

P-ISSN : 2356-1297

E-ISSN : 2528-7222

Jurnal **TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR**

Journal of Industrial and Beverage Crops

Volume 5, Nomor 1, Maret 2018

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 5, Nomor 1, Maret 2018

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

Tanggal 30 Oktober 2015

PENANGGUNG JAWAB

Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

DEWAN EDITOR

Ketua

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

Anggota

Ir. Syafaruddin, Ph.D. - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Biologi Molekuler/Pemuliaan)

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. Ir. Bariot Hafif, M.Sc. - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Ilmu Tanah)

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

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

EDITOR PELAKSANA

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

Arifa Nofrialdi Chan - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Intan Nurhayati, S.Sos. - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Dewi Nur Rokhmah, SP, M.Sc. - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Asif Aunillah, STP, M.Sc. - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

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 2017 Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

PENERBIT

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

MITRA BESTARI

JURNAL TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR

1. **Prof. Dr. Ir. Sudarsono, M.Sc.**
Institut Pertanian Bogor
Biologi Molekuler/Pemuliaan
2. **Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr.**
Institut Pertanian Bogor
Pascapanen Pertanian
3. **Dr. Amzul Rifin, S.P., M.A.**
Institut Pertanian Bogor
Agribisnis
4. **Dr. Ir. Ade Wachjar, M.S.**
Institut Pertanian Bogor
Agronomi
5. **Dr. Ir. Taryono, M.Sc.**
Universitas Gadjah Mada
Genetika dan Biologi Molekuler
6. **Ir. Arifin Noor Sugiharto, M.Sc, Ph.D.**
Universitas Brawijaya
Pemuliaan
7. **Dr. Hagus Tarno, Agr. Sc.**
Universitas Brawijaya
Entomologi
8. **Prof. Ir. I. G. A. Mas Sri Agung, M.Rur.Sc, Ph.D.**
Universitas Udayana
Ekofisiologi
9. **Prof (R). Dr. Ika Mariska Soedharma**
Masyarakat Kelapa Sawit Indonesia
Bioteknologi Pertanian
10. **Dr. Ir. Isroi, M.Si.**
Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri
Indonesia
Bioteknologi Pertanian
11. **Prof (R). Dr. Supriadi, M.Sc.**
Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Fitopatologi
12. **Prof (R). Dr. Elna Karmawati, M.S.**
Pusat Penelitian dan Pengembangan
Perkebunan
Entomologi
13. **Prof (R). Dr. Ir. I Wayan Rusastra, M.S.**
Pusat Sosial Ekonomi dan Analisis Kebijakan
Agroekonomi
14. **Puji Lestari, SP, M.Si, Ph.D.**
Balai Besar Litbang Bioteknologi & SDG
Pertanian
Biologi Molekuler
15. **Dr. Ir. Rubiyo, M.Si.**
Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan
Teknologi Pertanian
Agronomi
16. **Prof. Dr. Ir. Risfaheri, M.Si.**
Balai Besar Pascapanen
Pascapanen Pertanian
17. **Dr. Ir. Agus Wahyudi, M.S.**
Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Agroekonomi
18. **Dr. Ir. Oti Rostiana, M.Sc**
Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Pemuliaan Tanaman
19. **Prof. Dr. Ir. Jajang Sauman Hamdani, MS**
Universitas Padjadjaran
Budidaya Pertanian
20. **Dr. Caspar Chater**
Instituto de Biotecnologia de la UNAM
Genetika dan Biologi Molekuler
21. **Dr. Ir. Maswar, M. Agric. Sc.**
Balai Penelitian Tanah
Hidrologi dan Konservasi Tanah

22. Kuntoro Boga Andri, SP, M.Agr., Ph.D
Sekretariat Jenderal Kementerian
Pertanian
Agroekonomi

23. Dr. Ir. Nurliani Bermawie
Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Pemuliaan Tanaman

PENGANTAR EDITOR

Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar sebagai media komunikasi penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, menyajikan hasil-hasil penelitian di bidang pemuliaan dan bioteknologi, agronomi, fisiologi, ekologi, entomologi, fitopatologi serta sistem dan usaha agribisnis tanaman industri dan penyegar.

Volume 5 Nomor 1 ini menyajikan 5 artikel: 2 artikel kopi di bidang sosial ekonomi dan pemuliaan, 2 artikel kakao di bidang agronomi dan proteksi tanaman, serta 1 artikel teh di bidang agronomi.

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 5, Nomor 1, Maret 2018

UDC 633.73:339.5

Nia Rosiana, Rita Nurmalina, Ratna Winandi, dan Amzul Rifin

Dinamika Persaingan Kopi Robusta Indonesia dengan Negara-Negara Pesaing Utama*J. TIDP 5(1), 1-10**Maret, 2018*

Dalam kurun waktu lima belas tahun terakhir, terjadi fluktuasi ekspor kopi Robusta Indonesia dengan kecenderungan yang semakin menurun dibandingkan negara pesaing utama. Tujuan penelitian adalah menganalisis dinamika daya saing ekspor kopi Robusta Indonesia dan tingkat persaingan antar negara pesaing utama, seperti Vietnam dan India. Metode yang digunakan, yaitu *Revealed Comparative Advantage* (RCA), *Dynamic Revealed Comparative Advantage* (DRCA), dan *Rank Spearman Correlation*. Metode tersebut digunakan untuk menganalisis perubahan tingkat persaingan dalam dimensi waktu 15 tahun (2000–2015) serta menganalisis hubungan antar negara pesaing yang dapat memengaruhi pasar kopi Robusta setiap negara. Hasil analisis menunjukkan daya saing kopi Indonesia cenderung meningkat dibandingkan dua pesaing utama pengeksport kopi Robusta dunia, seperti Vietnam dan India. Namun, daya saing kopi Indonesia masih setengah kali di bawah Vietnam. Persaingan kopi Indonesia dengan Vietnam dan India tidak berkorelasi signifikan karena perbedaan pasar negara tujuan ekspor. Peningkatan daya saing dan kekuatan kompetisi di pasar ekspor dapat dilakukan melalui peningkatan kualitas serta kontinuitas kopi Robusta domestik sesuai dengan permintaan konsumen dunia.

Kata kunci: Daya saing, DRCA, kopi Robusta, korelasi rank spearman, RCA

UDC 633.74:528.54

Retno Utami Hatmi, Makhmudun Ainuri, dan Anggoro Cahyo Sukartiko

Analisis Sebaran Tipe dan Performa Mutu Fisik Kakao pada Tiga Rentang Elevasi*J. TIDP 5(1), 11-20**Maret, 2018*

Genotipe tanaman kakao yang dibudidayakan di Indonesia dapat dibagi ke dalam tiga kelompok (tipe) besar, yaitu *Criollo*, *Forastero*, dan *Trinitario*. Selain faktor genetik, kualitas buah dan biji kakao juga sangat dipengaruhi oleh lingkungan tempat tumbuh. Tujuan penelitian adalah menganalisis sebaran tipe dan performa mutu fisik buah dan biji kakao pada tiga rentang elevasi, yaitu 154,00–267,20; 302,00–401,00; dan 469,20–657,90 m di atas permukaan laut (dpl). Penelitian dilaksanakan di perkebunan kakao rakyat di Kecamatan Patuk, Gunungkidul, Yogyakarta, mulai bulan September sampai Desember 2017. Penelitian dilakukan dengan mengambil 40–42 sampel buah kakao secara acak dari tiap rentang elevasi. Tipe (*Criollo*, *Forastero*, dan *Trinitario*) dan parameter mutu fisik ditentukan berdasarkan sifat-sifat morfologi buah dan biji. Variabel mutu fisik yang diamati meliputi: bobot segar buah, rasio panjang/lebar buah, bobot segar biji, jumlah biji, bobot segar per biji, tebal biji, rasio panjang/lebar biji, bobot kering per biji, dan jumlah biji per 100 g. Data dianalisis dengan statistik deskriptif dan *one-way anova*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe *Trinitario* mendominasi pada rentang elevasi 154,00–267,20 m dpl, sedangkan tipe *Forastero* lebih mendominasi pada rentang elevasi 302,00–401,00 dan 469,20–657,90 m dpl. Seluruh mutu fisik biji kakao jenis *Forastero* pada elevasi 469,20–657,90 m dpl nyata lebih tinggi dibandingkan rentang elevasi di bawahnya, sedangkan *Criollo* nyata lebih tinggi pada bobot kering per biji dan jumlah biji per 100 g, dan *Trinitario* nyata lebih tinggi pada ketebalan biji.

Kata kunci: Elevasi, fisik, kakao, mutu, performa

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 5, Nomor 1, Maret 2018

UDC 633.73:57.063.8

Enny Randriani, Dani, dan Edi Wardiana

Atribut Mutu Empat Kultivar Kopi Arabika pada Ketinggian Tempat Tumbuh dan Metode Pengolahan yang Berbeda*J. TIDP 5(1), 21-30*

Maret, 2018

Mutu seduhan kopi Arabika, selain dipengaruhi oleh kultivar, juga dipengaruhi oleh ketinggian tempat tumbuh dan teknik pengolahan biji. Namun demikian, pengaruh interaksi antara ketiga faktor tersebut belum banyak dilaporkan. Tujuan penelitian adalah menganalisis atribut mutu citarasa empat kultivar kopi Arabika pada ketinggian tempat tumbuh dan metode pengolahan yang berbeda. Penelitian dilaksanakan di Kampung Legok Gede dengan ketinggian 1.400 m dpl (di atas permukaan laut) dan Pasir Geulis (1.700 m dpl), Desa Margamulya, Kecamatan Cikajang, Kabupaten Garut, Jawa Barat; Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi; dan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember, mulai bulan April sampai November 2017. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap faktorial 3 faktor dengan 2 ulangan. Faktor pertama adalah kultivar (AGK-1, Sigarar Utang, S795, dan Buhun), faktor kedua ketinggian tempat (1.400 dan 1.700 m dpl), dan faktor ketiga metode pengolahan (basah, kering-*honey*, dan kering-*natural*). Di samping itu, dilakukan juga analisis korelasi dan analisis lintasan. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh interaksi yang nyata antara ketiga faktor yang diuji terhadap atribut *aftertaste* dan *body*. Faktor kultivar berpengaruh nyata terhadap skor total, atribut *balance*, dan *overall*. Ketinggian tempat nyata berpengaruh terhadap skor total dan atribut *flavor*, sedangkan metode pengolahan nyata berpengaruh terhadap skor total, atribut *aroma*, dan *flavor*. Seluruh atribut mutu kopi berkorelasi sangat nyata dengan skor total, tetapi atribut *overall* memiliki pengaruh langsung yang paling kuat.

Kata kunci: Atribut mutu, ketinggian tempat tumbuh, kopi Arabika, kultivar, pengolahan

UDC 633.72-181.198

Santi Rosniawaty, Intan Ratna Dewi Anjarsari, dan Rija Sudirja

Aplikasi Sitokinin untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Teh di Dataran Rendah*J. TIDP 5(1), 31-38*

Maret, 2018

Teh (*Camellia sinensis* [L.] O. Kuntze) merupakan salah satu komoditas primadona Jawa Barat. Upaya ekstensifikasi teh di dataran rendah dan lahan suboptimal diyakini dapat berkontribusi nyata terhadap perbaikan kesejahteraan petani. Perbedaan suhu di dataran rendah dengan di dataran tinggi akan berpengaruh pada metabolisme tanaman teh. Secara kultur teknis, untuk membentuk perdu dengan percabangan ideal, perlu dilakukan *centering* (pemangkasan). Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh pemberian sitokinin terhadap pertumbuhan tanaman teh setelah *centering* di dataran rendah. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor, mulai bulan November 2016 sampai Juni 2017, dengan bahan tanaman teh berumur 10 bulan setelah tanam. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang diulang 4 kali, dengan perlakuan perbedaan konsentrasi sitokinin. Sitokinin yang digunakan berasal dari air kelapa, dengan konsentrasi 25%, 50%, dan 75%, serta benzil amino purin (BAP) dengan konsentrasi 60 ppm, 90 ppm, dan 120 ppm, serta kontrol (tanpa sitokinin). Hasil penelitian menunjukkan pemberian sitokinin yang berasal dari air kelapa atau berupa BAP pada tanaman teh setelah *centering* hanya efektif hingga 3 bulan setelah aplikasi. Pada 1 dan 3 bulan setelah aplikasi, pemberian air kelapa 50% atau BAP 60 ppm meningkatkan pertambahan diameter batang, jumlah daun, panjang tunas, dan jumlah tunas. Oleh karena itu, air kelapa 50% atau BAP 60 ppm dapat dijadikan sumber sitokinin untuk tanaman teh di dataran rendah setelah *centering*.

