2015, direvisi: 12 Juni 2015, disetujui terbit: 28 September 2015)

ABSTRAK

Harga yang diterima oleh petani karet di Indonesia lebih rendah dibandingkan dengan di negara produsen lainnya sebagai akibat dari rantai pasok sistem pemasaran yang belum efisien. Untuk itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan kinerja rantai pasok. Penelitian bertujuan menganalisis rantai pasok sistem pada sistem pemasaran karet dan pengaruh manajemen rantai pasok terhadap peningkatan efisiensi pemasaran di setiap lembaga anggota rantai pasok. Penelitian dilakukan di Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi, mulai Desember 2014 sampai Februari 2015. Efisiensi sistem pemasaran dianalisis menggunakan pendekatan nilai B/C dan nilai tambah, sedangkan rantai pasok dianalisis menggunakan pendekatan *supply chain network* (SCN). Hasil penelitian menunjukkan terdapat empat rantai pasok dalam pemasaran karet alam rakyat, yaitu Pola I (petani – pedagang pengumpul desa – pedagang pengumpul kecamatan – pedagang besar – pabrik), Pola II (petani – pedagang pengumpul desa – pedagang besar – pabrik), Pola III (petani – pasar lelang – pabrik), dan Pola IV [petani – Unit Pengolahan dan Pemasaran Bokar (UPPB) – pabrik]. Dari empat pola tersebut, manajemen rantai pasok karet alam rakyat terbaik terjadi melalui pola keempat, yang diindikasikan dengan adanya kesepakatan antara petani dengan pabrik karet untuk menghasilkan kualitas bokar yang lebih mutu dan harga lebih tinggi, di samping melakukan pembinaan, penyuluhan dan pelatihan. Pola tersebut meningkatkan efisiensi pemasaran dengan indikator B/C rasio sebesar 1,29 dan persentase nilai tambah petani 96,82%. Oleh karena itu, *supply chain networks* pemasaran karet rakyat melalui pola petani-UPPB-pabrik telah mendorong petani untuk menghasilkan bokar yang lebih berkualitas sehingga harganya lebih tinggi. Pemerintah perlu merekomendasikan pola tersebut kepada petani lain untuk meningkatkan pendapatan petani karet.

Kata kunci: Efisiensi pemasaran, nilai tambah, rantai pasok, saluran pemasaran

ABSTRACT

Rubber price afforded by smallholders in Indonesia is lower compared with other countries due to inefficient marketing system. Therefore, it needs an effort to increase in the supply chain performance. The objective of the research was to analyze marketing system of natural rubber and the effect of supply chain management on marketing efficiency. The research was conducted at Tebo Regency of Jambi Province from December 2014 until February 2015. Marketing system was analyzed using B/C ratio and value-added approach, whereas supply chain was carried out using a supply chain network approach. The results showed that there were four patterns in the marketing channels of natural rubber. Pattern I (farmers – village traders – subdistrict traders – district traders – industries); Pattern II (farmers – village traders – district traders – industries); Pattern III (farmers – auction market – industries); and Pattern IV [farmers – Rubber Processing and Marketing Unit (RPMU) – industries]. The supply chain management was only found in the Pattern IV, where there was an agreement between farmers and the RPMU to improve the quality of rubber for higher price. In addition, farmers also received advocacy and training from the RPMU. Pattern IV exhibit that the marketing efficiency improved as indicated by a B/C ratio at 1.29 and value added at 96.82%. The adoption of SCN framework was able to motivate farmers to produce a better quality of rubber that afforded a higher price. Therefore, the government is necessarily to recommend the adoption of this pattern in increasing farmers' income.

Keywords: Value-added, marketing channel, marketing efficiency, supply chain

PENDAHULUAN

Produksi karet di Indonesia pada umumnya dihasilkan dari perkebunan rakyat yang dicirikan oleh produktivitas rendah, kebun kurang terawat, tingginya proporsi areal tanaman tua dan rusak, pemasaran bahan olah karet yang belum efisien, harga jual yang tidak seimbang, serta rendahnya pendapatan yang diterima oleh petani (Siregar, Sitorus, & Sutandi, 2012; Anuja, 2012). Rendahnya pendapatan petani lebih disebabkan ketidakseimbangan harga yang diterima petani. Hasil penelitian Asmara & Hanani (2012) menunjukkan bagian harga yang diterima petani karet di Indonesia hanya mencapai 20%–40%, jauh lebih rendah dibandingkan di Thailand yang mencapai 80% dan Malaysia 60%–80%. Menurut Napitupulu (2011), rendahnya bagian harga yang diterima petani merupakan dampak dari rantai pemasaran karet yang panjang, tingginya margin yang diterima pedagang, kualitas rendah, serta lemahnya posisi tawar petani. Oleh karena itu, diperlukan penataan sistem rantai pasok karet.

Rantai pasok merupakan bagian dari saluran pemasaran yang menunjukkan hubungan antara lembaga-lembaga pemasaran yang dikoordinasi oleh satu lembaga. Menurut Baatz (1995), rantai pasok merupakan keseluruhan proses, mulai dari produksi bahan mentah hingga menjadi produk yang habis masa pakainya. Dengan demikian, rantai pasok juga merupakan bagian dari saluran pemasaran. Pihak yang terlibat dalam rantai pasok tidak hanya produsen dan pemasok, tetapi juga pelaku transportasi dan pergudangan, pengecer, bahkan konsumen akhir (La Londe & Masters, 1994; Chopra & Meindl, 2007). Di lain pihak, Baemon (1999) menyatakan rantai pasok merupakan fasilitas persediaan produk antara pemasok dengan pelanggan.

Pemasar, dalam mendistribusikan produknya, umumnya bertindak relatif independen antara satu dengan lainnya (Riadi, Machfud, Bantacut, & Sailah, 2011). Hal ini mengakibatkan distorsi informasi di sepanjang saluran distribusi produk yang berujung pada pengiriman yang tidak tepat waktu dan tidak sesuai pesanan. Hal tersebut dapat dihindari apabila terdapat kolaborasi dan integrasi yang baik antar pelaku rantai pasok. Kolaborasi dalam rantai pasok meliputi keterbukaan informasi dan akurasi jadwal sehingga dapat memberikan keuntungan bagi setiap anggota rantai pasok (Wong & Wong, 2006; Wiengarten, Humphreys, Guangming, Fynes, & Mckittrick, 2010; Mathuramytha, 2011). Peningkatan kinerja rantai pasok dapat melalui integrasi rantai pasok, yaitu melakukan perencanaan bersama, mengurangi biaya pemesanan dengan melakukan *outsourcing* bahan baku setengah jadi, mengurangi waktu siklus dan tingkat persediaan (Mittal,

2007), serta mengurangi ketidakpastian bisnis (Janvier, 2012).

Rantai pasok yang baik akan memberikan hasil produk lebih baik dan meningkatkan nilai tambah produk tersebut. Sejalan dengan penelitian Janvier-Mathuramaytha (2011) dan James (2012), pada prinsipnya rantai pasok memiliki peran untuk menambah nilai kepada produk. Penambahan nilai pada rantai pasok dapat dilakukan pada aspek kualitas dan percepatan proses pengambilan keputusan dalam menghantarkan produk tepat lokasi dengan biaya yang rendah. Menurut Narakusuma, Fauzi, & Firdaus (2013), perhitungan nilai tambah dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu menghitungnya selama proses pengolahan atau pada proses pemasaran.

Dalam sistem rantai pasok karet, terdapat dua faktor yang sangat berpengaruh, yaitu kapasitas pabrik pengolahan dan tingkat efisiensi sistem pemasaran (Arifin, 2005). Amalia (2013) menyatakan bahwa pabrik pengolahan membutuhkan jumlah pasokan karet yang banyak untuk memenuhi pesanan karet luar negeri. Pabrik karet melakukan beberapa pengaturan yang melibatkan beberapa lembaga dalam mendistribusikan kebutuhan pasokan pabrik memenuhi *supply* karet tersebut. Terkait dengan efisiensi sistem pemasaran, Kopp, Alamsyah, Patricia & Brümmer (2014) menyebutkan struktur pasar karet yang terjadi cenderung monopsonistik akibat adanya indikasi kartel yang dilakukan oleh pabrik pengolahan. Dalam upaya meningkatkan bagian harga yang diterima petani, perlu dilakukan upaya efisiensi rantai pasok sehingga tercipta pembagian margin yang lebih adil bagi semua pelaku rantai pasok. Penelitian bertujuan menganalisis sistem pemasaran karet dan pengaruh rantai pasok terhadap peningkatan efisiensi pemasaran di setiap lembaga anggota rantai pasok.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi. Lokasi tersebut dipilih secara *purposive* karena merupakan sentra produksi karet rakyat serta memiliki pabrik pengolahan karet terbanyak. Penelitian dilakukan pada Desember 2014 sampai Februari 2015.

Jenis dan Sumber Data

Penelitian menggunakan data primer dan sekunder. Data primer yang dihimpun adalah karakteristik responden, kondisi rantai pasok, harga di setiap anggota rantai pasok, biaya produksi, nilai *output* dan *input*. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara menggunakan kuesioner terhadap 80 orang petani, 4 orang pedagang pengumpul desa, 2 orang

pedagang pengumpul kecamatan, dan 2 orang pedagang besar, 3 lokasi pasar lelang karet, serta pabrik *crumb rubber* di Kabupaten Tebo. Pengumpulan informasi rantai pasok dari pabrik karet dilakukan secara *purposive sampling*. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait yaitu Direktorat Jenderal Perkebunan dan Dinas Perkebunan setempat.

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara kualitatif untuk menilai rantai pasok karet di Kabupaten Tebo dari aspek manajemen menggunakan kerangka *supply chain networking* (SCN). SCN merupakan suatu alat analisis yang dapat mengidentifikasi lebih dari satu rantai pasok dalam suatu proses bisnis, baik yang paralel maupun dalam waktu berurutan (Mentzer *et al.*, 2001; van der Vorst, 2006). Analisis ekonomi kinerja rantai pasok dilakukan dengan pendekatan efisiensi operasional yang terdiri dari B/C rasio dan nilai tambah.

Keberhasilan rantai pasok dapat dilihat dari tingkat kinerja yang dimilikinya. Menurut Pettersson (2008), kinerja rantai pasok dapat diukur melalui perhitungan biaya total rantai pasok yang terdiri atas penjumlahan harga di tingkat petani, biaya transportasi dan pengemasan, biaya *mark-up*, serta pemborosan akibat barang rusak dan biaya kehilangan dalam transportasi. Rasio keuntungan dan biaya merupakan suatu alat untuk menganalisis keuntungan yang didapatkan dari biaya yang dikeluarkan pada suatu kegiatan usaha. Analisis keuntungan dan biaya juga dapat melihat perbandingan besaran biaya dan keuntungan yang didapatkan pada masing-masing lembaga pemasaran. Selain itu, pengukuran kinerja rantai pasok dapat dianalisis menggunakan nilai tambah, yaitu selisih korbanan dalam perlakuan selama proses aliran barang berlangsung (Setiawan, Marimin, Arkeman, & Udin, 2011) dengan tujuan akhir untuk melihat sejauh mana balas jasa yang diterima oleh input dari output yang telah diproses. Menurut Coltrain, Barton, & Boland (2000), nilai tambah adalah menambah nilai produk dengan mengubah tempat, waktu dan bentuk menjadi lebih menarik perhatian konsumen dalam pasar.