Kata kunci: Air kelapa, BAP, *centering*, teh

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 5, Nomor 1, Maret 2018

UDC 633.74-297

Samsudin, Rita Harni, dan Efi Taufik

Keefektifan *Trichoderma viride* TNU dalam Menghambat Infeksi *Phytophthora palmivora* pada Kakao

J. TIDP 5(1), 39-48

Maret, 2018

Phytophthora palmivora merupakan patogen penyebab penyakit busuk buah dan kanker batang pada tanaman kakao. Jamur patogen ini sulit dikendalikan karena mampu bertahan hidup dalam bentuk miselium dan kladospora pada bagian tanaman yang terinfeksi atau pada tanah. *Trichoderma viride* diharapkan mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen tersebut. Tujuan penelitian adalah mengetahui keefektifan *T. viride* dalam menghambat infeksi *P. palmivora* pada tanaman kakao. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium dan Rumah Kaca Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi, mulai Maret sampai Desember 2014. *T. viride* yang digunakan adalah isolat TNU hasil pemurnian dan perbanyakan di laboratorium. Uji daya hambat *T. viride* terhadap pertumbuhan dan perkembangan *P. palmivora* dilakukan secara *in vitro* pada media *potato dextrose agar* (PDA) dan secara *in vivo* pada buah yang terinfeksi dan benih kakao. Parameter yang diamati adalah daya hambat pada media PDA serta perkembangan penyakit pada buah dan benih kakao. Hasil penelitian menunjukkan *T. viride* dapat menghambat pertumbuhan *P. palmivora* dengan daya hambat sebesar 68,60% dan merupakan antagonis kuat bagi *P. palmivora* pada media PDA, serta mampu menurunkan infeksi *P. palmivora* pada benih kakao di rumah kaca. Aplikasi *T. viride* 3 hari sebelum atau sesudah inokulasi dengan *P. palmivora* dapat melindungi benih kakao dalam polybag, masing-masing sebesar 60% dan 45%. Namun demikian, *T. viride* belum mampu menghambat perkembangan penyakit busuk pada buah kakao terinfeksi.

Kata kunci: Agens hayati, kakao, *Phytophthora palmivora*, *Trichoderma viride*

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 5, Nomor 1, March 2018

UDC 633.73:339.5

Nia Rosiana, Rita Nuralina, Ratna Winandi, and Amzul Rifin

Dynamics of Indonesian Robusta Coffee Competition Among Major Competitor Countries

J. TIDP 5(1), 1-10

March, 2018

Fluctuations in Indonesian Robusta coffee exports occurred along with a declining trend in coffee exports compared to major competitor countries over the past fifteen years. This research aimed to analyze the dynamics of the competitiveness of Indonesian Robusta coffee exports and the level of competition among the major competitor countries such as Vietnam and India. The methods used are Revealed Comparative Advantage (RCA), Dynamic Revealed Comparative Advantage (DRCA), and Rank Spearman Correlation. These methods were selected to analyze changes in competition level within 15 years' time dimension (2000–2015) as well as to analyze the relationships among competing countries, which may affect Robusta coffee market of each country. The analysis showed that Indonesia's coffee competitiveness tends to increase compared to the two major competitors of Robusta coffee exporter of the world such as Vietnam and India. However, Indonesia's coffee competitiveness is still a half below Vietnam. The Indonesian coffee rivalry against Vietnam and India is not significantly correlated due to the different markets of export destination countries. Increasing competitiveness and the strength of competition in export market can be done through quality improvement and continuity of domestic Robusta coffee in accordance to the demand of world consumers.

Keywords: Competitiveness, DRCA, rank spearman correlation, RCA, Robusta coffee

UDC 633.74:528.54

Retno Utami Hatmi, Makhmudun Ainuri, and Anggoro Cahyo Sukartiko

Analysis of Cacao Types Distribution and Physical Quality Performance at Three Elevation Ranges

J. TIDP 5(1), 11-20

March, 2018

Cacao genotype most cultivated in Indonesia divided into three main groups, namely Criollo, Forastero, and Trinitari. Beside genetical factor, the pod and beans qualities are also strongly influenced by the environment in which the plant grows. The research aimed to analyze the types and physical qualities of the pod and bean from Patuk, Gunungkidul at three elevations range (154.00–267.20, 302.00–401.00, and 469.20–657.90 m above sea level/asl). The research was conducted at smallholder plantations in Patuk District, Gunungkidul, Yogyakarta from September until Desember 2017. As many as 40–42 samples were randomly taken from each elevation range and analyzed by descriptive statistic and one-way anova. The parameters observed were cocoa types identification (Criollo, Forastero, and Trinitario), pod's physical quality (fresh weight of fruits, length to width ratio, fresh weight of beans, number of beans, and fresh weight of one bean), and bean's physical quality (thickness, length/width ratio, dry weight of one bean, and number of beans in 100 g). The results showed that Trinitario cacao type dominates at elevation range of 154.00–267.20 m asl, while Forastero dominates at elevation range of 302.00–401.00 and 469.20–657.90 m asl. The pod physical qualities of Criollo, Forastero, and Trinitario showed highest fresh weight per bean at 469.20–657.90 m asl compared to those at lower elevation (increased 19.05%–31.94%). At elevation of 469.2–657.9 m asl, Forastero shown higher beans physical quality at all variables, whereas Criollo was significantly higher dry weight per bean and number of beans per 100 g, and Trinitario shown significantly higher bean thickness.

Keywords: Cocoa, elevation, performance, physical, quality

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 5, Nomor 1, March 2018

UDC 633.73:57.063.8

Enny Randriani, Dani, and Edi Wardiana

Quality Attributes of Four Arabica Coffee Cultivars at Different Altitudes and Processing Methods*J. TIDP* 5(1), 21-30

March, 2018

The cup quality of Arabica coffee is influenced not only by its cultivar, but also the altitudes and bean processing techniques. However, the interaction between those three factors has not been widely reported. The research aimed to analyze the quality attributes of four Arabica coffee cultivars grown at different altitudes as well as processed by different methods. The study was conducted at coffee plantations in Kampung Legok Gede at 1,400 m above sea level (asl) and Pasir Geulis at 1,700 m asl, Margamulya Village, Cikajang District, Garut Regency; Indonesian Industrial and Beverages Crop Research Institute (Balittri), Sukabumi; and Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute, Jember, from April until November 2017. Data were analyzed by anova of completely randomized design in factorial three factors and two replications. The first factor is cultivars, the second factor is altitude, and the third factor is processing method. Correlation and path analysis were also used in this study. The result showed significant interaction between three tested treatments on aftertaste and body attributes. The cultivars factor significantly influenced the total score, balance, and overall attributes. The altitudes factor has significant effect on total score and flavor attribute, meanwhile processing methods exhibited significant effect on total score, aroma, and flavor attributes. All of the coffee quality attributes highly correlated with the total score, whereas the overall attribute has the strongest direct effect.

Keywords: Altitude, Arabica coffee, cultivar, processing, quality attribute

UDC 633.72-181.198

Santi Rosniawaty, Intan Ratna Dewi Anjarsari, and Rija Sudirja

Application of Cytokinins to Enhance Tea Plant Growth in The Lowlands*J. TIDP* 5(1), 31-38

March, 2018

Tea (*Camellia sinensis* [L.] O. Kuntze) is one of priority commodities in West Java. Extensification of tea plantation in lowland and suboptimal areas is believed to contribute significantly in improving the farmers welfare. Temperature differences between the lowland and highland areas affects the metabolism of tea plants. In technical culture, centering (pruning) is required to form the shrub with ideal branching. This study aimed to determine cytokinin effects on the growth of tea plants after centering in the lowland areas. The experiment was conducted at the Experimental Station of Faculty of Agriculture, Padjadjaran University, Jatinangor, from November 2016 until June 2017 using 10 months old tea plant materials. The experiments used a randomized block design with 4 replications. The treatment used was cytokinin derived from coconut water with concentration of 25%, 50%, and 75%, cytokinin in the form of benzyl amino purin (BAP) with concentration of 60 ppm, 90 ppm, and 120 ppm, and control (without cytokinin). The results showed that cytokinin derived from coconut water or in the form of BAP applied in tea plants after centering, was only effective up to 3 months after application. At 1 and 3 months after application, 50% coconut water or BAP 60 ppm increased the length of stem diameter, number of leaves, shoot length, and number of shoots. Therefore, coconut water with 50% concentration or BAP 60 ppm can be used as source of cytokinins for tea plants in the lowlands after centering.

Keywords: BAP, centering, coconut water, tea

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 5, Nomor 1, March 2018

UDC 633.74-297

Samsudin, Rita Harni, and Efi Taufik

The Effectiveness of Trichoderma Viride TNU in Inhibiting Infection of Phytophthora Palmivora on Cocoa

J. TIDP 5(1), 39-48

March, 2018

Phytophthora palmivora is a pathogenic fungus that causes pod rot and stem cancer in cacao plant. This pathogen was difficult to control because it survives in the form of mycelium and chlamydospores in infected plant parts or in soil. *Trichoderma viride* is expected to inhibit the growth and development of this pathogen. The study aimed to determine the effectiveness of *T. viride* in inhibiting *P. palmivora* infection on cacao, conducted at Plant Protection Laboratory and Greenhouse of Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute (IIBCRI), Sukabumi from March to December 2014. The *T. viride* TNU isolates used was purified and propagated in the laboratory. The *T. viride* inhibition against *P. palmivora* growth and development was tested in vitro on potato dextrose agar medium (PDA) and in vivo on infected cacao pods and seedlings. The parameters observed were percentage of inhibition on PDA and the disease progression on infected pods and seedlings. The results showed that *T. viride* inhibited the growth of *P. palmivora* with inhibition percentage up to 68.60%, a strong antagonist for *P. palmivora* on PDA and reduced *P. palmivora* infection on seedlings in the greenhouse. Applications of *T. viride* 3 days before or after inoculation with *P. palmivora* was able to protect cacao seedlings in polybags, respectively by 60% and 45%. However, *T. viride* has not been able to hinder the development of pod rot disease on cacao.

Keywords: Biological agents, cacao, *Phytophthora palmivora*, *Trichoderma viride*

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

Volume 5, Nomor 1, Maret 2018

Dynamics of Indonesian Robusta Coffee Competition Among Major Competitor Countries (<i>Nia Rosiana, Rita Nurmalinga, Ratna Winandi, Amzul Rifin</i>)	1-10
Analisis Sebaran Tipe dan Performa Mutu Fisik Kakao pada Tiga Rentang Elevasi (<i>Retno Utami Hatmi, Makhmudun Ainuri, Anggoro Cahyo Sukartiko</i>)	11-20
Atribut Mutu Empat Kultivar Kopi Arabika pada Ketinggian Tempat Tumbuh dan Metode Pengolahan yang Berbeda (<i>Enny Randriani, Dani, Edi Wardiana</i>)	21-30
Aplikasi Sitokinin untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Teh di Dataran Rendah (<i>Santi Rosniawaty, Intan Ratna Dewi Anjarsari, Rija Sudirja</i>)	31-38
Keefektifan <i>Trichoderma viride</i> TNU dalam Menghambat Infeksi <i>Phytophthora palmivora</i> pada Kakao (<i>Samsudin, Rita Harni, Efi Taufik</i>)	39-48

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
 Volume 5, Nomor 1, Maret 2018

**DYNAMICS OF INDONESIAN ROBUSTA COFFEE COMPETITION
 AMONG MAJOR COMPETITOR COUNTRIES**

***DINAMIKA PERSAINGAN KOPI ROBUSTA INDONESIA DENGAN
 NEGARA-NEGARA PESAING UTAMA***

* Nia Rosiana¹⁾, Rita Nurmalina²⁾, Ratna Winandi²⁾, and Amzul Rifin²⁾

Major of Agricultural Economics, Graduate School of Bogor Agricultural University¹⁾

Jl. Kamper Wing 5 Level 4, Darmaga, Bogor. 16680)

* niarosiana@gmail.com

**Department of Agribusiness, Faculty of Economics and Management,
 Bogor Agricultural University²⁾**

Jl. Kamper Wing 4 Level 5, Darmaga, Bogor, 16680

(Tanggal diterima: 28 Desember 2017, direvisi: 20 Januari 2018, disetujui terbit: 26 Maret 2018)

ABSTRAK

Fluctuations in Indonesian Robusta coffee exports occurred along with a declining trend in coffee exports compared to major competitor countries over the past fifteen years. This research aimed to analyze the dynamics of the competitiveness of Indonesian Robusta coffee exports and the level of competition among the major competitor countries such as Vietnam and India. The methods used are *Revealed Comparative Advantage (RCA)*, *Dynamic Revealed Comparative Advantage (DRCA)*, and *Rank Spearman Correlation*. These methods were selected to analyze changes in competition level within 15 years' time dimension (2000–2015) as well as to analyze the relationships among competing countries, which may affect Robusta coffee market of each country. The analysis showed that Indonesia's coffee competitiveness tends to increase compared to the two major competitors of Robusta coffee exporter of the worldwide, such as Vietnam and India. However, Indonesia's coffee competitiveness is still a half below Vietnam. The Indonesian coffee competitiveness against Vietnam and India is not significantly correlated due to the different markets of export destination countries. Increasing competitiveness and the strength of competition in export market can be done through quality improvement and continuity of domestic Robusta coffee in accordance to the demand of world consumers.

Keywords: Competitiveness, DRCA, rank spearman correlation, RCA, Robusta coffee

ABSTRACT

Dalam kurun waktu lima belas tahun terakhir, terjadi fluktuasi ekspor kopi Robusta Indonesia dengan kecenderungan yang semakin menurun dibandingkan negara pesaing utama. Tujuan penelitian adalah menganalisis dinamika daya saing ekspor kopi Robusta Indonesia dan tingkat persaingan antar negara pesaing utama, seperti Vietnam dan India. Metode yang digunakan, yaitu *Revealed Comparative Advantage (RCA)*, *Dynamic Revealed Comparative Advantage (DRCA)*, dan *Rank Spearman Correlation*. Metode tersebut digunakan untuk menganalisis perubahan tingkat persaingan dalam dimensi waktu 15 tahun (2000–2015) serta menganalisis hubungan antar negara pesaing yang dapat memengaruhi pasar kopi Robusta setiap negara. Hasil analisis menunjukkan daya saing kopi Indonesia cenderung meningkat dibandingkan dua pesaing utama pengekspor kopi Robusta dunia, seperti Vietnam dan India. Namun, daya saing kopi Indonesia masih setengah kali di bawah Vietnam. Persaingan kopi Indonesia dengan Vietnam dan India tidak berkorelasi signifikan karena perbedaan pasar negara tujuan ekspor. Peningkatan daya saing dan kekuatan kompetisi di pasar ekspor dapat dilakukan melalui peningkatan kualitas serta kontinuitas kopi Robusta domestik sesuai dengan permintaan konsumen dunia.

Kata Kunci: Daya saing, DRCA, kopi Robusta, korelasi rank spearman, RCA

INTRODUCTION

As one of major coffee producing countries in the world, Indonesia has an opportunity to improve coffee export to international market, which can be seen from an increase in world coffee consumption of 8.47% during 2011–2016 (ICO, 2016a) and domestic coffee production for the last three years (2013–2015), that was 11.89%. Also, a relatively low level of domestic coffee consumption becomes the driving factor to enhance coffee export. However, there was a significant decrease in the export rate of Indonesian coffee by 19.78% for the last three years. Less satisfactory export performance adversely affected Indonesian coffee competitiveness (Kementerian Pertanian, 2014), (Dradjat, Agustian, & Supriatna, 2007).

Indonesia ranks the fourth among the world major coffee exporters after Brazil, Vietnam, and Colombia (Table 1). Production of Indonesian Robusta coffee reached 74%, while the remaining was from Arabica coffee production (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015). During the period 1990–2015, Indonesia experienced a decrease in exports of 0.0061%. In contrast, coffee export in Brazil, Vietnam, and Colombia increased by 1.06%, 17.58%, and 0.0056%, respectively. Less progress in Indonesian coffee export may be caused by several factors such as the productivity and quality of coffee. The amount of coffee exported will determine the competitiveness of Indonesian coffee in the international market. Increasing Indonesian coffee competitiveness in the international market requires steps to improve performance and supportive export policy for coffee

(Dradjat *et al.*, 2007). The steps include quality improvement, elimination of operating cost in the port, tax abolition or tax allowance and provision of low interest export credit. Export subsidies can be provided to motivate the entrepreneurs (exporters) in order to increase coffee exports (Baroh, Hanani, Setiawan, & Koestiono, 2014), which caused complexities on trades are due to lack of harmonization in standards (Nugroho, 2014).

Increasing Indonesian coffee competitiveness can also be done through market diversion and penetration to other countries such as Korea, ASEAN countries, USA, and European countries due to the increasing trend of coffee demand (Kementerian Pertanian, 2014). Other strategy is by improving the mechanisms of certification schemes (Arifin, 2013). Competitiveness of country may change, influenced by price and non-price factors (Fleming & Tsiang, 1956). Price factors consist of the differences in productivity levels, changes in exchange rate and tax, and the difference in rate increase of national price level. Non-price factors include export quality, improvement in marketing efficiency, and the difference in export demand fulfillment. Therefore, a more comprehensive effort is required to increase the export share of Indonesian coffee. Evaluation of the competitiveness of industrial products in global markets uses Revealed Comparative Advantage index (Startienė & Remeikienė, 2014). Based on those points, this study aimed to analyze the competitiveness and the dynamics of competitiveness to assess the performance and position of Indonesian coffee export for the last fifteen years in international market.

Table 1. Six world major coffee producing countries in 2015/2016

Tabel 1. Enam negara produsen utama kopi dunia tahun 2015/2016

Country	Total production (ton)	Coffee type		Major production
		Robusta	Arabica	
Brazil	2.905.380	v	v	Arabica
Vietnam	1.650.000	v	v	Robusta
Colombia	840.540		v	Arabica
Indonesia	691.500	v	v	Robusta
Ethiopia	402.000		v	Arabica
India	349.980	v	v	Robusta

Source: ICO (2016a)

Sumber : ICO (2016a)

MATERIALS AND METHODS

Analysis of coffee competitiveness in this study was conducted using Revealed Comparative Advantage (RCA), while analysis of competitiveness dynamics was performed by Dynamic Revealed Comparative Advantage (DRCA). In addition, Rank Spearman Correlation was applied to measure the correlation between coffee competitor countries. The data used were time series data from 2000 to 2015 obtained from United Nations Comtrade Database (UN-Comtrade) and International Coffee Organization (ICO). Countries analyzed in this research were Vietnam, Indonesia, and India. These three countries were selected since they are the world largest Robusta coffee producers.

Comparative advantage of a country is reflected by its export which can be measured through Revealed Comparative Advantage (RCA) or known as Balassa index. Moreover, the value of RCA is $0 \leq RCA_{ij} \leq \infty$. If RCA_{ij} value is greater than unity, it means that country i has comparative advantage in coffee since the share of commodity j in total export of country i is higher than that of the same commodity in world export, thus the country specializes in the commodity. Otherwise, if RCA_{ij} is less than unity, it indicates that country i does not have comparative advantage in coffee and does not specialize in that commodity group. Formulation of RCA is presented in equation 1.

$$RCA_j = \frac{x_{ij} / x_{wj}}{\sum_j x_{ij} / \sum_j x_{wj}} \quad (1)$$

Analysis of competitiveness dynamics to assess the competitiveness performance of Indonesian coffee was done using Dynamic Revealed Comparative Advantage (DRCA) referring to Edwards & Schoer (2002). DRCA is able to describe RCA along with the development over time. In addition, DRCA has the ability to determine the position of a product in the market. Formulation of DRCA can be found in equation 2. Moreover, Table 2 shows export position of a country in the international market.

$$DCRA = \frac{\Delta RCA_j}{RCA_j} = \frac{\Delta \left(\frac{x_{ij}}{\sum_j x_{ij}} \right)}{\frac{x_{ij}}{\sum_j x_{ij}}} - \frac{\Delta \left(\frac{x_{wj}}{\sum_j x_{wj}} \right)}{\frac{x_{wj}}{\sum_j x_{wj}}} \quad (2)$$

Where:

- RCA_j : Comparative advantage of a country towards commodity j
- DRCA : Dynamics of competitiveness
- x_{ij} : Total export of commodity j from country i (US\$)
- x_{wj} : Total export of commodity j from all countries (world) (US\$)
- $\sum_j x_{ij}$: Total export of all commodities from country i (US\$)
- $\sum_j x_{wj}$: Total export of all commodities from all countries (world) (US\$)
- j : Commodity j
- i : Country i
- w : All countries (world)

RCA value obtained was used to analyze the competition level between coffee exporting countries. The analysis was performed using Rank Spearman Correlation (Lee, Lee, & Lee, 2013). The formula can be found in equation 3 and 4.

$$rs = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2-1)} \quad (3)$$

$$\sum d_i^2 = \sum_{i=1}^n [R(X_i) - R(Y_i)]^2 \quad (4)$$

Where:

- r_s : Coefficient of correlation
- $R(X_i)$: Rank for sample X_i
- $R(Y_i)$: Rank for sample Y_i
- D : Difference between X_i and Y_i
- N : Number of sample

Table 2. Position of export market

Tabel 2. Posisi pasar ekspor

RCA	Share of commodity j in country's export		Share of commodity j in world export	Position of export market
Increases	↑	>	↑	Rising stars
	↑	>	↓	Failing stars
	↓	>	↓	Lagging retreat
Decreases	↓	<	↑	Lost opportunity
	↓	<	↓	Leading retreat
	↑	<	↑	Lagging opportunity

Source: Edwards & Schoer (2002)

Sumber: Edwards & Schoer (2002)

According to Widodo (2010), positive value of Rank Spearman Correlation coefficient indicates competition between two countries in export market (both have similar comparative advantage pattern). Whereas, negative value means that the commodity is a complement in the product supply to export market (both have different comparative advantage pattern). It is in line with Firdaus, Harmini, & Farid (2011), which stated that if the value of $|r_s| = 0$, both variables are not correlated and if the value of $|r_s| = 1$, both variables are perfectly correlated. Meanwhile, higher value of $|r_s|$ indicates stronger correlation between variables.

RESULT AND DISCUSSION

Overview of Indonesian Coffee

The growth of Indonesian coffee production during 1990–2015 increased by 2.11% per year which was supported by the increasing production area of 0.63% during the same period. This result led to an increase in Indonesian coffee productivity of 1.54% per year. Cultivated coffee consists of two types, namely Robusta and Arabica, of which the most cultivated in Indonesia is Robusta coffee.

Comparison of coffee production for five periods exhibited that the average production of Indonesian coffee achieved the highest production quantity during 1995–2000 (Table 3). This is because coffee plants were still in productive age, thus influencing productivity level. The average productivity level of Indonesian coffee during that period reached the highest value of 2.28% per year.

During the period 2010–2015, the average production growth, area, and productivity per year showed the lowest value. The average growth of area continued to decline and even showed negative growth due to land conversion, from coffee plants into more

profitable plants cultivation. Thus, a decline in coffee production. Analysis result indicated that decreasing production area affected the level of production. During the period 2010–2015, there was also a decline in national coffee production of 0.32% per year along with the decreasing production area, due to the aging coffee plants (more than 25 years). Based on those findings, plant rejuvenation and production area extensification in order to boost national coffee production is required.

National coffee productivity in 1990 reached 385.82 kg/ha, lower than it was in 2015 which reached 538.80 kg/ha in. Despite the trend of an increase in coffee productivity and achieving a growth of 1.54% per year during 1990–2015, its growth was still relatively low compared to Vietnam. Before 1998, Indonesia was the largest Robusta coffee exporter in the world. However, from then on Vietnam has been in the position until now with the productivity level at 2.5 ton/ha.

National coffee production is intended to meet domestic demand and to be exported to consuming countries. Of which, export of Indonesian coffee in 2015 reached 479.100 tonnes (ICO, 2016b). Most of coffee exported was in the form of coffee beans (99.5%), whereas only 0.5% processed (roasted and powder) (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015). Based on coffee type, most exported was Robusta (76.7%), while the rest was Arabica (Kementerian Perindustrian, 2015). For the last fifteen years, Indonesia experienced major shift of export destination countries. In 2005, the major export destination markets of coffee were USA, Europe, and East Asia. In 2015, market share of export destination to USA and Europe tended to decrease despite an increase in coffee export to Russia by 40% compared to 2014 (UN Comtrade, 2017).