Terdapat dua upaya yang dapat dilakukan untuk menciptakan nilai tambah, yakni inovasi dan koordinasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Tebo merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Jambi, memiliki luas wilayah 6.461 km² yang terbagi dalam 12 kecamatan dan 112 desa. Mayoritas penduduk di Kabupaten Tebo bekerja sebagai petani karet. Tanaman karet yang diusahakan merupakan tanaman tua dan bukan berasal dari klon unggul anjuran.

Tabel 1 menunjukkan identitas petani karet berdasarkan umur, tingkat pendidikan, serta pengalaman bertani. Berdasarkan hasil penelitian memperlihatkan bahwa petani karet di daerah tersebut sebagian besar adalah pria berumur 15 sampai 64 tahun sehingga masih tergolong usia produktif. Tingkat pendidikan petani tergolong rendah karena sebagian besar (41,25%) adalah lulusan Sekolah Dasar (SD). Hanya sebagian kecil (5%) petani karet yang mengenyam pendidikan tinggi. Usia produktif dan tingkat pendidikan berpengaruh dalam respon terhadap inovasi teknologi. Meskipun demikian, pengalaman petani karet dalam usahatani (53,75%) cukup tinggi, yaitu sekitar 10 sampai 20 tahun.

Pengalaman dalam usahatani juga diperlukan dalam respon terhadap inovasi teknologi. Faktor umur, pendidikan, dan pengalaman mempunyai peranan penting bagi petani dalam mengembangkan usaha taninya, baik dari segi produksi maupun produktivitas. Dalam usia produktif dan didukung tingkat pendidikan serta pengalaman yang memadai akan membuat petani lebih rasional dalam mengambil keputusan untuk memilih jenis komoditi dan skala usahanya.

Saat ini, tanaman karet yang diusahakan petani umumnya merupakan tanaman karet tua, antara 15 sampai 25 tahun, dan bukan berasal dari klon unggul. Tanaman karet mencapai puncak produktivitasnya pada usia antara 12 sampai 20 tahun. Setelah melampaui umur tersebut, produktivitasnya menurun dan perlu diredajakan kembali.

Tabel 1. Sebaran responden petani karet menurut jenis kelamin, usia, lama pendidikan, dan pengalaman bertani di Kabupaten Tebo (2014)

Table 1. Characteristics of response determined by sex, age, education and experience at Tebo Regency (2014)

Karakteristik petani		Jumlah (orang)	Persentase
1.	Jenis kelamin		
a.	Pria	63	78,75
b.	Wanita	17	21,25
2.	Usia		
a.	<15 tahun	0	0,00
b.	15–64 tahun	67	83,75
c.	>65 tahun	13	16,25
3.	Luas Lahan		
a.	0,5–1 ha	51	63,75
b.	1–2 ha	18	2,25
c.	>2 ha	11	13,75
4.	Pengalaman bertani		
a.	<10 tahun	14	17,50
b.	11–20 tahun	43	53,75
c.	21–30 tahun	13	16,25
d.	>30 tahun	10	11,67
5.	Pendidikan		
a.	Tamat SD	33	41,25
b.	Tamat SMP	17	21,25
c.	Tamat SMA	26	32,50
d.	Tamat S1	4	5,00

Pola Saluran Pemasaran Karet di Kabupaten Tebo

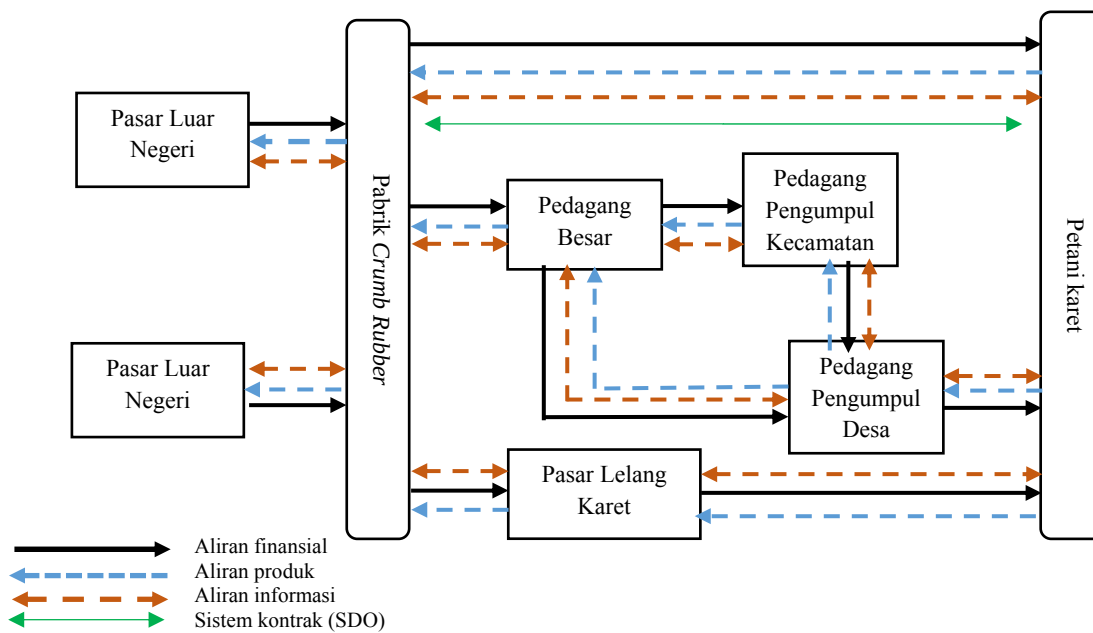
Dari hasil survei yang dilakukan, terdapat 4 pola saluran pemasaran karet yang terbentuk di Kabupaten Tebo:

- Pola I:
Petani – pedagang pengumpul desa – pedagang pengumpul kecamatan – pedagang besar - pabrik.
- Pola II:
Petani – pedagang pengumpul desa – pedagang besar – pabrik.
- Pola III:
Petani – pasar lelang – pabrik.
- Pola IV:
Petani – UPPB – pabrik.

Rantai pasok karet rakyat di Kabupaten Tebo umumnya terdiri atas tiga sampai lima anggota rantai pasok, meliputi petani karet, pengumpul tingkat desa, pasar lelang karet, pedagang besar, dan pabrik karet. Pada saluran pemasaran karet, Pola I, II, III, dan IV masing-masing digunakan oleh 28, 29, 40, dan 20 orang petani. Unit Pengolahan dan Pemasaran Bokar (UPPB), sebagai gabungan beberapa kelompok tani yang dipimpin oleh ketua kelompok, melakukan kegiatan yang dapat menguntungkan kelompok tani, antara lain

kemitraan dengan pabrik karet, sekaligus sebagai wadah perkumpulan petani dalam hal mendapatkan informasi seputar budidaya dan pemasaran karet. Dengan demikian, pada Pola IV terdapat indikasi adanya manajemen rantai pasok karena telah ada upaya penataan setiap pelaku yang terlibat dalam rantai pasok melalui kemitraan antara petani dengan pabrik. Dalam pola ini terdapat standardisasi *grading* sehingga dapat dijelaskan dengan pendekatan SCN yang meliputi sasaran rantai pasok, proses bisnis, manajemen, sumberdaya, struktur, dan kinerja rantai pasok.

Sasaran rantai pasok merupakan suatu tujuan yang ingin dicapai oleh seluruh anggota dalam suatu rantai pasok. Sasaran tersebut akan menjelaskan tujuan rantai pasok karet di dalam pasar. Kondisi rantai pasok di dalam sasaran rantai pasok menjadi salah satu unsur penentu baik atau buruknya kelangsungan dari rantai pasok. Sasaran pasar karet di Kabupaten Tebo adalah pabrik *crumb rubber* atau pabrik pengolahan karet yang berorientasi ekspor. Pabrik yang dituju, antara lain, PT. Djambi Waras, PT. Remco, dan PT. Anugrah Bungo Lestari. Sementara itu, sasaran pengembangannya adalah meningkatkan produktivitas dan mutu karet. Namun, untuk meningkatkan mutu karet diperlukan perluasan lahan, proses panen dan pascapanen, serta koordinasi antara pabrik dan petani mengenai mutu karet yang baik.



Gambar 1. Struktur rantai pasok karet rakyat di Kabupaten Tebo (2014)
Figure 1. Rubber supply chain structure at Tebo Regency (2014)

Struktur hubungan rantai pasok karet di Kabupaten Tebo dapat dianalisis melalui anggota yang membentuk rantai pasok dan peran masing-masing anggota serta entitas atau elemen-elemen yang terdapat di dalam rantai pasok seperti produk, pasar, *stakeholder*, dan situasi persaingan. Struktur hubungan rantai pasok karet terdiri dari pabrik karet (PK), pasar lelang karet (PLK), pedagang besar (PB), pedagang pengumpul tingkat kecamatan (PPK), pedagang pengumpul tingkat desa (PPD) dan petani karet (PKR) (Gambar 1).

Struktur rantai pasok melibatkan beberapa anggota yang melakukan fungsi-fungsi pemasaran. Anggota yang dimaksud merupakan anggota yang tergabung dan memiliki peran di dalam rantai pasok. Dalam memenuhi kebutuhan bahan olah karet, pabrik mendapat banyak pasokan dari beberapa pedagang besar, pedagang pengumpul kecamatan, pedagang desa, pasar lelang karet, dan UPPB.

Kinerja Rantai Pasok Karet di Kabupaten Tebo

Kinerja rantai pasok dapat diukur melalui perhitungan biaya total rantai pasok yang terdiri dari penjumlahan harga di tingkat petani, biaya transportasi dan pengemasan, biaya *mark-up* serta pemborosan akibat

barang *reject* dan biaya kehilangan dalam transportasi. Lembaga yang terdapat pada rantai pasok karet terdiri atas pedagang pengumpul desa, pedagang pengumpul kecamatan, pedagang besar, lelang, dan *Sourcing Development Officer* (SDO). Harga jual karet merupakan harga yang didapat oleh lembaga pemasaran dari pembeli, sedangkan harga beli merupakan harga yang didapatkan lembaga pemasaran dari penjualan. Tingkat efisiensi suatu sistem pemasaran dapat dilihat dari penyebaran rasio keuntungan dan biaya. Biaya yang dikeluarkan oleh anggota saluran pemasaran pada pengaliran komoditi karet merupakan biaya yang ditanggung masing-masing saluran perantara, menghubungkan petani (produsen) dengan konsumen bisnis.

Tabel 2 menunjukkan rasio *benefit* dan *cost* berdasarkan total biaya dan keuntungan pada empat sistem saluran pemasaran karet rakyat. Saluran pemasaran Pola I melibatkan pedagang pengumpul desa, pedagang pengumpul kecamatan, pedagang besar, dan pabrik yang memiliki total biaya pemasaran Rp4.613,75/kg dengan total keuntungan Rp2.462,75 sehingga B/C rasio yang diperoleh sebesar 0,53.

Tabel 2. Rasio *benefit* dan *cost* pada karet rakyat di Kabupaten Tebo (2014)

Table 2. *Benefit and cost ratio of smallholders natural rubber at Tebo Regency (2014)*

Uraian	Pola saluran pemasaran (Rp/kg)			
	I	II	III	IV
Total biaya pemasaran	4.613,75	3.605,66	3.420,37	2.000,00
Total keuntungan	2.462,75	2.933,34	1.879,36	3.725,73
Rasio B/C	0,53	0,81	0,54	1,86

Saluran pemasaran Pola II melibatkan pedagang pengumpul desa, pedagang pengumpul kecamatan, dan pabrik karet yang memiliki total biaya sebesar Rp3.605,66/kg dengan total keuntungan Rp2.933,34/kg sehingga didapatkan nilai B/C rasio sebesar 0,81. Saluran pemasaran Pola III melibatkan pasar lelang karet dan pabrik karet yang memiliki total biaya sebesar Rp3.420,37 dengan total keuntungan Rp1.879,36 sehingga nilai B/C rasio sebesar 0,54. Pada saluran pemasaran Pola IV, pabrik karet menanggung biaya pemasaran sebesar Rp2.000/kg, keuntungan Rp3.725,73/kg, dan nilai B/C sebesar 1,86.