Table 3. Average growth of production, area, and productivity of Indonesian coffee

Tabel 3. Rata-rata pertumbuhan produksi, luas areal, dan produktivitas kopi Indonesia

Year	Average growth/year (%)		
	Production	Area	Productivity
1990–1995	2.24	2.02	0.23
1995–2000	3.84	1.79	2.28
2000–2005	3.42	1.97	1.55
2005–2010	1.04	-1.19	2.27
2010–2015	-0.32	-0.42	0.16

Source: BPS (2016)

Sumber : BPS (2016)

Declining market share in USA and Europe was due to increasing competition among major exporting countries, especially coffee demand from countries which are known to be selective on quality. The segmentation of quality coffee are high end, middle range, and low range (Simamora, 2014). Export destination market of Indonesian coffee continues to shift and tends to increase in 2015 in Asian countries such as Malaysia, Thailand, and India, as shown in Figure 1.

Most of coffee exported from Indonesia is Robusta coffee beans. Indonesia is facing Robusta coffee export competition particularly from Vietnam and India. Analysis result showed that the competitiveness of Indonesian coffee during 2000–2015 was fluctuated with a tendency to increase. It can be seen from RCA value per year with an average growth of 0.69 (Figure 3). Although the export quantity decreased during the period 2011–2015, there was an increase (0.64%) in the average of Indonesian coffee export share in all Indonesian export commodities. In general, for the last fifteen years (2000–2015), the average growth of Indonesian coffee export share in all Indonesian export commodities increased 5.43% each year.

According to analysis result, Indonesian coffee commodity has comparative advantage since Indonesia has higher export market share in international market. This can be seen from the greater of RCA value than unity. The average RCA value of Indonesian coffee during 2000–2015 was 5.61. In 2015, Indonesian coffee export market share in the world was only 6.5%,

which was still far below from the main competitor, namely Vietnam that reached 12.8%.

Competitiveness of Vietnamese coffee was found to be the highest compared with other major competitor countries. This is supported by the availability of Vietnamese coffee supply to meet the world market demand. However, the development of RCA value of Vietnamese coffee decreased by 55.4%, thus impacting the competitiveness of Vietnamese coffee in the world coffee market. The decline was due to the proportion of coffee export which was smaller than the total export of commodities. The average RCA value of Vietnamese coffee during 2000–2015 was 27.3 with the lowest RCA value of 12.68 in 2015. The other major competitor of Indonesian coffee was India. India mostly exported Robusta coffee in the form of coffee beans. The analysis result indicated that the development of Indian coffee competitiveness decreased by 46.9% due to the decreasing of coffee export.

Based on this result, the comparison of competitiveness among three countries can be seen in Figure 2. Competitiveness of Indonesian coffee tended to increase compared to the two major competitors of Robusta coffee exporter, namely Vietnam and India. However, the competitiveness level of Indonesian coffee was still half of Vietnamese coffee. A decline in Vietnamese coffee competitiveness is an opportunity for Indonesia with the consequence of having to increase coffee productivity and quality to meet the demand of world consumer.

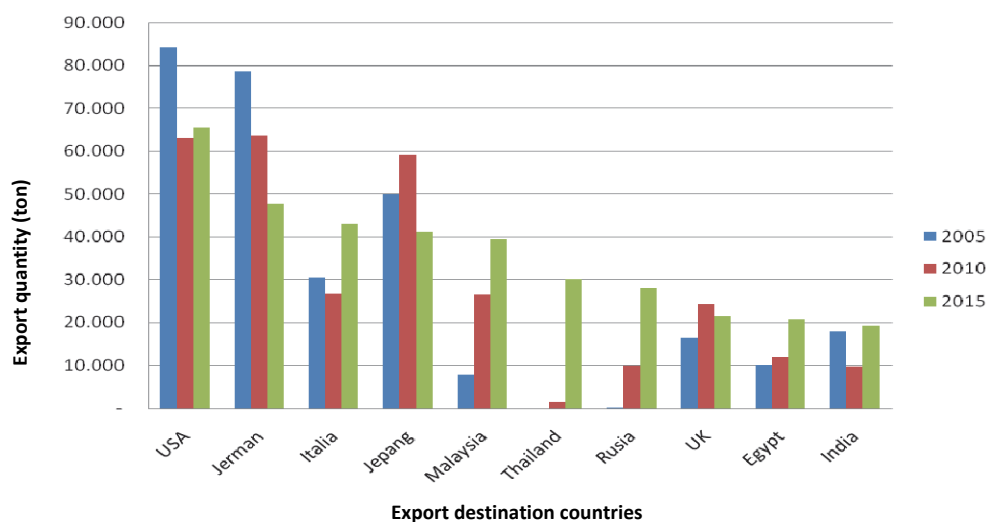


Figure 1. Shift of major export destination countries of Indonesian coffee (Source: UN Comtrade, 2017)

Gambar 1. Pergeseran negara-negara tujuan ekspor utama kopi Indonesia (Sumber: UN Comtrade, 2017)

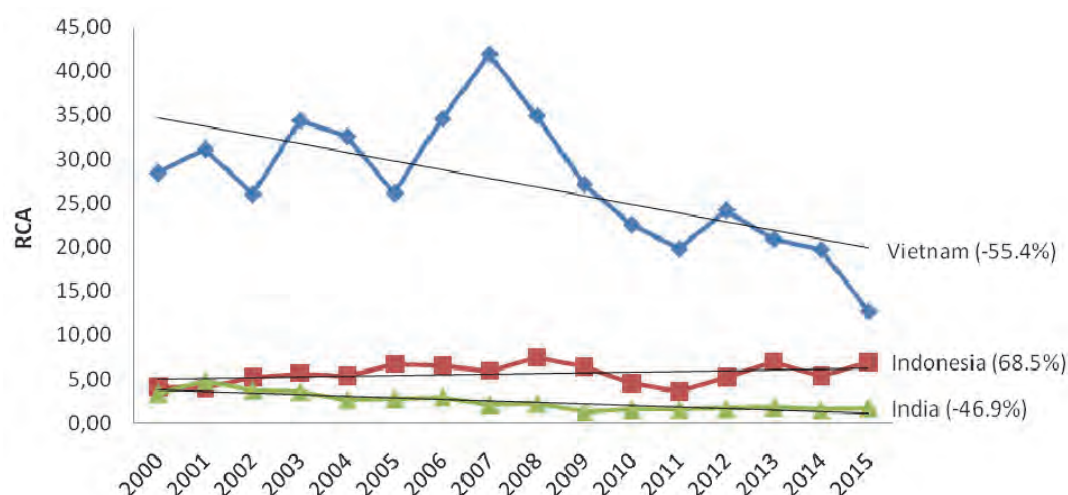


Figure 2. Development of RCA value of Indonesian coffee with major competitor countries (Source: UN Comtrade, 2017, processed)

Gambar 2. Perkembangan nilai RCA kopi Indonesia dengan negara pesaing utama (Sumber: UN Comtrade, 2017, diolah)

Analysis of Dynamics and Correlation of Indonesian Coffee Competitiveness with Major Competitor Countries

Indonesia as the second largest exporter of Robusta coffee worldwide during 2000–2015 experienced changes in competitiveness performance. The changes were in line with the development over time which showed the shift of Indonesian coffee position in the market, particularly from the major competitor countries of Indonesian Robusta coffee such as Vietnam and India.

Analysis result showed that the dynamic RCA (DRCA) value of Indonesian coffee increased in three periods of time (Table 4). In comparison with Vietnam as the leading exporter of Robusta coffee in the world, DRCA value of Indonesia increased and showed a positive value by the end of the year. This is indicated by the fluctuating RCA value along with the increasing trend. The RCA values in 2000, 2005, 2010, and 2015 were 4.12, 6.74, 4.56, and 6.94, respectively. In that period, RCA value of Indonesian coffee shown a

decrease only in 2010. This is due to the declining export share of coffee resulted from decreasing value of Indonesian coffee export in that year which was 1.17% from the previous year. Furthermore, in the period 2010–2015, the growth of Indonesian coffee export share tended to increase despite the value of Indonesian coffee export had a tendency to fluctuate during that period of time.

Vietnam as the major competitor of Indonesian coffee and the largest exporter of Robusta coffee worldwide experienced declining competitiveness performance. This is indicated by the decreasing RCA values in three periods of time, i.e. in 2000 (28.40), 2005 (26.10), 2010 (22.54), and 2015 (12.68). Declining in RCA value was due to the decreasing export value of Vietnamese coffee in the value of export commodity of all commodities in that country. Although the export value of Vietnamese coffee tended to increase every year, the growth of export value of all commodities in that country was higher than the export value of Vietnamese coffee.

Table 4. Value of dynamic RCA (DRCA) of 2000-2015

Tabel 4. Nilai RCA dinamis (DRCA) tahun 2000-2015

Country	Period of time		
	2000–2005	2005–2010	2010–2015
Indonesia	0.450	-0.423	0.527
Vietnam	-0.057	-0.179	-0.441
India	-0.131	-0.577	0.166

Source: UN Comtrade, (2017), processed

Sumber: UN Comtrade (2017), diolah

Another major competitor of Robusta coffee is India which experienced an increase in export competitiveness performance as shown by DRCA values that tended to increase over the three periods of time. During the period 2010–2015, competitiveness of Indian coffee was at the highest competitiveness performance compared to the other two periods of time. However, market share of Indian coffee in the international market only reached 2.9% in 2015.

Competitiveness position of the major exporting countries of coffee can be seen in Figure 3. Vietnam as the leading exporter of Robusta coffee in the world experienced decreasing competitiveness position in the world market of coffee. During the period 2000–2005, Vietnam was in a lagging position in which the decrease in growth rate of Vietnamese coffee share was higher than the decrease in the share of world coffee. During the period 2005–2010, the growth of Vietnamese coffee market share was better than the

previous period. Vietnam was in a lagging opportunity position where the increase in coffee export share was lower than the increase in world coffee share. In the period 2010–2015, the growth of Vietnamese coffee share experienced a decline in which the world coffee share increased during the same period. At that time, Vietnam was at the lost opportunity position since increasing demand for world coffee did not equal with the ability to supply coffee to the global market.

The position of Indonesia in the world coffee market was different from that of the major competitor, namely Vietnam. During the period 2000–2005, Indonesia experienced falling stars where the growth of RCA value reflected by Indonesian coffee export share was higher than the growth of world RCA value. In that condition, the share of world coffee decreased by 29.3% due to the fact that the growth of export value of all world commodities was higher than the growth of world coffee export value.

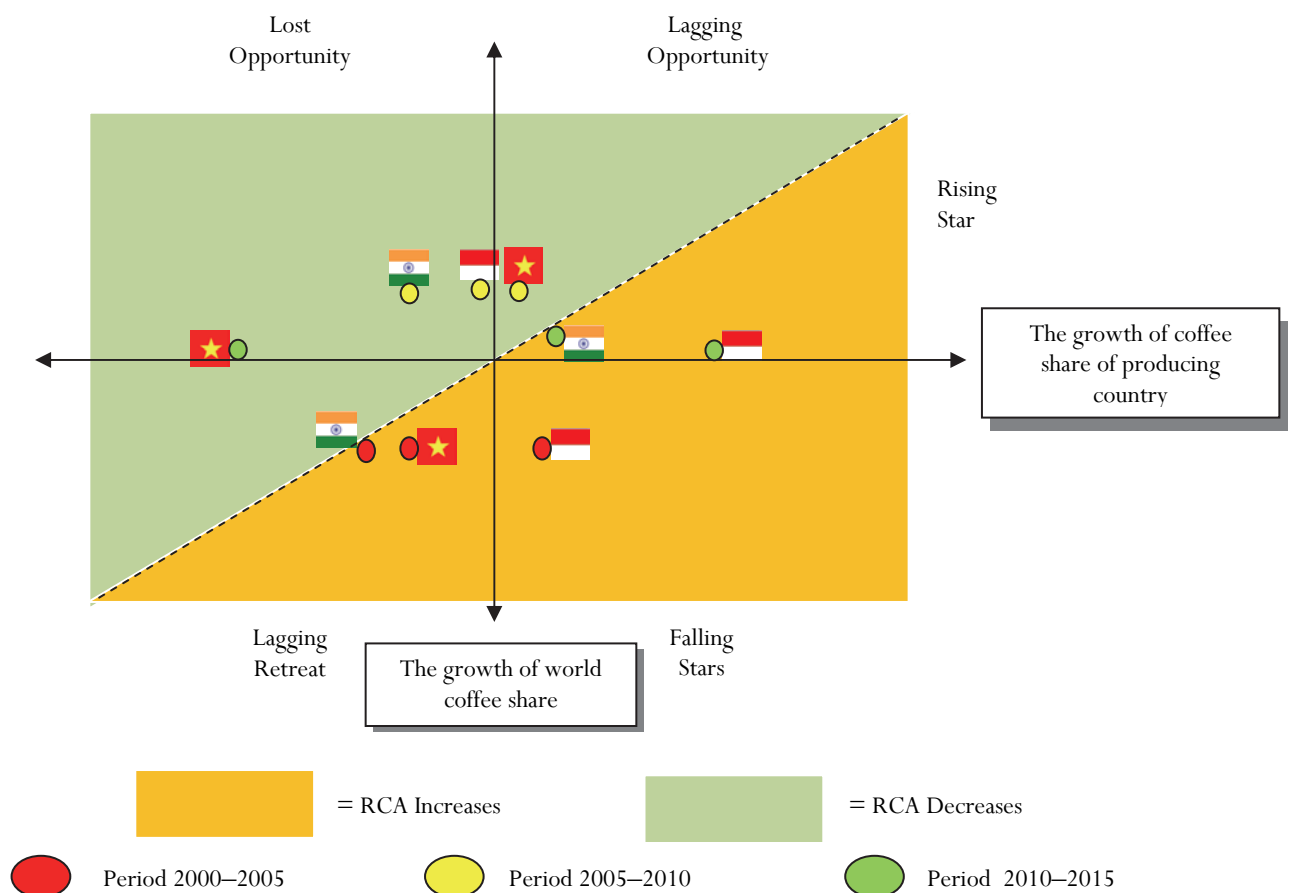


Figure 3. Competitiveness position of Indonesian coffee and major competitor countries
Gambar 3. Posisi daya saing kopi Indonesia dengan negara pesaing utama

Unlike the condition during the period 2005–2010, Indonesia was in a lost opportunity position due to decreasing growth of RCA value of Indonesian coffee, while the RCA value experienced positive growth. In this situation, the share of Indonesian coffee export in all commodities exported by Indonesia decreased by 11.4%. Nevertheless, Indonesia was in a rising star position during the period 2010–2015 as the growth of Indonesian coffee export share was higher than the growth of world coffee export share. Yet, the market share of Indonesian coffee in the international market in 2015 was still relatively low (6.5%) compared to Vietnam (12.8%). During that time, market share of Indonesian coffee towards other export commodities increased by 34.9%. This result was due to two reasons, namely: a) increasing export value of coffee by 46.4% during 2010–2015, and b) declining export value of all Indonesian export commodities by 4.7%. Indonesia is able to improve its coffee competitiveness in the international market when this country consistently increases the quantity of coffee export. Furthermore, effort to improve the quality of exported coffee can increase the coffee competitiveness in the international market.

The strength of competition among major competitor countries was seen based on the correlation value between two countries by using Rank Spearman Correlation analysis. Correlation between the countries can be seen in Table 5. Analysis result showed that Indonesia was not significantly correlated with major competitor countries such as Vietnam and India. This is indicated by the p-value which was higher than the significance level (0.05). This finding was in accordance with the study conducted by Meiri, Nurmalina, & Rifin (2013) that Indonesia did not have significant correlation with Vietnam due to the difference of coffee markets during 2000–2011. In 2015, Indonesian coffee market dominated North Africa and Southeast Asia, while Vietnam dominated American and European market. Moreover, Indonesia was not significantly correlated with India due to the difference in export destination countries. Nevertheless, the comparison between Indonesia-Vietnam and Indonesia-India showed that p value of Indonesia-India is larger than Indonesia-Vietnam. This is because RCA growth of Vietnam coffee (-55.4%) lower than that of Indian coffee (- 46.9%) over the last fifteen years.

Another analysis result showed that there was a positive and significant correlation (0.529) between Vietnam and India as indicated by p-value (0.035) which was lower than the significance level (0.05). The existence of the same destination market showed that there was competition between Vietnam and India. However, as India's market share was still much lower

than Vietnam, competition between the two countries was not very strong.

Table 5. Correlation of competitiveness among coffee exporting countries

Tabel 5. Korelasi daya saing antar negara eksportir kopi

Correlation	Indonesia	Vietnam	India
Indonesia	1.000	0.153	-0.121
Vietnam	-	1.000	0.529*
India	-	-	1.000

Notes : * significant at 5 % level

Keterangan : * nyata pada taraf 5%

CONCLUSION

Competitiveness of Indonesian coffee during the period 2000–2015 tended to increase compared to the two major competitors of Robusta coffee exporters, namely Vietnam and India. Furthermore, the growth of Indonesian coffee export share in all Indonesian exported commodities tended to increase. Whereas the major competitor country of Indonesian coffee, namely Vietnam experienced declining competitiveness performance as shown by the decreasing value of RCA and DRCA. Nevertheless, the level of Indonesian coffee competitiveness was still half of Vietnam. During the period 2010–2015, the growth of Vietnamese coffee share decreased in which period the share of world coffee increased. Vietnam was in a lost opportunity position since the increasing demand for world coffee did not equal the ability to supply coffee to the global market. At the same period, Indonesia was in a rising star position as the growth of Indonesian coffee export share was higher than the growth of the share of world coffee export. The share of Indonesian coffee market in export commodities tended to increase due to the increasing export value of coffee and the decreasing export value of all Indonesian export commodities. Despite Vietnam and India are two of the leading producers of Robusta coffee worldwide, competition strength between the two countries and Indonesia was not significantly correlated. This result was due to the market difference of export destination countries. Increasing Indonesian coffee competitiveness can be achieved by increasing the productivity through coffee plantation rejuvenation. Furthermore, postharvest processing of coffee beans can also be used to increase product quality and export. In addition, creating new coffee market, not only in Europe but also in West Asia and America is necessary.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Ditjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi which has provided research funding BPPDN (Beasiswa Pendidikan Pasacasarjana Dalam negeri). The authors also would like to thank Department of Agribusiness, FEM-IPB for the support in writing this article.

REFERENCES

- Arifin, B. (2013). On the competitiveness and sustainability of the Indonesian agricultural export commodities. *ASEAN Journal of Economics, Management and Accounting*, 1(1), 81–100.
- Baroh, I., Hanani, N., Setiawan, B., & Koestiono, D. (2014). Indonesian coffee competitiveness in the International Market: Armington Model Application. *American Journal of Economics*, 4(4), 184–194. doi:10.5923/j.economics.20140404.03
- BPS. (2016). Produksi, luas lahan, produktivitas. Retrieved January 1, 2017, from <http://www.bps.go.id/index.php/istilah/index?Istilah%5Bkatacarian%5D=ekspor&yt0=Tampilkan>
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2015). *Statistik perkebunan Indonesia (2013–2015 kopi)*. Jakarta, Indonesia: Directorate General of Plantation, Ministry of Agriculture.
- Dradjat, B., Agustian, A., Supriatna, A. (2007). Ekspor dan daya saing kopi biji Indonesia di pasar internasional: Implikasi strategis bagi pengembangan kopi biji organik. *Pelita Perkebunan*, 23(1), 159–179.
- Edwards, L., & Schoer, V. (2002). Measures of competitiveness: a dynamics approach to South Africa's trade performance in the 1990s. *The South African Journal of Economic*, 70(6 September 2002).
- Firdaus, M., Harmini, Farid, M. A. (2011). *Aplikasi metode kuantitatif untuk manajemen dan bisnis*. Bogor, Indonesia: IPB Press.
- Fleming, J. M., & Tsiang, S. C. (1956). Changes in competitive strength and export shares of major industrial countries. *Staff Papers*, 5(2), 218–248.
- ICO. (2016a). Historical data on the global coffee trade. Retrieved January 21, 2016, from http://www.ico.org/new_historical.asp
- ICO. (2016b). World coffee consumption in thousand 60 kg bags. *International Coffee Organization*, (January), 1–1. Retrieved from http://www.ico.org/pt/trade_statistics.asp?section=Estatistica
- Kementerian Perindustrian. (2015). *Kebijakan pengembangan Industri pengolahan kopi nasional*. Jakarta, Indonesia.
- Kementerian Pertanian. (2014). Renstra Kementrian Pertanian tahun 2015 - 2019. Jakarta, Indonesia
- Lee, C. F., Lee, J. C., & Lee, A. C. (2013). *Statistics for business and financial economics. Statistics for Business and Financial Economics*. <https://doi.org/10.1198/tas.2006.s59>
- Meiri, A., Nurmalina, R., & Rifin, A. (2013). Analisis perdagangan kopi Indonesia di pasar trade analysis of Indonesian coffee in. *Buletin Ristri*, 4(1), 39–46.
- Nugroho, A. (2014). The impact of food safety standard on Indonesia's coffee exports. *Procedia Environmental Sciences*, 20, 425–433. doi:10.1016/j.proenv.2014.03.054
- Simamora, S. D. (2014). Market brief: langkah dan strategi ekspor ke Uni Eropa: Produk kopi. Jakarta, Indonesia : APINDO-EU ACTIVE
- Startienė, G., & Remeikienė, R. (2014). Evaluation of revealed comparative advantage of Lithuanian industry in global markets. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 110, 428–438. doi:10.1016/j.sbspro.2013.12.887
- UN Comtrade. (2017). Extract data. Retrieved February 2, 2017, from <https://comtrade.un.org/data/>.
- Widodo, T. (2010). *International trade, regionalism and dynamic market*. Yogyakarta, Indonesia: Fakultas Ekonomika dan Bisnis. Universitas Gajah Mada.

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
 DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
 Volume 5, Nomor 1, Maret 2018

**ANALISIS SEBARAN TIPE DAN PERFORMA MUTU FISIK KAKAO
 PADA TIGA RENTANG ELEVASI**

***ANALYSIS OF CACAO TYPES DISTRIBUTION AND PHYSICAL QUALITY PERFORMANCE AT
 THREE ELEVATION RANGES***

* Retno Utami Hatmi¹⁾, Makhmudun Ainuri²⁾, dan Anggoro Cahyo Sukartiko²⁾

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta¹⁾

Jl. Stadion Baru No. 22, Yogyakarta 55584

**Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
 Universitas Gadjah Mada²⁾**

Jl. Flora 1, Yogyakarta 55281 Indonesia

* tamibptp@yahoo.co.id

(Tanggal diterima: 21 Februari 2018, direvisi: 20 Maret 2018, disetujui terbit: 31 Maret 2017)

ABSTRAK

Genotipe tanaman kakao yang dibudidayakan di Indonesia dapat dibagi ke dalam tiga kelompok (tipe) besar, yaitu *Criollo*, *Forastero*, dan *Trinitario*. Selain faktor genetik, kualitas buah dan biji kakao juga sangat dipengaruhi oleh lingkungan tempat tumbuh. Tujuan penelitian adalah menganalisis sebaran tipe dan performa mutu fisik buah dan biji kakao pada tiga rentang elevasi, yaitu 154,00–267,20; 302,00–401,00; dan 469,20–657,90 m di atas permukaan laut (dpl). Penelitian dilaksanakan di perkebunan kakao rakyat di Kecamatan Patuk, Gunungkidul, Yogyakarta, mulai bulan September sampai Desember 2017. Penelitian dilakukan dengan mengambil 40–42 sampel buah kakao secara acak dari tiap rentang elevasi. Tipe (*Criollo*, *Forastero*, dan *Trinitario*) dan parameter mutu fisik ditentukan berdasarkan sifat-sifat morfologi buah dan biji. Variabel mutu fisik yang diamati meliputi: bobot segar buah, rasio panjang/lebar buah, bobot segar biji, jumlah biji, bobot segar per biji, tebal biji, rasio panjang/lebar biji, bobot kering per biji, dan jumlah biji per 100 g. Data dianalisis dengan statistik deskriptif dan *one-way anova*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe *Trinitario* mendominasi pada rentang elevasi 154,00–267,20 m dpl, sedangkan tipe *Forastero* lebih mendominasi pada rentang elevasi 302,00–401,00 dan 469,20–657,90 m dpl. Seluruh mutu fisik biji kakao jenis *Forastero* pada elevasi 469,20–657,90 m dpl nyata lebih tinggi dibandingkan rentang elevasi di bawahnya, sedangkan *Criollo* nyata lebih tinggi pada bobot kering per biji dan jumlah biji per 100 g, dan *Trinitario* nyata lebih tinggi pada ketebalan biji.