Sebagian besar saluran pemasaran karet di Kabupaten Tebo memiliki nilai B/C yang tidak merata pada setiap saluran pemasaran, hal tersebut mengindikasikan terjadinya perbedaan biaya pemasaran yang ditanggung oleh masing-masing anggota rantai pasok yang menyebabkan perbedaan nilai keuntungan pada setiap ujung saluran pemasaran. Dari ke empat

pola saluran pemasaran ternyata tiga saluran pemasaran memiliki nilai perbandingan keuntungan dan biaya yang lebih kecil dari 1,0. Hal ini menandakan bahwa ada ketidakefisienan di dalam pengeluaran biaya untuk melakukan suatu aktivitas di dalam rantai pasok. Saluran yang paling efisien berdasarkan nilai B/C adalah saluran keempat, yaitu 1,86.

Nilai B/C antara Pola IV dengan pola lainnya menunjukkan perbedaan yang sangat tinggi. Kondisi tersebut terjadi akibat perbedaan jumlah anggota yang terlibat dalam sistem rantai pasok. Semakin banyak anggota yang terlibat, akan menyebabkan bertambahnya biaya pemasaran sehingga efisiensi rantai pasok menjadi lebih rendah. Namun demikian, saluran pemasaran bukan merupakan penyebab tunggal. Arifin (2005) menyebutkan beberapa faktor lain seperti jarak dari petani ke pabrik, sistem transportasi, fasilitas kredit, serta hubungan interpersonal antar pelaku dalam rantai pasok.

Tabel 3. Analisis distribusi nilai tambah karet rakyat di Kabupaten Tebo (2014)

Table 3. *Rubber value added distribution analysis at Tebo Regency (2014)*

Anggota	Biaya input (Rp/kg)	Harga output (Rp)	Nilai tambah (Rp)	Nilai tambah (%)
Pola I				
Petani	673,84	6.320,69	5.646,85	64,26
Pedagang pengumpul desa	6.562,50	7.680,75	811,98	9,24
Pedagang pengumpul kecamatan	8.085,00	9.110,50	750,70	8,54
Pedagang besar	9.426,67	11.000,00	1.381,88	15,72
Pabrik	10.178,00	12.375,00	196,68	2,24
Total	34.926,01	46.486,94	8.788,09	100,00
Pola II				
Petani	673,84	5.724,15	5.050,31	67,87
Pedagang pengumpul desa	6.562,50	7.680,75	811,98	10,91
Pedagang besar	9.426,67	11.000,00	1.381,88	18,57
Pabrik	10.178,00	12.375,00	196,68	2,64
Total	26.841,01	36.779,9	7.440,85	100,00
Pola III				
Petani	1.934,42	7.839,28	5.904,85	74,53
Lelang	7.839,28	10.800,00	1.821,02	22,99
Pabrik	10.178,00	12.375,00	196,68	2,48
Total	19.951,70	31.014,30	7.922,55	100,00
Pola IV				
Petani	1.934,42	7.913,27	5.978,85	96,82
Pabrik	10.178,00	12.375,00	196,68	3,18
Total	12.112,42	20.2883,30	6.175,53	100,00

Selanjutnya, untuk menentukan efisiensi dilakukan pengukuran nilai tambah. Distribusi nilai tambah anggota rantai pasok menggunakan saluran pemasaran yang terdapat pada rantai pasok karet di Kabupaten Tebo (Tabel 3). Sama halnya dengan nilai B/C, nilai tambah paling tinggi yang diperoleh petani terdapat pada Pola IV. Pada pola ini, petani secara langsung bekerjasama melalui sistem kontrak dengan pabrik. Pabrik bertugas sebagai penghela di sistem rantai pasok karet dengan petani sebagai penyuplai karet yang disesuaikan dengan persyaratan yang diberikan oleh pabrik. Dalam tata kelola rantai pasok, kemitraan yang terjadi antara petani dengan pabrik pengolahan melalui UPPB juga diikuti dengan pembinaan, penyuluhan dan pelatihan kepada petani yang menjadi mitra. Kondisi tersebut berdampak pada peningkatan kualitas dan harga yang diterima oleh petani. Hal ini mengindikasikan dengan adanya rantai pasok, petani dapat memperoleh nilai tambah lebih tinggi dikarenakan petani dapat menjual karet dengan harga lebih tinggi dibandingkan dengan menjual ke lembaga pemasaran lainnya yang tidak menggunakan sistem rantai pasok. Hasil penelitian Ntale, Litondo, & Mphande (2013) menunjukkan salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya pendapatan petani adalah rendahnya nilai tambah di tingkat petani. Di sisi lain, manajemen rantai pasok yang baik memiliki peranan yang penting untuk memunculkan nilai tambah pada setiap tahap rantai pasok (Wong, 2007).

KESIMPULAN

Di Kabupaten Tebo, terdapat empat pola saluran pemasaran karet rakyat dengan melibatkan tiga sampai lima anggota yaitu Pola I (Petani – pedagang pengumpul desa – pedagang pengumpul kecamatan – pedagang besar – pabrik), Pola II (Petani – pedagang pengumpul desa – pedagang besar – pabrik), Pola III (Petani – pasar lelang – pabrik), dan Pola IV (Petani – UPPB – pabrik). Pola IV paling efisien karena memiliki B/C rasio yang lebih dari 1 dan persentase nilai tambah untuk petani lebih besar dibandingkan dengan ketiga saluran lainnya. Manajemen rantai pasok pada saluran pola IV menunjukkan kerjasama yang erat antara pabrik dengan petani melalui lembaga Unit Pengolahan dan Pemasaran Bokar (UPPB) dalam pemenuhan pasokan dan kualitas karet yang sesuai dengan kebutuhan pabrik. Untuk itu, rantai pasok dalam sistem pemasaran karet rakyat harus terintegrasi agar dapat meningkatkan efisiensi dan keuntungan bagi setiap anggota rantai pasok. Pola IV sebaiknya diadopsi oleh petani lain melalui intervensi pemerintah karena pola tersebut hanya diikuti oleh 17,1% petani.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Kepala Dinas Perkebunan Provinsi Jambi atas bantuan informasi data, dan DIKTI atas program Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) tahun anggaran 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, D.N. (2013). *Sistem pemasaran karet rakyat di Provinsi Jambi dengan pendekatan Structure, Conduct, Performance (SCP)* (Master Theses, Institut Pertanian Bogor, Indonesia). Retrieved from <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/67889>.
- Anuja, A.R. (2012). Input delivery, processing and marketing of natural rubber: The role of producers' cooperatives in Kerala. *Agricultural Economics Research Review*, 25, 379–386.
- Arifin, B. (2005). Supply-chain of natural rubber in Indonesia. *Jurnal Manajemen Agribisnis*, 2(1), 1–16.
- Asmara, R., & Hanani, N. (2012). Komparasi transmisi harga karet alam Indonesia dengan Malaysia dan Thailand. Retrieved from <http://nuhil.lecture.ub.ac.id/files/2012/12/jurnal-karet-perhepi-nuhfil-roshihan-final2.pdf>
- Baatz, E.B. (1995). CIO100-best practices: The chain gang. *CIO*, 8(19), 46–52.
- Baemon, B.M. (1999). Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(3), 275–292.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2007). *Supply chain management-strategy, planning and operation*. Third Edition. New Jersey (USA): Person Education, Inc.
- Coltrain, D., Barton, D., & Boland, M. (2000). *Value-added: Opportunities and strategies*. Arthur Capper Cooperative Center, Kansas State University, Kansas, USA. Retrieved from <http://www.agecon.ksu.edu/accc/kcdc/PDF%20Files/VALADD10%20col.pdf>.
- Janvier-James, A.M. (2012). A new introduction to supply chains and supply chain management: Definitions and theories perspective. *International Business Research Journal*, 5(1), 194–207.
- Kopp, T., Alamsyah, Z., Patricia, R.S., & Brümmer, B. (2014). Have Indonesian rubber processors formed a cartel? *Analysis of intertemporal marketing margin manipulation*. Paper prepared for presentation at the EAAE 2014 Congress. Agri-Food and Rural Innovations for Healthier Societies, August 26 to 29, 2014, Ljubljana, Slovenia.
- La Londe, B.J., & Masters, J.M. (1994). Emerging logistics strategies: Blueprints for the next century. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 24(7), 35–47.
- Mathuramaytha, C. (2011). Supply chain collaboration-What's an outcome? A theoretical model. In *International Proceeding of Economics Development and Research*, Vol. 11. Singapore: IACSIT Press.

- Mentzer, J.T., DeWilt, W., Keebler, J.S., Nix, N.W., Smith, C., & Zacharia. (2001). Defining supply chain management. *Journal Business Logistics*, 22(2), 1–25.
- Mittal, S. (2007). Strengthening backward and forward linkages in horticulture: Some successful initiatives. *Agricultural Economics Research Review*, 20, 457–469.
- Napitupulu, D. (2011). Kajian tataniaga karet alam: Upaya peningkatan kesejahteraan petani. *Jurnal Penelitian Karet*, 29(1), 76–92.
- Narakusuma, M.A., Fauzi, A.M., & Firdaus, M. (2013). Rantai nilai produk olahan buah manggis. *Journal of Management and Agribusiness*, 10(1), 11–21.
- Ntale, J.F., Litondo, K.O., & Mphande, O.M. (2013). Indicators of value added agri-businesses on small farms in Kenya: An empirical study of Kiambu and Murang'a Counties. *Journal of Small Business and Entrepreneurship Development*, 2(3 & 4): 89-101. doi: 10.15640/jsbed.v2n3-4a6.
- Petterson, A. (2008). *Measurements of efficiency in a supply chain* (Lincentiate Theses, Luleå University of Technology). Retrieved from <https://pure.ltu.se/portal/files/2331159/LTU-LIC-0851-SE.pdf>.
- Riadi, F., Machfud, Bantacut, T., & Sailah, I. (2011). Integrated natural rubber agroindustry development model. *J. Tek. Ind. Pert.*, 21(3), 146–153.
- Setiawan, A., Marimin, Arkeman, Y., & Udin, F. (2011). Studi peningkatan kinerja manajemen rantai pasok sayuran dataran tinggi terpilih di Jawa Barat. *Agriotech*, 31(1), 60–70.
- Siregar, H., Sitorus, S., & Sutandi, A. (2012). Analisis potensi pengembangan perkebunan karet rakyat di Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara. *Forum Pascasarjana*, 35(1), 1–13.
- van der Vorst, J.G.A.J. (2006). *Performance measurement in agri-food supply chain networks*. Netherland: Logistics and Operations Research Group, Wageningen University.
- Wiengarten, F., Humphreys, P., Guangming, C., Fynes, B., & Mckittrick, A. (2010). Collaborative supply chain practices and performance: Exploring the key role of information quality. *Supply Chain Management: An International Journal*, 15(6), 463–473.
- Wong, L. C. (2007). Development of Malaysia's agricultural sector: Agriculture as an engine of growth? In the ISEAS 'Conference on the Malaysian Economy: Development and Challenges Vol. 25 (p. 26).
- Wong, W.P., & Wong, K.Y. (2006). A review on Benchmarking of supply chain performance measures. *Benchmarking: An International Journal*, 15(1), 25–51.