Kata kunci: Elevasi, fisik, kakao, mutu, performa

ABSTRACT

Cacao genotype most cultivated in Indonesia divided into three main groups, namely *Criollo*, *Forastero*, and *Trinitario*. Beside genetical factor, the pod and beans qualities are also strongly influenced by the environment in which the plant grows. The research aimed to analyze the types and physical qualities of the pod and bean from Patuk, Gunungkidul at three elevations range (154.00–267.20, 302.00–401.00, and 469.20–657.90 m above sea level/asl). The research was conducted at smallholder plantations in Patuk District, Gunungkidul, Yogyakarta from September until Desember 2017. As many as 40–42 samples were randomly taken from each elevation range and analyzed by descriptive statistic and one-way anova. The parameters observed were cocoa types identification (*Criollo*, *Forastero*, and *Trinitario*), pod's physical quality (fresh weight of fruits, length to width ratio, fresh weight of beans, number of beans, and fresh weight of one bean), and bean's physical quality (thickness, length/width ratio, dry weight of one bean, and number of beans in 100 g). The results showed that *Trinitario* cacao type dominates at elevation range of 154.00–267.20 m asl, while *Forastero* dominates at elevation range of 302.00–401.00 and 469.20–657.90 m asl. The pod physical qualities of

Criollo, Forastero, and Trinitario showed highest fresh weight per bean at 469.20–657.90 m asl compared to those at lower elevation (increased 19.05%–31.94%). At elevation of 469.2–657.9 m asl, Forastero shown higher beans physical quality at all variables, whereas Criollo was significantly higher dry weight per bean and number of beans per 100 g, and Trinitario shown significantly higher bean thickness.

Keywords: Cocoa, elevation, performance, physical, quality

PENDAHULUAN

Kakao sebagai komoditas unggulan perkebunan nasional menghasilkan devisa terbanyak setelah kelapa sawit dan karet (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2016). Produksi Indonesia mencapai 15% dari produksi biji kakao dunia dan menempati peringkat ketiga dunia setelah Pantai Gading dan Ghana (Gu *et al.*, 2013). Pada tahun 2011, produksi kakao Indonesia menurun drastis dari 837.918 ton menjadi 712.231 ton (tahun 2010). Pada tahun 2012, produksi kakao nasional mulai mengalami peningkatan menjadi 740.513 ton dan berfluktuasi pada rentang 720.862 ton (tahun 2013) dan 728.414 ton (tahun 2014) (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015). Penurunan produksi ini diakibatkan oleh banyak faktor, antara lain faktor lingkungan, teknik budi daya, dan pascapanen.

Kakao yang dibudidayakan di Indonesia dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok (tipe) besar, yaitu *Criollo*, *Forastero*, dan *Trinitario*. *Criollo* umumnya disebut dengan kakao mulia, *Forastero* lebih dikenal dengan kakao lindak, dan *Trinitario* adalah persilangan antara *Criollo* dan *Forastero* (Pohlen & Pérez, 2010; Akerma & Frossch., 2013).

Pengukuran karakteristik fisik biji kakao menjadi persyaratan penting dalam perdagangan karena menentukan rendemen lemak yang akan dihasilkan (Arief & Asnawi, 2011). Pengkelasan mutu menurut ukuran biji kakao masih relevan dalam mengonfirmasi kandungan kimianya, termasuk di dalamnya kadar lemak (Kusumadati, Sutardi, & Kartika, 2002). Minifie (1989) juga menyebutkan bahwa semakin besar ukuran biji kakao, semakin tinggi jumlah lemak yang dihasilkan. Lebih jauh Kusumadati *et al.* (2002) menjelaskan bahwa ukuran biji sangat berpengaruh terhadap kandungan asam amino, kadar gula total, glukosa, fruktosa, asam lemak bebas, dan kadar polifenol pada produk bubuk kakaonya.

Mutu biji kakao dalam perdagangan internasional sangat penting sehingga dibuat suatu standar yang dikeluarkan oleh Badan Standardisasi Nasional yang tertuang dalam persyaratan umum dan khusus pada SNI 2323:2008 tentang biji kakao. Parameter bobot biji kakao kering telah ditetapkan standarnya menurut jumlah biji per 100 g dengan pengkelasannya: AA = ≤ 85 , A = 86–100, B = 101–110, C = 110–120, dan S = > 120 (Badan Standardisasi Nasional). Biji kakao yang berasal dari wilayah

Gunungkidul, Yogyakarta memiliki ukuran besar dan kandungan lemak yang tinggi. Hal ini didukung oleh penelitian Hatmi *et al.* (2012) yang menyebutkan bahwa persentase biji kakao asal wilayah Patuk Gunungkidul, Yogyakarta yang masuk dalam kelas mutu AA, A, dan B sebesar 50,0%, mutu C sebesar 33,3%, dan S sebesar 16,67%. Hasil penelitian Kurniawati (2015) juga menyebutkan bahwa mutu biji kakao kering hasil fermentasi dari Gunungkidul selama 5 dan 6 hari memenuhi persyaratan SNI 2323–2008 masuk dalam mutu I dan II dengan kadar lemak 58,71%–59,44%.

Menurut Tjahjana, Supriadi, & Rokhmah (2014), faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap produksi dan kualitas kakao adalah tanah (elevasi, topografi, pengairan, jenis, sifat fisik, dan kimia) serta iklim (curah hujan dan suhu). Pendapat ini juga didukung oleh penelitian Rubiyo & Siswanto (2012) yang menyatakan bahwa pencapaian hasil tanaman kakao secara kualitas dan kuantitas sangat tergantung pada faktor pembatas lingkungan sebagai persyaratan tumbuh yang terkait dengan faktor lahan tanam, seperti ketinggian tempat, topografi, drainase, jenis tanah, sifat fisik dan kimia tanah, serta iklim.

Liyanda, Karim, & Abubakar (2013) berpendapat bahwa tanaman kakao sangat rentan terhadap elevasi tempat tumbuhnya karena dipengaruhi oleh suhu. Suhu pada rentang elevasi 400–800 m dpl dapat menghasilkan biji kakao dengan ukuran bobot yang lebih tinggi karena secara optimal mendukung proses metabolisme biji kakao (Alam, Saleh, & Hutomo, 2010). Ketinggian tempat tumbuh kakao ini memberikan pengaruh pada beberapa hal, antara lain produksi dan kadar lemaknya. Prawoto dan Karneni (1994) *cited in* Tresniawati, Yuniyati, & Randriani (2014) menyebutkan bahwa ada interaksi antara mutu lemak biji kakao dengan ketinggian tempat tumbuh. Ketinggian tempat tumbuh adalah salah satu karakteristik lahan yang berkorelasi nyata negatif terhadap produksi kakao dan berkorelasi nyata positif terhadap kadar lemaknya. Semakin tinggi tempat, produksi kakao semakin menurun dan kadar lemak semakin meningkat (Liyanda *et al.*, 2013).

Penelitian bertujuan menganalisis performa jenis dan mutu fisik kakao pada tiga rentang elevasi, yaitu 154,00–267,20; 302,00–401,00; dan 469,20–657,90 m dpl di wilayah Patuk, Gunungkidul, Yogyakarta.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di wilayah Patuk, Gunungkidul, Yogyakarta, mulai bulan September sampai Desember 2017.

Bahan Tanaman

Bahan yang digunakan adalah buah kakao yang berasal dari wilayah Kecamatan Patuk, Gunungkidul, Yogyakarta, pada tiga rentang elevasi, yaitu 154,00–267,20; 302,00–401,00; dan 469,20–657,90 m dpl. Total sampel buah kakao yang digunakan dalam penelitian sebanyak 122 buah, diambil secara acak dari perkebunan rakyat di wilayah tersebut, masing-masing 40–42 sampel pada tiap rentang elevasi.

Beberapa desa dan dusun yang dijadikan lokasi pengambilan sampel meliputi Desa Putat (Dusun Gumawang dan Batur), Bunder (Dusun Plosokerep, Widorokulon), Nglanggeran (Dusun Nglanggeran kulon, Karang Sari, Doga), Ngoro-Oro (Dusun Salaran dan Soko), dan Nglegi (Dusun Genduro, Padangan, dan Kampung 7). Sebaran pengambilan sampel yang dilakukan di 122 titik koordinat menurut tingkat elevasi kesesuaian lahan untuk tanaman kakao diperlihatkan pada Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel berada di rentang elevasi paling rendah (129,70 m dpl) pada koordinat 7° 52' 48,3" LS dan 110° 31' 58,2" BT (Plosokerep, Bunder), hingga rentang elevasi paling tinggi (657,90 m dpl) pada koordinat 7° 50' 26,1" LS dan 110° 33' 11,1" BT (Kampung Pitu, Nglegi).

Pengumpulan Data, Identifikasi, dan Karakterisasi Mutu Fisik Kakao

Penelitian mencakup beberapa tahap, yaitu: (1) studi literatur tentang luas tanam dan produksi kakao di wilayah Kecamatan Patuk, Gunungkidul (berdasarkan data Badan Pusat Statistik D.I. Yogyakarta (2016; 2017) dan BPS Gunungkidul (2017); (2) identifikasi lokasi kebun untuk pengambilan sampel kakao; (3) pengumpulan dan preparasi sampel; dan (4) karakterisasi mutu fisik buah dan biji kakao.

Identifikasi lokasi kebun kakao di wilayah Kecamatan Patuk, Gunungkidul dilakukan menurut rentang elevasi, curah hujan tahunan, kemiringan, jenis tanah, dan koordinat. Hal ini didasarkan pada kriteria kesesuaian lahan tanaman kakao yang disampaikan oleh Direktorat Jenderal Perkebunan (2014).

Sampel buah kakao diambil secara acak dari lokasi perkebunan rakyat terpilih dengan kriteria kematangan sedang hingga penuh dan ditandai perubahan warna kuning atau oranye pada buah (*pods*) lebih dari 40%. Buah kakao dibawa ke laboratorium dalam kantong plastik jenis PP ukuran 3 kg dan tebal 8 mm secara terbuka serta ditandai kode label. Sampel buah kakao dihindarkan di atas alas plastik pada suhu ruang (22°C–26°C) selama 4 hari. Buah kakao dipecah menggunakan kayu untuk memisahkan biji dari kulit buah dan pulpnya. Biji kakao kemudian dikeringkan secara manual tanpa proses fermentasi terlebih dahulu dengan bantuan sinar matahari kurang lebih 7 jam per hari selama 7–10 hari.

Tabel 1. Koordinat dan elevasi lokasi pengambilan sampel kakao pada tiga rentang elevasi di wilayah Patuk, Gunungkidul
Table 1. Coordinates and elevation of cocoa sampling sites at three elevation ranges in Patuk, Gunungkidul Region

Klas rentang elevasi (m dpl)	Desa	Dusun	Koordinat (S)	Koordinat (E)
154,00–267,20	Nglanggeran	Karangsari	7° 51' 25,5" S – 7° 51' 36,9" S	110° 30' 33,2" E – 110° 30' 39,9" E
	Bunder	Plosokerep	7° 52' 12,1" S – 7° 52' 48,3" S	110° 32' 9,0" E – 110° 32' 27,0" E
	Putat	Gumawang	7° 51' 54,6" S – 7° 52' 17,3" S	110° 31' 51,9" E – 110° 32' 7,7" E
302,00–401,00	Ngoro-Oro	Salaran	7° 50' 11,0" S – 7° 50' 17,3" S	110° 31' 1,3" E – 110° 31' 25,6" E
		Soko	7° 50' 20,6" S – 7° 50' 25,3" S	110° 31' 0,7" E – 110° 31' 3,6" E
	Putat	Batur	7° 51' 26,5" S – 7° 51' 37,4" S	110° 32' 58,2" E – 110° 33' 7,2" E
	Nglanggeran	Doga	7° 50' 42,8" S – 7° 51' 22,1" S	110° 30' 58,3" E – 110° 32' 4,0" E
469,20–657,90	Nglegi	Padangan	7° 50' 41,5" S – 7° 51' 5,9" S	110° 33' 41,7" E – 110° 33' 50,1" E
		Geduro	7° 50' 52,7" S – 7° 50' 53,3" S	110° 33' 14,4" E – 110° 33' 16,3" E
		Kampung Pitu	7° 50' 25,3" S – 7° 50' 26,1" S	110° 33' 11,1" E – 110° 33' 11,4" E

Penentuan tipe dan mutu fisik kakao didasarkan pada sifat-sifat morfologi buah dan biji, mengacu kepada Engels, (1986); Dias, Barriga, Kageyama, & Almeida (2003); Bartley (2005); Bekele, Bekele, Butler, & Bidaisee (2006); Wood & Lass (2008); Saltini *et al.* (2013); Vázquez-Ovando, Molina-Freaner, Nuñez-Farfán, Betancur-Ancona, & Salvador-Figueroa (2015). Parameter mutu fisik buah kakao mencakup variable bobot, rasio panjang/lebar, jumlah biji, bobot segar biji, dan bobot segar per biji, sedangkan parameter mutu fisik biji kakao mencakup variable tebal, rasio panjang/lebar biji, bobot kering per biji, dan jumlah biji per 100 g.