STABILITAS HASIL TIGA KLON KOPI ROBUSTA BENGKULU SEBAGAI KLON UNGGUL LOKAL

YIELD STABILITY OF THREE BENGKULU'S ROBUSTA COFFEE CLONES AS LOCAL SUPERIOR

* Enny Randriani dan Edi Wardiana

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

(Tanggal diterima: 3 September 2015, direvisi: 28 September 2015, disetujui terbit: 10 November 2015)

ABSTRAK

Pertanaman kopi di Provinsi Bengkulu umumnya sudah tua atau rusak sehingga perlu diremajakan atau direhabilitasi. Klon unggul lokal kopi Robusta, seperti Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning, telah banyak dikembangkan untuk rehabilitasi di daerah tersebut. Penelitian bertujuan menganalisis stabilitas hasil tiga klon kopi Robusta unggul lokal Bengkulu pada ketinggian sedang sampai tinggi. Penelitian dilakukan di Kabupaten Curup (670 m dpl) dan Kabupaten Kepahiang (900 dan 1300 m dpl), Provinsi Bengkulu, mulai Juli 2014 sampai Agustus 2015. Klon kopi Robusta Bengkulu yang diuji adalah Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning hasil sambung tunas plagiotrop berumur 5 tahun setelah sambung. Setiap unit percobaan terdiri dari 5 pohon contoh ditentukan secara acak dan masing-masing diulang 5 kali. Peubah yang diamati adalah bobot segar buah/pohon, bobot kering biji/pohon, bobot segar/buah, dan bobot kering/biji. Analisis data menggunakan analisis ragam tergabung yang dilanjutkan dengan uji stabilitas hasil dengan metode Eberhart dan Russell. Hasil penelitian menunjukkan kopi Robusta klon Payung Hijau mempunyai stabilitas dan hasil biji paling tinggi dibandingkan dengan dua klon lainnya (Sidodadi dan Payung Kuning). Produksi kopi klon Payung Hijau mencapai 1,19 kg bobot kering biji/pohon, 4,31 g bobot segar/buah, dan 0,63 g bobot kering/biji. Oleh karena itu, klon Payung Hijau direkomendasikan sebagai sumber entres bagi program peremajaan atau rehabilitasi pertanaman kopi tua.

Kata kunci: Kopi Robusta, interaksi GxE, ketinggian tempat, stabilitas

ABSTRACT

The population of Robusta coffee in Bengkulu province were mostly old thus it need rejuvenation or rehabilitation. Local clones of Robusta coffee, such as Sidodadi, Payung Hijau and Payung Kuning, have been cultivated for rehabilitation in Bengkulu Province at an altitude of >700 m above sea level (asl). This study aimed to analyze the yield stability of the three Robusta coffee clones at medium to high altitudes. The study was conducted from January to September 2015 in Curup Regency (670 m asl) and Kepahiang Regency (900 m and 1300 m asl), Bengkulu Province. The three tested Robusta coffee clones were 5 years old Sidodadi, Payung Hijau, and Payung Kuning, which propagated through plagiotropic grafting. Each experiment unit consisted of 5 plant samples and were obtained by randomized sampling with 5 replications respectively. The parameters observed were fresh weight of berry/plant, dry weight of beans/plant, fresh weight/berry, and dry weight/beans. The data analyzed using combined variance followed by yield stability test of Eberhart and Russell method. The results showed that Payung Hijau clone had the highest bean yield compared to the other two clones (Sidodadi and Payung kuning). The production of Payung Hijau clone reached 1.19 kg dry weight of bean/plant, 4.31 g fresh weight/berry, and 0.63 g dry weight/bean. Therefore, the Payung Hijau clone was recommended as scions source for the coffee plantation rejuvenation or rehabilitation.

Keywords: Robusta coffee, GxE interaction, altitude, stability

PENDAHULUAN

Tanaman kopi Robusta (*Coffea canephora*) pada umumnya dibudidayakan petani di daerah dataran rendah (< 700 m dpl) karena salah satunya memiliki keunggulan dalam hal ketahanan terhadap penyakit karat daun yang sering menyerang tanaman kopi di dataran rendah. Di Indonesia, pengembangan besar-besaran kopi Robusta di daerah dataran rendah pada zaman penjajahan menyebabkan populasi kopi jenis tersebut berkembang secara meluas di hampir seluruh sentra produksi nasional, termasuk di Provinsi Bengkulu. Pertanaman kopi Robusta di Provinsi Bengkulu tidak hanya di dataran dengan ketinggian <700 m, tetapi juga di daerah lebih tinggi (>1000 m dpl), misalnya Kabupaten Kepahiang. Menurut pengakuan para petani kopi di Kabupaten Kepahiang, jenis kopi Robusta yang mereka kembangkan termasuk unggul karena hasil seleksi yang dilakukan selama bertahun-tahun. Tiga klon di antaranya adalah Sidodadi (SD), Payung Hijau (PH), dan Payung Kuning (PK).

Hasil dan kualitas ketiga klon lokal kopi Robusta Bengkulu (Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning) cukup baik sehingga disukai oleh banyak petani di Bengkulu. Klon unggul lokal tersebut telah banyak digunakan petani untuk merehabilitasi pertanaman kopi asal biji yang umumnya sudah tua atau rusak. Penyambungan dengan entres yang unggul merupakan cara rehabilitasi yang efektif untuk pertanaman kopi tua.

Potensi untuk mendapatkan klon unggul kopi Robusta perlu diuji, khususnya terhadap ketiga klon tersebut (Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning). Oleh karena itu, diperlukan informasi stabilitas dan daya hasil ketiga kopi tersebut. Metode populer untuk pengujian stabilitas hasil suatu tanaman mengacu pada Eberhart & Russell (1966) cited in Singh & Chaudhary (1979); Alberts (2004); Wardiana & Pranowo (2013); Temesgen, Keneni, Sefera, & Jarsob (2014); Yonas, Bayetta, & Chemedha (2014a). Beberapa peneliti lain ada juga yang melakukan uji stabilitas hasil tanaman kopi menggunakan metode yang agak berbeda, tetapi dengan dasar statistika hampir sama (Anim-Kwapong, Anim-Kwapong, & Adomako, 2011; Cilas, Montagnon, & Bar-Hen, 2011; Rodrigues, Vieira, Barbosa, Souza Filho & Candido, 2013; Yonas, Bayetta, & Chemedha, 2014b). Penelitian bertujuan menganalisis stabilitas hasil tiga klon kopi Robusta pada ketinggian sedang sampai tinggi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Curup (670 m dpl) dan Kabupaten Kepahiang (900 dan 1300 m dpl) Provinsi Bengkulu, mulai Juli 2014 sampai Agustus 2015.

Metode dan Objek Pengujian

Penelitian dilakukan dengan metode observasi terhadap populasi tiga klon kopi Robusta Bengkulu yang ditanam pada tiga ketinggian tempat yang berbeda, masing-masing di Desa Sukarami, Kecamatan Bermani Ulu, Kabupaten Curup (670 m dpl), Desa Air Sempiang, Kecamatan Kebawetan, Kabupaten Kepahiang (900 m dpl), dan Desa Airles, Kecamatan Muara Kemumuh, Kabupaten Kepahiang (1300 m dpl), Provinsi Bengkulu. Batang atas (*entres/scion*) tipe plagiotrop dari tiga klon kopi Robusta, yaitu Sidodadi (SD), Payung Hijau (PH), dan Payung Kuning (PK) disambung pucuk pada tahun 2010 (umur tanaman penelitian 5 tahun setelah sambung pucuk). Batang bawah (*rootstock*) yang digunakan berasal dari tanaman kopi lokal yang ditanam dengan biji pada tahun 1994 dengan jarak tanam 2 x 2 m.

Pelaksanaan Pengujian

Pengamatan dilakukan mulai Juli 2014 sampai Agustus 2015 pada lima pohon contoh untuk setiap unit percobaan yang ditentukan secara acak dan diulang sebanyak lima kali. Terdapat 3 klon x 3 ketinggian tempat x 5 ulangan = 45 unit percobaan dengan jumlah pohon contoh masing-masing sebanyak 5 pohon sehingga total adalah 45 x 5 = 225 pohon. Peubah yang diamati adalah komponen hasil, meliputi:

- (1) bobot segar buah/pohon, dihitung bobot segar buah per pohon dari panen buah telah matang fisiologis (buah warna merah) secara bertahap mulai bulan Juli 2014 sampai Agustus 2015 (satu tahun panen)
- (2) bobot kering biji/pohon, diukur dari bobot segar buah per pohon setelah dikeringkan di bawah sinar matahari langsung selama 3 hari
- (3) bobot segar/buah, dihitung rata-rata dari 100 contoh buah segar, dan
- (4) bobot kering/biji, dihitung rata-rata dari 100 contoh buah segar yang setelah dikeringkan di bawah sinar matahari langsung selama 3 hari.

Peubah-peubah tersebut memiliki peranan penting secara ekonomi dan sering digunakan oleh para peneliti karena berhubungan secara langsung serta menjadi indikator utama bagi komponen hasil dan kualitas hasil (Leroy *et al.*, 2006; Laderach *et al.*, 2012; Yonas *et al.*, 2014a, 2014b).

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis ragam tergabung (*combined analysis of variance*) antara klon dengan lingkungan (ketinggian tempat). Sebelum dilakukan analisis ragam tergabung, terlebih dahulu data tersebut diuji tingkat homogenitas ragam galatnya dengan metode Bartlett's karena hal ini merupakan asumsi yang harus dipenuhi untuk menganalisis ragam secara tergabung. Peubah-peubah yang akan dianalisis ragam secara tergabung hanyalah peubah-peubah yang memiliki kesamaan ragam berdasarkan hasil pengujian dengan metode Bartlett's. Selanjutnya, pada analisis ragam tergabung, apabila nilai kuadrat tengah ragam interaksi antara genotipe dengan lingkungan nyata menurut uji F maka analisis selanjutnya adalah stabilitas hasil mengikuti metode Eberhart & Russell (1966) cited in Singh & Chaudhary (1979) dengan rumus matematik sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + b_i I_j + \delta_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = rata-rata genotipe ke-i pada lingkungan ke-j

M = rata-rata umum genotipe ke-i

b_i = koefisien regresi genotipe ke-i terhadap indeks lingkungan

I_j = indeks lingkungan

δ_{ij} = simpangan regresi genotipe ke-i lingkungan ke-j

ϵ_{ij} = rata-rata galat percobaan

Di samping itu, dilakukan juga analisis tentang koefisien keragaman (KK) sebagai respon setiap genotipe yang diuji terhadap lingkungan tumbuhnya mengikuti metode Francis & Kannenberg (1977) cited in Alberts (2004); Ayalneh, Letta, & Abinasa (2013); Mosavi, Jelodar, & Kazemitabar (2013), serta analisis koefisien determinasi (R^2) mengikuti metode Pinthus (1973) cited in Alberts (2004); Wardiana & Pranowo (2010); Temesgen *et al.* (2015). Informasi stabilitas serta penampilan komponen hasil suatu genotipe dijelaskan melalui gambar biplot antara komponen hasil

dengan nilai KK dan R^2 untuk masing-masing genotipe yang diuji.