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif dan analisis ragam satu arah (*one-way anova*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu dan produksi tanaman kakao selain ditentukan oleh kondisi lahan juga dipengaruhi oleh kondisi iklim setempat yang mencakup suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan curah hujan. Faktor iklim utama yang berperan dalam pembentukan mutu biji adalah curah hujan (Tjahjana *et al.*, 2014). Curah hujan memiliki korelasi nyata positif terhadap ketinggian tempat, semakin tinggi suatu tempat maka semakin tinggi curah hujan (Liyanda *et al.*, 2013). Rekaman kondisi iklim oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) D.I. Yogyakarta selama 2 tahun menunjukkan bahwa curah hujan pada tahun 2017 mengalami penurunan dari 3.127 mm/tahun menjadi 2.348 mm/tahun (tahun 2016). Kondisi curah hujan yang melebihi persyaratan kesesuaian untuk tanaman kakao pada tahun 2016 menyebabkan produksi kakao pada tahun tersebut mengalami penurunan. Tjahjana *et al.* (2014) juga menyampaikan bahwa curah hujan yang tinggi dapat menurunkan produksi kakao dikarenakan dua hal, yaitu: (1) penurunan intensitas matahari sehingga menghambat pembungaan dan (2) peningkatan kelembaban yang berdampak naiknya penyakit busuk buah kakao (BBK).

Faktor iklim lainnya yang berperan dalam pembentukan produksi dan mutu kakao adalah temperatur, kelembaban, dan intensitas cahaya matahari. Menurut Nurnasari & Djumali (2010), elevasi berbanding lurus dengan kelembaban dan berbanding terbalik dengan temperatur, yaitu semakin tinggi wilayah menyebabkan kelembaban semakin tinggi tetapi semakin rendah temperaturnya. Namun demikian, perbedaan temperatur suatu wilayah juga ditentukan oleh beberapa faktor lain, yaitu letak lintang, ketinggian tempat, jenis permukaan, kelembaban udara, tutupan

awan di angkasa, arus samudra, dan jarak dari laut (Kaladia, 2011). Hukum gradien geothermis juga menambahkan bahwa temperatur akan mengalami penurunan sebesar 0,60°C saat ada kenaikan tingkat elevasi sebesar 100 m dengan beberapa faktor pengikat seperti musim, waktu, dan kandungan uap air di udara. Laporan BMKG D.I. Yogyakarta menyebutkan bahwa rata-rata temperatur pada dua tahun (2016–2017) di wilayah penelitian tidak berbeda jauh, yaitu berkisar 25,63°C. Temperatur wilayah ini memenuhi syarat untuk pertumbuhan tanaman kakao. Wilayah yang berdekatan akan memiliki temperatur yang hampir sama, karena kedekatan garis lintangnya. Rerata kelembaban dan intensitas cahaya matahari di wilayah tersebut adalah 90,46% dan 17,09 watt/m²/bulan.

Pemeliharaan lahan dan tanaman yang baik juga ikut berperan dalam menghasilkan buah dan biji kakao berkualitas. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gu *et al.* (2013) yang menyebutkan bahwa genotipe, tanah, iklim, manajemen lahan, dan kondisi panen serta pascapanen (fermentasi, pengeringan, dan penyangraian) memberikan pengaruh penting pada karakteristik biji kakao. Pendapat Afoakwa (2012) *cited in* Vázquez-Ovando *et al.* (2015) juga menyebutkan bahwa faktor yang memengaruhi kualitas biji kakao adalah kondisi lingkungan dimana tanaman tersebut tumbuh, serta proses sebelum dan sesudah panen. Perkebunan rakyat di setiap lokasi pengambilan sampel menerapkan teknik budi daya tanaman kakao yang berbeda-beda. Namun, secara umum dapat dikelompokkan menurut rentang elevasinya, bahwa rata-rata perkebunan pada elevasi rendah (154,00–267,20 m dpl) telah melakukan teknik budi daya yang baik seperti pemangkasan (bentuk, pemeliharaan, dan produksi), pemupukan (kimia dan organik sesuai takaran), penanganan hama penyakit, penyerbukan buatan, dan rehabilitasi tanaman dewasa (sambung pucuk dan sambung samping). Pada rentang elevasi medium (302,00–401,00 m dpl) dan elevasi tinggi (469,20–657,90 m dpl), teknik budi daya kakao yang baik belum diterapkan secara tepat dan menyeluruh. Hal ini dikarenakan jauhnya jarak sumber informasi, frekuensi pendampingan, ketersediaan fasilitas sarana produksi, dan kesadaran petani kurang.

Performa Jenis Kakao pada Tiga Rentang Elevasi

Hasil observasi menunjukkan bahwa pada rentang elevasi 154,00–267,20 m dpl lebih didominasi oleh jenis kakao *Trinitario* sebanyak 51,22%, sedangkan dua rentang elevasi di atasnya (di atas 302,00 m dpl) lebih banyak ditanami jenis kakao *Forastero* (Gambar 1). Jenis kakao *Forastero* mendominasi lebih dari 50% dari total keseluruhan tanaman kakao yang ada di Patuk,

Gunungkidul, sedangkan peringkat kedua terbanyak adalah *Trinitario* ($\pm 30\%$), diikuti *Criollo* ($\pm 20\%$).

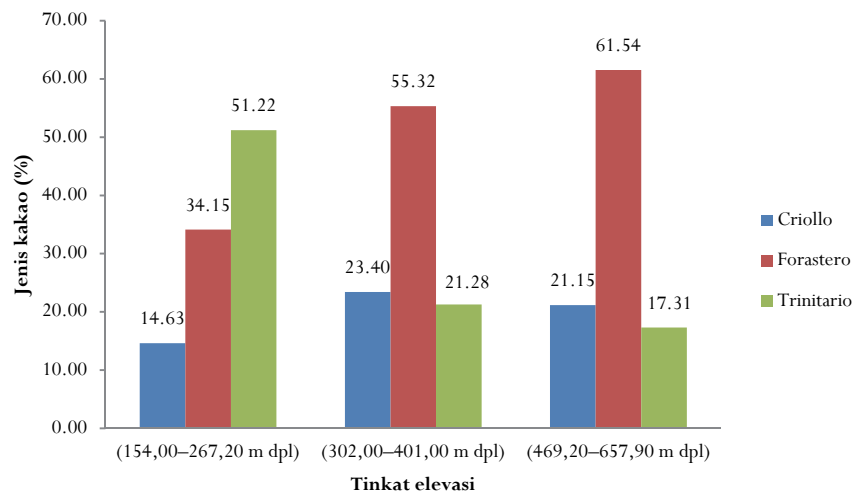
Performa Mutu Fisik Buah Kakao pada Tiga Rentang Elevasi

Hasil analisis mutu fisik buah kakao berdasarkan rentang elevasi dikelompokkan terlebih dahulu menurut jenis kakaonya untuk meminimalkan terjadinya unsur bias karena karakteristik masing-masing jenis kakao yang berbeda-beda.

a. Mutu fisik buah kakao jenis *Criollo*

Criollo sebagai jenis kakao mulia yang ketersediaannya sangat sedikit dan tersebar di wilayah Patuk, Gunungkidul dari mulai rentang elevasi rendah hingga tinggi memiliki beberapa karakteristik yang berbeda. Hasil pengamatan seperti yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa untuk ukuran bobot buah,

jenis kakao *Criollo* tidak berbeda nyata pada seluruh rentang elevasi. Variabel bobot segar biji, bobot segar per biji, dan jumlah biji, kakao *Criollo* di rentang elevasi 469,20–657,90 m dpl memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan yang berada di rentang elevasi 154,00–267,20 m dpl maupun 302,00–401,00 m dpl. Kenaikan bobot bijinya mencapai 31,94% dari biji kakao di rentang elevasi bawah. Hal ini selaras dengan pernyataan Liyanda *et al.* (2013) dan Alam *et al.* (2010) bahwa tanaman kakao rentan terhadap tingkat elevasi. Pada rentang elevasi 469,20–657,90 m dpl terbentuk suhu yang secara optimal mendukung proses metabolisme biji sehingga dihasilkan bobot biji kakao yang lebih berat. Kriteria kesesuaian lahan tanaman kakao menunjukkan bahwa rentang elevasi 469,20–657,90 m dpl masuk dalam rentang elevasi dengan kelas “sangat sesuai” (S1) untuk kakao jenis mulia (*Criollo*) (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2014).



Gambar 1. Sebaran tiga tipe kakao yang dikembangkan pada tiga rentang elevasi di wilayah Patuk, Gunungkidul
Figure 1. Distributions of three cacao type growned at three elevation ranges in Patuk, Gunungkidul Region

Tabel 2. Mutu fisik buah kakao jenis *Criollo* pada tiga rentang elevasi di wilayah Patuk, Gunungkidul
Table 2. The physical quality of *Criollo* cocoa fruit at three elevation ranges int Patuk, Gunungkidul Region

Rentang elevasi (m dpl)	Bobot buah (g)	Rasio p/1 buah	Bobot segar biji (g)	Jumlah biji	Bobot segar per biji (g)
154,00–267,20	758,33 a	2,71 b	129,50 a	42,50 ab	3,04 a
302,00–401,00	671,55 a	2,23 a	105,64 a	37,27 a	2,83 a
469,20–657,90	934,55 a	2,26 a	195,45 b	46,55 b	4,29 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak beda nyata dengan uji Tukey pada taraf 5%
Note :The numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different according to Tukey test at 5% level

Tabel 3. Mutu fisik buah kakao jenis *Forastero* pada tiga rentang elevasi di wilayah Patuk, Gunungkidul
Table 3. The physical quality of *Forastero* cocoa fruit at three elevation ranges in Patuk, Gunungkidul Region

Rentang elevasi (m dpl)	Bobot buah (g)	Rasio p/1 buah	Bobot segar biji (g)	Jumlah biji	Bobot segar per biji (g)
154,00–267,20	509,07 a	1,88 a	101,50 a	41,29 a	2,48 a
302,00–401,00	585,57 a	1,97 a	110,37 a	41,89 a	2,62 a
469,20–657,90	558,84 a	1,87 a	116,94 b	37,38 a	3,15 b

Keterangan:Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak beda nyata dengan uji Tukey pada taraf 5%
Note :The numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different according to Tukey test at 5% level

Tabel 4. Mutu fisik buah kakao jenis *Trinitario* pada tiga rentang elevasi di wilayah Patuk, Gunungkidul
Table 4. The physical quality of *Trinitario* cocoa fruit at three elevation ranges in Patuk, Gunungkidul Region

Rentang elevasi (m dpl)	Bobot buah (g)	Rasio p/1 buah	Bobot segar biji (g)	Jumlah biji	Bobot segar per biji (g)
154,00–267,20	579,00 a	2,51 a	105,33 a	40,10 a	2,67 a
302,00–401,00	580,50 a	2,08 a	110,40 a	41,90 a	2,65 a
469,20–657,90	588,78 a	2,51 a	122,22 a	36,67 a	3,40 b

Keterangan:Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak beda nyata dengan uji Tukey pada taraf 5%
Note :The numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different according to Tukey test at 5% level

b. Mutu fisik buah kakao jenis *Forastero*

Hasil pengamatan menunjukkan jenis kakao *Forastero* pada rentang elevasi tinggi (469,20–657,90 m dpl) memberikan bobot biji basah yang lebih besar dibandingkan dengan tingkat elevasi bawah (154,00–267,20 dan 302,00–401,00 m dpl). Kenaikan bobotnya mencapai kurang lebih 19,05% dari bobot biji di tingkat elevasi bawah (Tabel 3). Kenaikan bobot biji kakao *Forastero* pada rentang elevasi 469,20–657,90 m dpl dikarenakan kesesuaian suhu yang mendukung metabolisme biji. Namun demikian, kenaikan bobotnya hampir 50% lebih rendah daripada biji kakao *Criollo* (mulia) karena rentang elevasi 469,20–657,90 m dpl kurang sesuai untuk kakao jenis *Forastero*. Tingkat elevasi tersebut masuk kelas “sesuai marginal” (S3) dalam kriteria kesesuaian lahan tanaman kakao, yang berarti elevasi tersebut memiliki faktor pembatas serius sehingga memerlukan perbaikan yang lebih banyak (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2014).

c. Mutu fisik buah kakao jenis *Trinitario*

Buah kakao *Trinitario* mengalami kenaikan bobot biji basah pada rentang elevasi 469,20–657,90 m dpl sekitar 21,77% (Tabel 4), seperti halnya dengan buah kakao jenis *Criollo* dan *Forastero*. Hasil analisis dari

ketiga sampel buah kakao dapat dinyatakan bahwa bobot segar biji setiap jenis kakao pada rentang elevasi 469,20–657,90 m dpl cenderung meningkat dibandingkan elevasi di bawahnya, dengan kadar peningkatan yang berbeda-beda. Kakao jenis *Criollo* meningkat sebesar $\pm 31,94\%$, diikuti jenis *Trinitario* ($\pm 21,77\%$), dan *Forastero* ($\pm 19,05\%$).