Pengujian komponen hasil antar klon, baik rata-rata dari tiga ketinggian tempat maupun untuk masing-masing ketinggian tempat, dilakukan dengan metode beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%. Kriteria yang digunakan untuk menilai tinggi-rendahnya komponen hasil suatu klon adalah (1) apabila ketiga klon berbeda nyata maka dilakukan klasifikasi tinggi, sedang, dan rendah sesuai dengan urutan nilainya, dan (2) apabila hanya ada dua genotipe yang berbeda nyata maka diklasifikasikan tinggi dan rendah sesuai dengan urutan nilainya. Selanjutnya, untuk menilai tingkat kesesuaian suatu klon terhadap ketinggian tempat tertentu, digunakan kriteria penilaian secara serempak pada semua komponen hasil yang diamati. Suatu klon dikatakan sesuai untuk ketiga ketinggian tempat apabila memiliki seluruh komponen hasil yang dikategorikan tinggi untuk ketiga ketinggian tersebut, dan demikian juga seterusnya untuk masing-masing ketinggian tempat. Keseluruhan analisis data ini dilakukan melalui bantuan perangkat lunak statistik Minitab versi 16.0 dan IBM SPSS versi 21.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Homogenitas Ragam Galat

Salah satu asumsi yang harus dipenuhi dalam melakukan analisis ragam tergabung adalah bahwa ragam galat yang muncul dari sejumlah faktor lingkungan yang diuji harus homogen. Hasil uji homogenitas melalui metode Bartlett's menunjukkan keempat peubah yang diamati ternyata memiliki ragam galat homogen ($p > 0,05$) (Tabel 1), artinya ragam galat yang muncul karena adanya perbedaan lingkungan (dalam hal ini ketinggian tempat) ternyata berasal dari ragam yang sama. Melalui hasil ini maka keempat peubah yang diukur dapat dilanjutkan analisisnya menuju analisis ragam tergabung antara genotipe dengan lingkungan. Yonas *et al.* (2014b) mengemukakan apabila ragam galat antar lingkungan dinilai homogen maka nilai kuadrat tengah tergabung dapat digunakan untuk menguji stabilitas hasil.

Tabel 1. Uji homogenitas ragam galat dengan metode Bartlett's pada tiga klon unggul lokal kopi Robusta (Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning) Bengkulu

Table 1. Homogeneity test of error variance using Bartlett's methods of three local superior clones of Robusta coffee (Sidodadi, Payung Hijau, and Payung Kuning) Bengkulu

Peubah yang diamati	Nilai uji statistik	Nilai peluang (p)
Bobot segar buah/pohon (kg)	1,22	0,544 ^{tn}
Bobot kering biji/pohon (kg)	0,99	0,957 ^{tn}
Bobot segar/buah (g)	3,78	0,151 ^{tn}
Bobot kering/biji (g)	3,67	0,159 ^{tn}

Keterangan/Notes: tn = tidak nyata/tn = not significant

Tabel 2. Nilai kuadrat tengah analisis ragam tergabung untuk empat peubah yang diamati pada tiga klon unggul kopi Robusta (Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning)

Table 2. Mean square value of combined analysis of variance for 4 observed variables in three superior clones of Robusta coffee (Sidodadi, Payung Hijau, and Payung Kuning)

Peubah yang diamati	Nilai kuadrat tengah			
	Klon	Lingkungan	Ulangan dalam lingkungan	Klon x lingkungan
Bobot segar buah/pohon (kg)	0,9927	2,8247	1,0630	1,5903
Bobot kering biji/pohon (kg)	0,0435 **	0,0056	0,0089	0,0222 *
Bobot segar/buah (g)	6,4168 **	10,7792 **	0,9550	3,4865 **
Bobot kering/biji (g)	0,1156 **	0,1914 *	0,0040	0,0774 **

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

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

Tabel 3. Hasil analisis ragam untuk menduga stabilitas pada tiga klon unggul Robusta (Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning) pada tiga ketinggian tempat

Table 3. Result of variance analysis to estimate the stability of three superior clones of Robusta coffee (Sidodadi, Payung Hijau, and Payung Kuning) at three altitudes

Sumber keragaman	 Nilai kuadrat tengah			 Nilai F hitung		
	Bobot kering biji/pohon	Bobot segar/buah	Bobot kering/biji	Bobot kering biji/pohon	Bobot segar/buah	Bobot kering/biji
Genotipe x lingkungan (linier)	0,00329	0,0356	0,0128	0,88	1,52	1,06
Simpangan tergabung	0,00377	0,0234	0,0121	2,55	4,09 *	7,63 **
Galat tergabung	0,00019	0,0057	0,0016	-	-	-

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

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

Interaksi GxE

Berdasarkan analisis ragam tergabung diketahui bahwa dari keempat peubah komponen hasil yang diamati ternyata terdapat satu peubah yang tidak menunjukkan interaksi genotipe x lingkungan (GxE), yaitu peubah bobot segar buah/pohon. Ketiga peubah lainnya (bobot kering biji/pohon, bobot segar/buah, dan bobot kering/biji) memperlihatkan pengaruh interaksi nyata pada taraf 5% dan 1% (Tabel 2). Selanjutnya, analisis stabilitas hasil hanya akan dilakukan terhadap peubah yang memiliki interaksi GxE nyata.

Nilai GxE nyata mengindikasikan respon ketiga klon yang diuji ditinjau dari bobot kering biji/pohon, bobot segar/buah, dan bobot kering/biji bervariasi pada lokasi yang berbeda. Implikasinya adalah akan diperoleh minimal satu klon kopi Robusta Bengkulu yang dapat tumbuh dan menghasilkan dengan baik dan stabil pada ketiga ketinggian tempat, atau sebaliknya hanya baik pada ketinggian tertentu saja.

Dalam budidaya kopi, ketinggian tempat berpengaruh nyata terhadap hasil, kualitas biji maupun kualitas seduhan. Perbedaan ketinggian tempat mencerminkan juga perbedaan dalam unsur-unsur iklimnya, baik makro maupun mikro, seperti curah hujan, intensitas radiasi matahari, suhu, kelembaban, dan kecepatan angin. Perbedaan-perbedaan tersebut akan berpengaruh terhadap proses metabolisme tanaman yang dampaknya akan kelihatan pada laju pertumbuhan tanaman, baik vegetatif maupun generatif,

serta hasil. De Castro & Marraccini (2006); Vaast, Bertrand, Perriot, Guyot, & Génard (2006); serta Da Matta, Ronchi, Maestri, & Barros (2007) mengemukakan ketinggian tempat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan buah kopi. Tanaman kopi yang dibudidayakan pada elevasi lebih tinggi cenderung pertumbuhannya lebih lambat, buahnya relatif lebih besar dengan waktu pematangannya lebih lambat, serta umumnya memiliki kualitas lebih baik.

Uji Stabilitas

Ragam genotipe x lingkungan (linier) tidak menunjukkan perbedaan nyata untuk ketiga komponen hasil yang dianalisis, sedangkan ragam simpangan tergabung nyata pada taraf 5% dan 1%, masing-masing untuk bobot segar/buah dan bobot kering/biji (Tabel 3). Pengujian ini memberikan pengertian bahwa tidak ada perbedaan nyata pada koefisien regresi (b_i), tetapi berbeda pada simpangan regresi (Sd_i) antar ketiga klon yang diuji. Tetapi, hasil tersebut tidak berarti nilai b_i itu sama atau tidak sama dengan satu atau nilai Sd_i sama atau tidak sama dengan nol yang menunjukkan stabil atau tidak stabilnya suatu klon yang diuji. Stabilitasnya suatu klon yang diuji terhadap lingkungan berbeda hanya dapat diperoleh apabila nilai b_i sama dengan satu dan atau nilai Sd_i sama dengan nol (Eberhart & Russell, 1966 cited in Singh & Chaudhary, 1979) (Tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata komponen hasil dan stabilitas tiga klon unggul lokal kopi Robusta (Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning)
Table 4. Average value of yield components and stability of three local superior clones of Robusta coffee (Sidodadi, Payung Hijau, and Payung Kuning)

Klon	Rata-rata bobot kering biji/pohon (kg)	b_i	Sd_i	KK (%)	R^2	Daya hasil dan stabilitas
Sidodadi	1,09 c	-1,19	0,0057	28,80	0,13	Sangat rendah tetapi stabil
Payung Hijau	1,19 a	1,21	0,0008	24,91	0,57	Tinggi dan stabil
Payung Kuning	1,15 b	2,98	0,0032	26,63	0,68	Rendah tetapi stabil
Rata-rata	1,14	1,00	0,0032	26,78	0,46	-
Klon	Rara-rata bobot segar/buah (g)	b_i	Sd_i	KK (%)	R^2	Daya hasil dan stabilitas
Sidodadi	3,15 b	0,28	0,0183 *	28,72	0,24	Rendah dan tidak stabil
Payung Hijau	4,30 a	1,63	0,0020	26,17	0,98	Tinggi dan stabil
Payung Kuning	3,20 b	1,09	0,0433 **	29,33	0,63	Rendah dan tidak stabil
Rata-rata	3,55	1,00	0,0215	28,07	0,62	-
Klon	Rata-rata bobot kering/biji (g)	b_i	Sd_i	KK (%)	R^2	Daya hasil dan stabilitas
Sidodadi	0,41 c	0,58	0,0117 *	78,31	0,25	Sangat rendah dan tidak stabil
Payung Hijau	0,63 a	2,18	0,0017	65,61	0,99	Tinggi dan stabil
Payung Kuning	0,52 b	0,25	0,0089 *	71,90	0,07	Rendah dan tidak stabil
Rata-rata	0,52	1,00	0,0105	71,94	0,44	-

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap peubah tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf 5%; * dan ** koefisien regresi (b_i) $\neq 1$ dan atau simpangan regresi (Sd_i) $\neq 0$ masing-masing nyata pada taraf 5% dan 1%; KK = koefisien keragaman

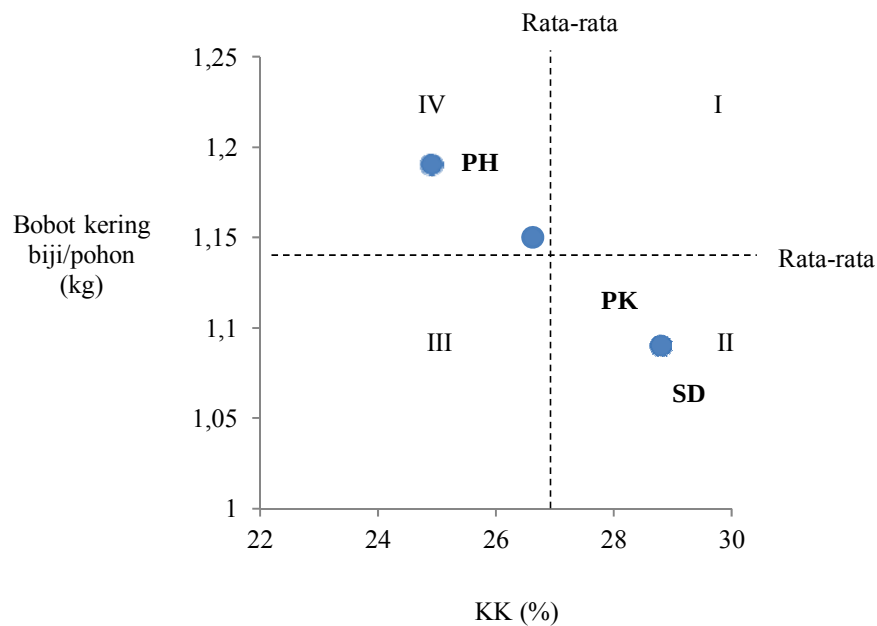
Notes : Numbers followed by the same letters in each variable are not significantly different according to LSD test at 5% levels; * and ** coefficient of regression (b_i) $\neq 1$ and or deviation of regression (Sd_i) $\neq 0$ significant at 5 and 1% levels respectively; KK = coefficient of variability

Hasil analisis regresi untuk menguji stabilitas menunjukkan nilai b_i untuk semua klon yang diuji sama dengan satu ($b_i = 1$) pada ketiga komponen hasil yang diamati, tetapi nilai Sd_i -nya tidak sama dengan nol ($Sd_i \neq 0$) terutama untuk klon SD dan PK, masing-masing pada karakter bobot segar/buah dan bobot kering/biji (Tabel 4). Hal ini menunjukkan klon PH merupakan klon stabil, sedangkan kedua klon lainnya (SD dan PK) tidak stabil karena tidak sesuai dengan kriteria stabilitas yang dikemukakan oleh Eberhart & Russell (1966) cited in Singh & Chaudhary (1979).

Stabilnya klon PH didukung juga oleh nilai KK yang relatif lebih rendah (24,91% –65,61%) dan nilai R^2 yang relatif lebih tinggi (0,57–0,99) dibandingkan dengan dua genotipe lainnya serta dibandingkan dengan rata-rata seluruh klon. Selanjutnya, apabila dikaitkan dengan komponen hasil rata-rata dari tiga ketinggian tempat, sejalan dengan kriteria stabilitas rata-rata oleh Eberhart & Russell (1966) cited in Singh & Chaudhary (1979) maka dapat dikemukakan bahwa klon PH tergolong ke dalam klon yang memiliki komponen hasil tinggi serta stabil, sedangkan komponen hasil kedua klon lainnya bervariasi dari sangat rendah sampai rendah dan nilai stabilitasnya dari tidak stabil sampai stabil

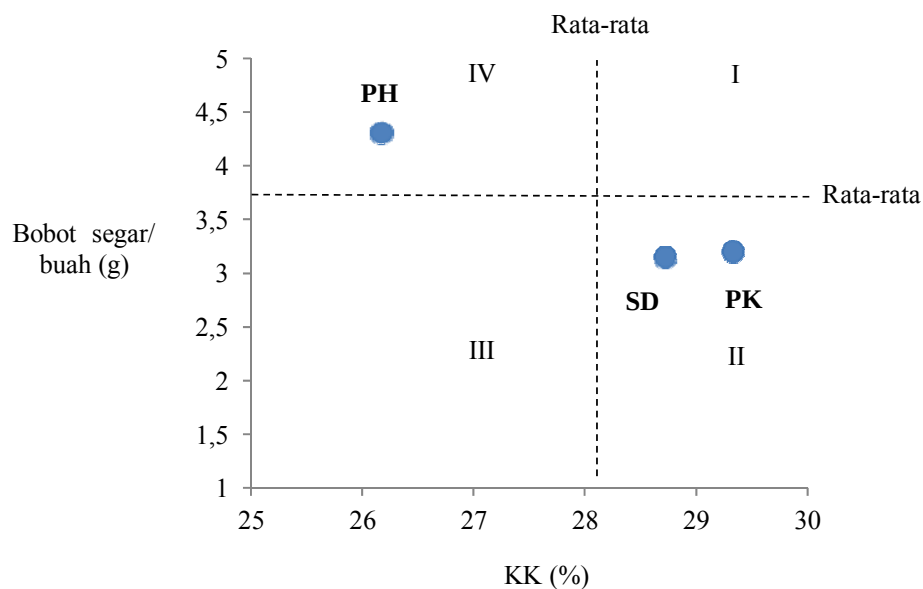
(Tabel 4). Rendahnya nilai KK mencerminkan rendahnya keragaman komponen hasil yang diperoleh antar ketinggian tempat, atau dengan kata lain, interaksi GxE berada dalam kondisi minimum. Tingginya nilai R^2 mencerminkan besarnya keragaman komponen hasil yang dapat dijelaskan oleh perbedaan ketinggian tempat. Yonas & Bayetta (2008) mengemukakan proses pemuliaan kopi melalui seleksi, terutama untuk karakter kualitas biji, sangat memungkinkan untuk genotipe-genotipe yang memiliki interaksi minimum dengan beragam kondisi lingkungan tempat tumbuhnya.

Gambar biplot antara komponen hasil klon dengan nilai KK disajikan pada Gambar 1 sampai 3, sedangkan antara komponen hasil dengan nilai R^2 disajikan pada Gambar 4 sampai 6. Berdasarkan pada Gambar 1 sampai 3 dapat diketahui bahwa klon PH selalu berada pada kuadran IV untuk ketiga karakter yang diamati. Kuadran IV ini mencerminkan komponen hasil relatif lebih tinggi dengan nilai KK yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan klon lainnya. Pada Gambar 4 sampai 6, ternyata klon PH selalu berada di kuadran I yang mencerminkan komponen hasil dan nilai R^2 relatif lebih tinggi dibandingkan dengan klon lainnya.



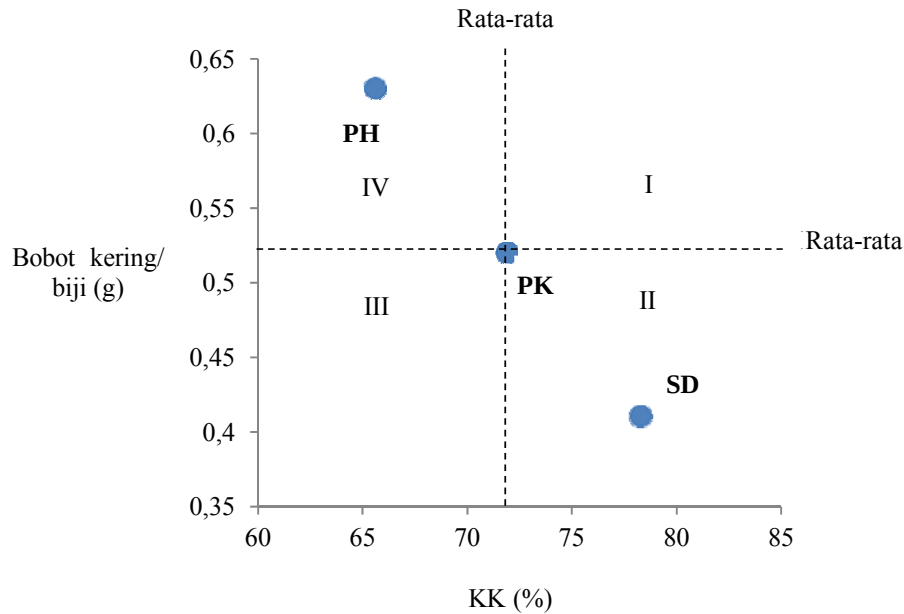
Gambar 1. Biplot antara koefisien keragaman (%) dengan bobot kering biji/pohon (kg) tiga klon unggul kopi robusta (Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning)

Figure 1. Biplots between coefficient of variability (%) and dry weight of bean/tree (kg) of three superior clones of robusta coffee (Sidodadi, Payung Hijau, and Payung Kuning)

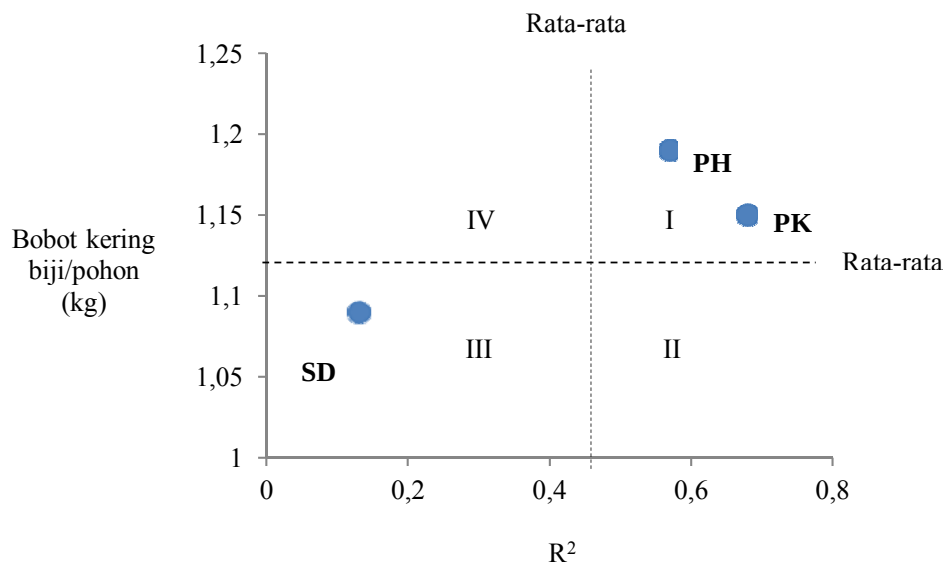


Gambar 2. Biplot antara koefisien keragaman (%) dengan bobot segar/buah (g) tiga klon unggul kopi robusta (Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning)

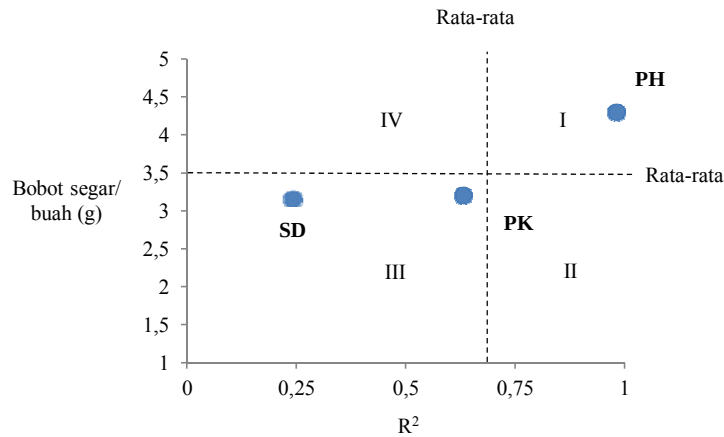
Figure 2. Biplots between coefficient of variability (%) and fresh weight/fruit (g) of three superior clones of robusta coffee (Sidodadi, Payung Hijau, and Payung Kuning)



Gambar 3. Biplot antara koefisien keragaman (%) dengan bobot kering/biji (g) tiga klon unggul kopi robusta (Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning)
Figure 3. Biplots between coefficient of variability (%) and dry weight/bean (g) of three superior clones of robusta coffee (Sidodadi, Payung Hijau, and Payung Kuning)

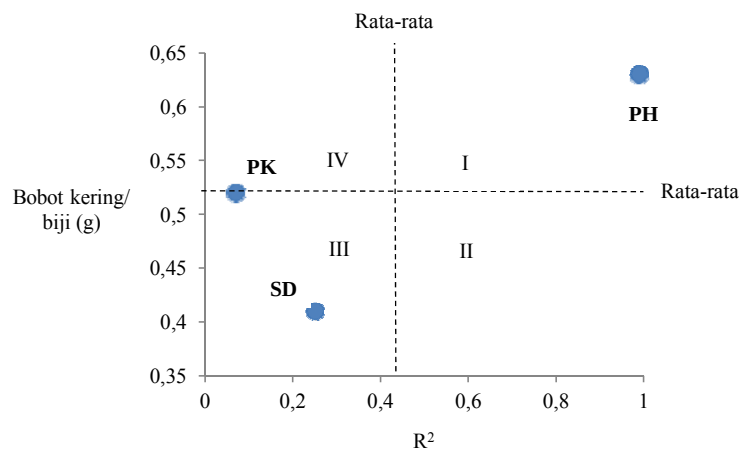


Gambar 4. Biplot antara koefisien determinasi (R^2) dengan bobot kering biji/phn (kg) tiga klon unggul kopi robusta (Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning)
Figure 4. Biplots between coefficient of determination (R^2) and dry weight of bean/tree (kg) of three superior clones of robusta coffee (Sidodadi, Payung Hijau, and Payung Kuning)



Gambar 5. Biplot antara koefisien determinasi (R^2) dengan bobot segar/buah (g) tiga klon unggul kopi robusta (Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning)

Figure 5. Biplots between coefficient of determination (R^2) and fresh weight/fruit (g) of three superior clones of robusta coffee (Sidodadi, Payung Hijau, and Payung Kuning)



Gambar 6. Biplot antara koefisien determinasi (R^2) dengan bobot kering/biji (g) tiga klon unggul kopi robusta (Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning)

Figure 6. Biplots between coefficient of determination (R^2) and dry weight/bean (g) of three superior clones of robusta coffee (Sidodadi, Payung Hijau, and Payung Kuning)

Penampilan Komponen Hasil pada Tiga Ketinggian Tempat

Penampilan tiga komponen hasil untuk ketiga klon yang diuji pada tiga ketinggian tempat yang berbeda (Tabel 5) merupakan suatu implikasi hasil penelitian ini, yaitu berupa rekomendasi pengembangan ketiga klon kopi untuk masing-masing ketinggian tempat yang sesuai sehingga potensi genetik yang dimiliki oleh genotipe-genotipe tersebut dapat terekspresikan dengan baik melalui optimalnya komponen hasil yang diperoleh.

Berdasarkan pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa klon PH memiliki penampilan ketiga komponen hasil relatif tinggi pada tiga ketinggian tempat (670, 900, dan 1300 m dpl), sedangkan dua klon lainnya (PK dan SD) relatif tinggi hanya pada ketinggian tempat tertentu saja. Sebagai contoh, klon SD pada ketiga komponen hasil yang diamati dikategorikan relatif tinggi hanya pada ketinggian 670 m dpl. Walaupun bobot segar/buah dan bobot kering/biji klon SD dinilai relatif tinggi pada ketinggian 900 m dpl tetapi untuk bobot kering biji/pohon dinilai relatif rendah pada ketinggian tersebut.

Tabel 5. Komponen hasil tiga klon unggul lokal Robusta (Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning) pada tiga ketinggian
Table 5. The yield component of three local superior clones of Robusta coffee (Sidodadi, Payung Hijau, dan Payung Kuning) at three altitudes

Klon	Bobot kering biji/pohon (kg)			Bobot segar/buah (g)			Bobot kering/biji (g)		
	670 m dpl	900 m dpl	1300 m dpl	670 m dpl	900 m dpl	1300 m dpl	670 m dpl	900 m dpl	1300 m dpl
SD	<u>1,16 a</u>	1,06 b	1,04 b	<u>2,03 a</u>	2,15 a	1,91 b	<u>0,47 a</u>	0,45 a	0,30 b
PH	<u>1,16 a</u>	<u>1,22 a</u>	<u>1,20 a</u>	<u>1,98 a</u>	<u>2,62 a</u>	<u>2,26 a</u>	<u>0,54 a</u>	<u>0,84 a</u>	<u>0,52 a</u>
PK	1,08 b	<u>1,22 a</u>	<u>1,16 a</u>	1,73 b	<u>2,15 a</u>	<u>2,21 a</u>	0,45 b	<u>0,58 a</u>	<u>0,60 a</u>

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap baris untuk setiap peubah tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada taraf 5%; angka yang digarisbawahi adalah nilai yang tinggi untuk ketiga komponen hasil dan ketiga ketinggian tempat

Notes : Numbers followed by the same letters in each rows for each variable are not significantly different according to LSD test at 5% levels; underlined numbers are the high value for the three yield components and three altitudes

Selanjutnya, untuk klon PK pada ketiga komponen hasil yang diamati dapat kategorikan relatif tinggi pada ketinggian tempat 900 dan 1300 m dpl. Bobot kering biji/pohon ketiga genotipe pada tiga ketinggian tempat adalah 1,04–1,22 kg/pohon. Apabila diasumsikan populasi per hektar sebanyak 2.500 pohon (jarak tanam 2x2 m) dengan persentase buah yang dapat dipanen sebesar 80% maka konversi produksi biji kering mencapai 2,08–2,44 ton/ha/tahun. Nilai konversi produksi tersebut berada pada kisaran produksi dari beberapa klon kopi Robusta unggul dengan nama BP (*Besoekish Proefstation*), yaitu 0,80–2,80 ton/ha/tahun (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia [Puslitkoka], 2006).

Secara umum, komponen hasil ketiga klon yang diuji pada tiga ketinggian tempat sejalan dengan hasil uji stabilitas seperti yang disajikan pada Tabel 4 sebelumnya. Perbedaannya hanya terletak pada kriteria penilaian tinggi-rendahnya komponen hasil. Tabel 4 memperlihatkan komponen hasil rata-rata dari tiga ketinggian tempat, sedangkan Tabel 5 merupakan komponen hasil untuk masing-masing ketinggian tempat. Hal ini memungkinkan terjadinya perbedaan penilaian tinggi-rendahnya komponen hasil; suatu klon tertentu dikatakan rendah komponen hasilnya pada Tabel 4 sedangkan pada Tabel 5 bisa menjadi berlainan. Perbedaan tersebut merupakan hal yang wajar mengingat metode stabilitas hasil “Eberhat dan Russell” pada Tabel 4 salah satunya didasarkan dari rata-rata hasil suatu klon tertentu dibandingkan dengan rata-rata hasil seluruh klon pada seluruh lingkungan pengujian. Tabel 5 hanya merupakan nilai rata-rata untuk setiap ketinggian tempat sehingga hasilnya lebih ditujukan ke arah rekomendasi klon tertentu pada ketinggian tertentu yang penampilan komponen hasilnya dikategorikan tinggi.

Penampilan komponen hasil yang beragam untuk setiap klon terhadap perbedaan ketinggian tempat sangat berhubungan erat dengan perbedaan unsur-unsur iklim seperti curah hujan, intensitas radiasi matahari, suhu, dan kelembaban udara, serta kecepatan angin.

Perbedaan karakter-karakter tersebut dapat berpengaruh terhadap proses fisiologis yang terjadi di dalam tanaman (Da Matta, Loos, Silva, & Loureiro, 2002; serta Cilas, Bouharmont, & Bar-Hen, 2003 cited in Cilas *et al.*, 2011) sehingga pada akhirnya dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan, komponen hasil, dan kualitas biji kopi yang akan diperoleh (Da Matta *et al.*, 2007). Pernyataan tersebut sejalan dengan beberapa hasil penelitian sebelumnya pada beberapa genotipe kopi Arabika yang ditanam pada ketinggian tempat, kondisi tanah, curah hujan, dan suhu udara yang berbeda. Hasilnya menunjukkan interaksi nyata antara genotipe yang diuji dengan perbedaan kondisi lingkungan tempat tumbuhnya sehingga diperoleh genotipe stabil dan tidak stabil (Rodrigues *et al.*, 2013; Yonas *et al.*, 2014a; 2014b).

KESIMPULAN

Kopi Robusta klon Payung Hijau, mempunyai stabilitas dan hasil biji paling tinggi pada daerah pengembangan kopi dengan ketinggian 670–1300 m dpl, dibandingkan dengan dua klon lainnya (Sidodadi dan Payung Kuning). Produksi kopi klon Payung Hijau mencapai 1,19 kg bobot kering biji/pohon, 4,31 g bobot segar/buah, dan 0,63 g bobot kering/biji. Oleh karena itu, klon Payung Hijau direkomendasikan sebagai sumber entres bagi program peremajaan atau rehabilitasi pertanaman kopi tua.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Joko Purwono, SP. sebagai pengusaha kopi di Kabupaten Curup, serta Bapak Wahid dan Bapak Joni Iskandar sebagai pengusaha kopi di Kabupaten Kepahiang, Provinsi Bengkulu, yang telah memberikan fasilitas serta membantu dalam pelaksanaan penelitian ini serta dalam pengumpulan datanya di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, M.J.A. (2004). *A comparison of statistical methods to describe genotype x environment interaction and yield stability in multi-location maize trials*. (Thesis Magister Scientiae Agriculturae, Departemen of Plant Science (Plant Breeding), University of the Free State, South Africa).
- 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.
- Ayalneh, T., Letta, T., & Abinasa, M. (2013). Assessment of stability, adaptability, and yield performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in south eastern Ethiopia. *Plant Breed. & Sci.*, 67, 1–11.
- Cilas, C., Montagnon, C., & Bar-Hen, A. (2011). Yield stability in clones of *Coffea canephora* in the short and medium term: longitudinal data analysis and measures of stability over time. *Tree Genetics & Genomes* 7, 421–429.
- Da Matta, F. M., Ronchi, C.P., Maestri, M., & Barros, R.S. (2007). Ecophysiology of coffee growth and production. *Braz. J. Plant Physiol.*, 19(4), 485–510.
- Da Matta, F.M., Loos, R.A., Silva, E.A., & Loureiro, M.E. (2002). Limitations to photosynthesis in *Coffea canephora* as a result of nitrogen and water availability. *J. Plant Physiol.*, 159, 975–981.
- De Castro, R. D., & Marraccini, P. (2006). Cytology, biochemistry and molecular change during coffee fruit development. Minireview. *Braz. J. Plant Physiol.*, 18(1), 175–199.
- Laderach, P., Oberthur, T., Pohlen, J., Collet, L., Estrada, M., & Usma, H. (2012). Agronomic management framework for intrinsic coffee product quality. In Oberthur et. al. (Eds.). *Specialty coffee managing quality* (p. 347). Georgia, USA: International Plant Nutrition, IPNI Institute.
- Leroy, T., Riberye, F., Bertrand, B., Charmetant, P., Dufour, M., Montagnon, C., Marraccini, P., & Pot, D. (2006). Genetic of quality coffee. *Braz. J. Plant Physiol.*, 18(1), 229–242.
- Mosavi, A.A., Jelodar, N.B., & Kazemitabar, K. (2013). Environmental responses and stability analysis for grain yield of some rice genotypes. *World Appl. Sci. J.* 21(1), 105–108.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. (2006). *Pedoman teknis budidaya kopi* (p. 96). Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Rodrigues, W.P., Vieira, H.D., Barbosa, D.H.S.G., Souza Filho, G.R., & Candido, L.S. (2013). Adaptability and genotypic stability of *Coffea arabica* genotypes based on REML/BLUP analysis in Rio de Janeiro State, Brazil. *Gen. and Mol. Res.*, 12(3), 2391–2399.
- Singh, R.K., & Chaudhary, B.K. (1979). *Biometrical methods in quantitative genetic analysis* (p. 304). New Delhi: Kalyani Pub.
- Temesgen, T., Keneni, G., Sefera, T., & Jarsob, M. (2015). Yield stability and relationships among stability parameters in faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *The Crop J.*, 3, 258–268.
- Vaast, P., Bertrand, B., Perriot, J.J., Guyot, B., & Génard, M. (2006). Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. *J. Sci. Food Agric.* 86, 197–204.
- Wardiana, E., & Pranowo, D. (2010). Hasil dan stabilitas hasil dua puluh genotipe jarak pagar (*Jathropa curcas* L.) selama sembilan belas bulan berproduksi. *Jurnal Littri*, 16(3), 126–133.
- Yonas, B., & Bayetta, B. (2008). Genotype by environment interaction and stability analysis of Arabica genotypes. *Proceeding of Coffee Diversity and Genotype Knowledge Workshop ELAR* (pp. 58–83). Addis Ababa.
- Yonas, B., Bayetta, B., & Chemed, F. (2014a). Stability analysis of bean yields of Arabica coffee genotypes across different environments. *Greener J. of Plant Breed. and Crop Sci.*, 2(2), 018-026.
- Yonas, B., Bayetta, B., & Chemed, F. (2014b). Evaluation of bean yields of Arabica coffee genotypes across different environments. *J. of Plant Breed. and Crop Sci.*, 6(10), 135–143.

INDEKS PENULIS

A		L	
Abdul Muis Hasibuan	1, 21, 123	Laba Udarno	69
Agus Wahyudi	1	M	
Amzul Rifin	43	Maman Herman	1
Asif Aunillah	1	N	
B		Nasrun	61
Bambang Prastowo	77	Netti Tinaprilla	43
Bedy Sudjarmoko	21, 123	Nur Kholilatul Izzah	113
Budi Martono	35, 69	Nurmansyah	61
D		O	
Dani	113	Octivia Trisilawati	91
Dewi Listyati	1, 21, 123	R	
E		Rikky Herdiansyah	151
Edi Wardiana	13, 107, 133, 159	Ratna Winandi	151
Efi Taufiq	35	Rita Harni	35, 51, 143
Eko Heri Purwanto	29	Rita Nurmalina	151
Enny Randriani	113, 159	Rusli	85, 107
Ermianti	1	S	
G		Saefudin	13
Gusti Indriati	99	Sakiroh	107
H		Samsudin	21, 51, 99, 143
Handi Supriadi	29	Sumanto	77
Herawati	43	U	
I		Usman Daras	91
Iing Sobari	91	W	
J		Widi Amaria	51, 99
Juniaty Towaha	29, 133, 85, 91	Y	
		Yulius Ferry	85

INDEKS SUBJEK
A

accidental sampling 126
adopsi benih unggul..... 123,
 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134,
 135, 132
agens hayati 61,
 63, 64, 65, 69, 71, 74, 96, 143, 145, 146,
 153
analisis biplot 165,
 166
analisis ragam tergabung..... 162,
 166

B

B/C ratio 154,
 156, 157, 159
bakteri endofit..... 143,
 145, 146, 148, 149, 151, 152, 153, 154
Bacillus spp. 61,
 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 143,
 144, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 152,
 153, 154
benih unggul 123,
 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134
biji kakao fermentasi..... 80
bionematisida 143,
 149, 152
bioproces 80,
 82, 83

C

cacar daun 21,
 22, 23, 24, 25, 26, 27
Camellia sinensis L. 21,
 72, 77, 79, 110
 var. assamica 72, 73
 var. sinensis 72
citarasa 29,
 30, 31, 32, 33
Coffea arabica 97,
 101, 113, 114, 120
Coffea canephora 113,
 120
crumb rubber 154,
 155

D

data primer..... 126,
 153
depulper 80,
 82, 83, 84, 85
 tipe enjin 80,
 82, 83, 84
 tipe manual 80,
 82, 83
dosis pemupukan 96,
 98, 114, 115, 117

E

efisiensi 123,
 131, 134, 139, 153, 154, 156, 157, 159
entres 13,
 14, 15, 16, 17, 18, 19, 52
eugenol 61,
 64, 65, 66, 67, 68, 69, 72

F

fitohormon..... 151
food supply chain networking (FSCN)..... 43, 44
fungisida nabati..... 61,
 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 75
funnel spray method 148

G

gapoktan 1, 2,
 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 46
geraniol 61,
 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 72

H

hama pengisap pucuk 21,
 22, 23, 24, 25, 26, 27
Helopeltis antonii 102,
 103, 104, 107, 110
Hemileia vastatrix 35,
 36, 37, 38, 40, 41

I	
interaksi GxE	162, 165
J	
jamur akar putih (JAP)	51, 52, 55, 58, 61, 63, 66, 74, 75, 88
jamur antagonis	51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58
jamur entomopatogen	103, 105, 106, 108, 110
K	
kafein	72, 73, 75, 76, 77, 78, 79
kakao	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 29, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 77, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 120, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 142, 143
karat daun	35, 36, 37, 38, 40, 41
karet	13, 14, 15, 18, 19, 51, 52, 61, 63, 64, 65, 66, 69, 70, 72, 75, 86, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 160, 161
katékin	61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 72, 73, 77
kelembagaan	1, 2, 3, 46, 50
kekerabatan genetik	113, 115, 116, 118, 119, 120, 122, 123
ketahanan	35, 36, 37, 38, 40, 41
koefisien determinasi	166, 165, 166
koefisien korelasi	79, 75
komponen buah	133, 136, 137, 138, 139
komponen hasil	135, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169
kopi	29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 40, 41, 77, 89, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 132, 135, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 162, 163, 164, 165, 166, 168, 169, 170
Arabika	29, 30, 31, 32, 33, 93, 96, 102, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 145, 146, 151, 153, 169
Liberika	35, 36, 37, 38, 40, 41
Robusta	111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 120, 121, 122, 162, 164, 166, 168, 169
spesialti	29, 30, 31, 33
kuesioner	126, 153
kultivar lokal	113, 115
L	
<i>Lecanicilium lecanii</i>	102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110
M	
marka SSR	113, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123
<i>Meloidogyne</i> spp.	143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 152, 154, 155
mikoriza	86, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 102
model persamaan struktural	123, 126, 130, 131
N	
nematoda	143, 145, 146, 147, 148, 149, 152, 153, 154
nematoda puru akar	143, 145
nilai tambah	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 157, 153, 154, 157, 159

O

okulasi	13,
14, 15, 16, 17, 18, 19	
okulasi hijau	13,
14, 15, 18, 19	

P

<i>path diagram</i>	126
pekoe	76,
77, 78, 79, 74, 75, 76	
pemasaran	43,
44, 45, 46, 47, 48, 49, 50	
pengendalian	21,
22, 23, 24, 25, 26, 27, 52	
penyimpanan	13,
14, 15, 16, 17, 18, 19	
periode kering	133,
135, 136, 137, 138, 139, 140, 142	
podsolik merah kuning	86,
89, 111	
pohon induk	35,
36, 37, 38, 40, 41	
poliklonal	114
<i>polymorphic information content (PIC)</i>	118
preferensi petani	123,
131, 132, 134	
promosi	123
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	61,
63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 75	
pulp	80,
82, 83, 85, 82, 83, 84, 85	
pupuk hayati	88,
95, 101	
mikoriza	86,
89, 90, 92, 93, 95, 96, 92, 93, 94, 95, 96,	
97, 98, 99, 100, 102	
<i>purposive sampling</i>	154

R

rantai pasok	1, 2,
3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 43, 45, 157, 152,	
153, 154, 155, 156, 157, 159, 161	
rehabilitasi	125,
162, 164, 169	
responden	123,
126, 129, 130, 153, 155	

<i>Rigidoporus microporus</i>	51,
52, 53, 55, 56, 58, 61, 62, 63, 65, 66, 67,	
68, 69, 72, 74, 75	
rizobakteria	61,
63, 64, 65, 66, 67, 69, 71	

S

<i>simple sequence repeats (SSR)</i>	113
sistem pemasaran	157,
153, 156, 159	
sitronelal	61,
63, 64, 65, 66, 67, 72	
stabilitas hasil	162,
164, 166, 162, 168, 170	
<i>structural equation model (SEM)</i>	123,
126, 127, 130	
<i>supply chain networks (SCN)</i>	157,
161	

T

teh	21,
22, 23, 24, 25, 26, 27, 72, 73, 74, 75, 76, 77,	
78, 79, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 110	
teh hibrida	77, 78
teh sinensis	78, 73
teknik wawancara	126
toleran kekeringan	133
<i>Trichoderma</i>	51,
52, 53, 54, 55, 56, 57, 58	

U

Uji infektifitas	103
Uji kompatibilitas	103
unggul lokal	113,
115, 162, 164, 166, 164, 168	
Unit Pengolahan dan Pemasaran Bokar (UPPB)	157,
155, 159	
<i>Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA)</i>	118
usahatani	128,
129, 135, 132, 154	

W

<i>willingness to pay (WTP)</i>	21,
23, 24, 25, 26, 27	

**TERIMA KASIH KEPADA MITRA BESTARI YANG TELAH
MEMBANTU TERBITNYA JURNAL TANAMAN INDUSTRI DAN
PENYEGAR VOL 2, NO 3, NOVEMBER 2015**

Prof. Dr. Ir. Sudarsono, M.Sc

Institut Pertanian Bogor – Biologi Molekuler/Pemuliaan

Puji Lestari, SP, M.Si, Ph.D

BB Litbang Bioteknologi & SDG Pertanian – Biologi Molekuler

Dr. Ir. Agus Wahyudi, MS

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat – Agroekonomi

Prof. Ir. I. G. A. Mas Sri Agung, M.Rur.Sc, PhD

Universitas Udayana – Ekofisiologi

Prof (R). Dr. Supriadi, M.Sc

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat – Fitopatologi

Prof (R). Dr. Ir. I Wayan Rusastra, MS

Pusat Sosial Ekonomi dan Analisis Kebijakan – Agroekonomi

Ir. Arifin Noor Sugiharto, M.Sc, Ph.D

Universitas Brawijaya – Pemuliaan

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 daftar pustaka dan sitasi dapat diunduh di <http://balittri.litbang.pertanian.go.id/index.php/publikasi/category/58-ketentuan-penulisan>

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.

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

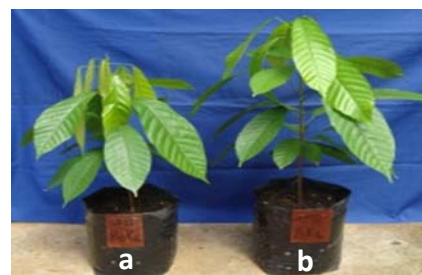
Table 1. Effect of various shading trees on percentage of fruit set of coffee at 9 months old

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-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey taraf 5%

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

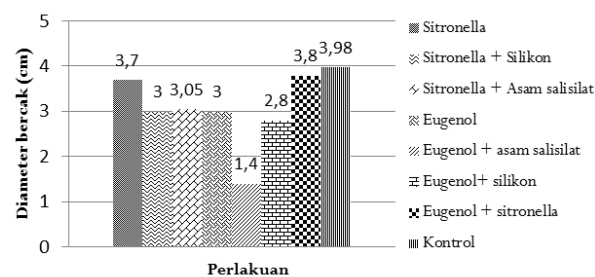
Contoh penampilan gambar/foto:



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

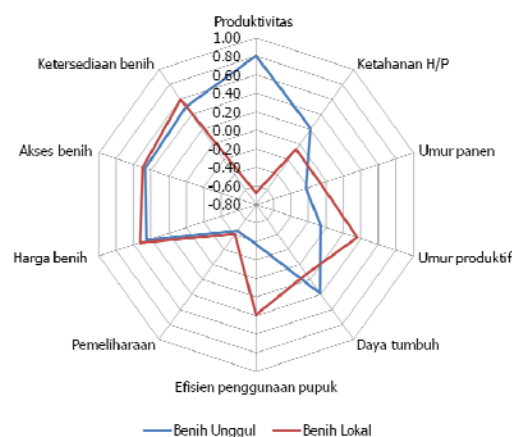
Figure 1. Growth of hybrid cacao seedlings: (a) without treatment and (b) with seed treatment and planting medium

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