Performa Mutu Fisik Biji Kakao pada Tiga Rentang Elevasi

Pengamatan mutu fisik biji kakao dari tiga rentang elevasi ini dilakukan tanpa didahului adanya proses fermentasi. Biji kakao dibedakan menurut jenisnya (*Criollo*, *Forastero*, dan *Trinitario*), yang ditandai dengan adanya perbedaan warna kotiledon dan bentuk biji. Jenis *Forastero* memiliki warna kotiledon ungu sebagai ciri khas senyawa antosianin dan berbentuk lonjong pipih, sedangkan kotiledon jenis *Criollo* berwarna putih dengan bentuk biji bulat besar, dan jenis *Trinitario* merupakan turunan dari *Forastero* dan *Criollo* (Martono, 2014). Pengamatan juga dilakukan terhadap rasio panjang-lebar biji, tebal biji, bobot kering per biji, dan jumlah biji per 100 g.

Hasil eksplorasi mutu biji kakao pada tiga rentang elevasi disajikan pada Tabel 5, 6, dan 7.

Hasilnya menunjukkan variabel bobot biji kakao sangat dipengaruhi oleh tingkat elevasi tempat tumbuh dan temperatur. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Alam *et al.*, 2010) yang menyebutkan bahwa bobot buah, rendemen biji kering, dan jumlah biji per 100 g tertinggi dihasilkan dari tempat tumbuh kakao yang berada pada rentang elevasi $400 \leq x \leq 800$ m dpl dengan suhu berkisar antara $24,16^{\circ}\text{C}$ – $26,55^{\circ}\text{C}$. Liyanda *et al.* (2013) juga menyebutkan dalam penelitiannya bahwa produksi dan kadar lemak kakao salah satunya ditentukan oleh ketinggian tempat tumbuh tanaman. Hasil eksplorasi juga selaras dengan pernyataan (Karmawati *et al.*, 2010) yang menyebutkan bahwa suhu tinggi pada rentang elevasi rendah selama kurun waktu yang panjang berpengaruh terhadap bobot biji menjadi lebih ringan. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman kakao sangat sensitif terhadap kenaikan tingkat elevasi, yang berdampak pada turunnya tingkat produksi.

a. Mutu fisik biji kakao jenis *Criollo*

Pada pengamatan mutu fisik biji kakao jenis *Criollo* diperoleh hasil bahwa bobot kering per 1 biji meningkat pada rentang elevasi 469,20–657,90 m dpl, sehingga menyebabkan jumlah biji per 100 g menjadi sedikit. Semakin berat bobot 1 biji kakao kering, semakin sedikit pula jumlah biji kakao yang diperlukan untuk menimbang 100 g biji kakao dan sebaliknya.

Bobot biji kakao *Criollo* pada rentang elevasi 469,20–657,90 m dpl meningkat sebesar 33,41% dari bobot biji kakao pada rentang elevasi di bawahnya. Peningkatan ini dikarenakan temperatur pada tingkat elevasi 469,20–657,90 m dpl mampu mengoptimalkan metabolisme biji kakao (Alam *et al.*, 2010). Tabel 5 menunjukkan bahwa variabel mutu jumlah biji per 100 g di tiga rentang elevasi untuk kakao jenis *Criollo* asal Patuk, Gunungkidul dapat memenuhi standar kelas mutu teratas, yaitu AA (≤ 85 biji/100 g).

b. Mutu fisik biji kakao jenis *Forastero*

Pengamatan mutu fisik pada biji kakao jenis *Forastero* menunjukkan bahwa terdapat beda nyata untuk semua parameter mutu (tebal, rasio panjang/lebar, bobot kering per 1 biji, dan jumlah biji per 100 g) di rentang elevasi 469,20–657,90 m dpl dengan kenaikan bobot biji sebesar 20,65%. Jumlah biji kakao dalam 100 g berbanding terbalik dengan bobot kering per 1 biji. Variabel jumlah biji per 100 g menunjukkan biji kakao dari rentang elevasi 154,00–267,20 m dpl dan rentang elevasi 469,20–657,90 m dpl memenuhi standar kelas mutu AA (≤ 85), sedangkan biji kakao dari rentang elevasi 302,00–401,00 m dpl masuk dalam kelas mutu A (86–100 biji/100 g).

Tabel 5. Mutu fisik biji kakao jenis *Criollo* pada tiga rentang elevasi di wilayah Patuk, Gunungkidul
Table 5. The physical quality of *Criollo* cocoa beans at three elevation ranges in Patuk, Gunungkidul Region

Rentang elevasi (m dpl)	Tebal biji (mm)	Rasio p/l biji	Bobot kering per 1 biji (g)	Jumlah biji/ 100 g
154,00–267,20	0,91 a	1,75 a	1,50 a	70,93 b
302,00–401,00	0,87 a	1,81 a	1,35 a	75,84 b
469,20–657,90	0,96 a	1,81 a	2,14 b	48,72 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak beda nyata dengan uji Tukey pada taraf 5%
Note : The numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different according to Tukey test at 5% level

Tabel 6. Mutu fisik biji kakao jenis *Forastero* pada tiga rentang elevasi di wilayah Patuk, Gunungkidul
Table 6. The physical quality of *Forastero* cocoa beans at three elevation ranges in Patuk, Gunungkidul Region

Rentang elevasi (m dpl)	Tebal biji (mm)	Rasio p/l biji	Bobot kering per 1 biji (g)	Jumlah biji/ 100 g
154,00–267,20	0,76 a	1,67 a	1,28 a	80,79 b
302,00–401,00	0,76 a	1,68 a	1,18 a	88,78 b
469,20–657,90	0,84 b	1,81 b	1,55 b	67,34 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak beda nyata dengan uji Tukey pada taraf 5%
Note : The numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different according to Tukey test at 5% level

Tabel 7. Mutu fisik biji kakao jenis *Trinitario* pada tiga rentang elevasi di wilayah Patuk, Gunungkidul
Table 7. The physical quality of the *Trinitario* cocoa beans at three elevation ranges in Patuk, Gunungkidul Region

Rentang elevasi (m dpl)	Tebal biji (mm)	Rasio p/l biji	Bobot kering per 1 biji (g)	Jumlah biji / 100 g
154,00–267,20	0,81 a	1,76 a	1,33 a	80,71 a
302,00–401,00	0,79 a	1,77 a	1,20 a	87,19 a
469,20–657,90	0,92 b	1,68 a	1,54 a	73,97 a

Keterangan:Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak beda nyata dengan uji Tukey pada taraf 5%
Note :The numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different according to Tukey test at 5% level

c. Mutu fisik biji kakao jenis *Trinitario*

Mutu fisik biji kakao jenis *Trinitario* berbeda nyata untuk variabel mutu ketebalan biji pada tingkat elevasi 469,20–657,90 m dpl. Bentuk biji yang dihasilkan dari tingkat elevasi ini lebih bulat, *gilig*, dan pendek (dilihat dari nilai rasio panjang/lebarnya yang paling kecil dan bobot kering per 1 biji yang paling tinggi) sehingga dapat disimpulkan bahwa biji kakao *Trinitario* pada rentang elevasi 469,20–657,90 m dpl sangat tebal. Variabel mutu jumlah biji per 100 g menunjukkan bahwa biji kakao *Trinitario* asal rentang elevasi 154,00–267,20 dan 469,20–657,90 m dpl dapat mencapai standar kelas mutu AA (≤ 85), sedangkan yang berasal dari elevasi 302,00–401,00 m dpl memenuhi kelas mutu A (Tabel 7).

KESIMPULAN

Kakao di wilayah Patuk, Gunungkidul, Yogyakarta, pada tiga rentang elevasi (154,00–267,20; 302,00–401,00; dan 469,20–657,90 m dpl) didominasi oleh jenis *Forastero* (>50%), diikuti oleh *Trinitario* ($\pm 30\%$), dan *Criollo* ($\pm 20\%$). Kakao jenis *Criollo*, *Forastero*, dan *Trinitario* pada elevasi 469,20–657,90 m dpl memiliki bobot segar per biji lebih tinggi daripada rentang elevasi di bawahnya (terjadi kenaikan 19,05%–31,94%). Kakao jenis *Forastero* pada elevasi yang lebih tinggi (469,20–657,90 m dpl) nyata memiliki mutu fisik biji lebih baik dibandingkan dengan rentang elevasi di bawahnya, sedangkan jenis *Criollo* nyata lebih baik pada bobot kering/biji dan jumlah biji/100 g, dan jenis *Trinitario* hanya nyata pada ketebalan biji. Berdasarkan pada karakter jumlah biji per 100 g, kakao jenis *Criollo* pada ketiga rentang elevasi masuk ke dalam kategori mutu AA (< 85 biji/100 g), demikian juga halnya dengan jenis *Forastero* dan *Trinitario* pada elevasi 154,00–267,20 dan 469,20–657,90 m dpl, sedangkan pada elevasi 302,00–401,00 m dpl masuk ke dalam kategori A (86–100 biji/100 g).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Edi Suparjono sebagai ketua kelompok tani Ngudi Raharjo Dusun Ploso Kerep dan Bapak Supomo sebagai ketua kelompok tani Ngudi Makmur Dusun Salaran Kecamatan Patuk Gunungkidul, D.I. Yogyakarta yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan baik dan lancar. Penelitian ini didanai oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian sebagai bantuan biaya penelitian bagi petugas belajar, tahun anggaran 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, N., Saleh, M. S., & Hutomo, G. S. (2010). Karakteristik buah kakao yang dipanen pada berbagai ketinggian tempat tumbuh dan kelas kematangan. *J. Agroland*, 17(2), 123–130.
- Arief, R. W., & Asnawi, R. (2011). Karakterisasi sifat fisik dan kimia beberapa jenis biji kakao lindak di Lampung. *Buletin RISTRI*, 2(3), 325–330.
- Bartley, B. G. D. (2005). *The genetic diversity of cacao and its utilization*. (B. G. D. Bartley, Ed.). Wallingford: CABI.
<http://doi.org/10.1079/9780851996196.0000>
- Bekele, F. L., Bekele, I., Butler, D. R., & Bidaisee, G. G. (2006). Patterns of morphological variation in a sample of cacao (*Theobroma Cacao* L.) germplasm from the international cocoa genebank, Trinidad. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 53(5), 933–948.
<http://doi.org/10.1007/s10722-004-6692-x>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Gunungkidul. (2017). *Kecamatan Patuk dalam angka 2017*. BPS Kabupaten Gunungkidul.

- Badan Pusat Statistik Provinsi D.I. Yogyakarta. (2016). *Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dalam angka 2016*. Yogyakarta: BPS Provinsi D.I. Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Provinsi D.I. Yogyakarta. (2017). *Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dalam angka 2017*. BPS Provinsi D.I. Yogyakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI biji kakao 2323*. Retrieved from <https://id.scribd.com/document/355118717/SNI-Biji-Kakao-2323-2008-Amd1-2010-pdf>
- Dias, L. A. dos S., Barriga, J. P., Kageyama, P. Y., & Almeida, C. M. V. C. de. (2003). Variation and its distribution in wild cacao populations from the Brazilian Amazon. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(4), 507–514. doi.org/10.1590/S1516-89132003000400003
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2014). *Pedoman teknis budi daya kakao yang baik*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2015). *Statistik perkebunan Indonesia 2014-2016: Kakao*. Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian.
- Engels, J. M. M. (1986). *The systematic description of cacao clones and its significance for taxonomy and plant breeding*. Landbouwwuniversiteit te Wageningen.
- Gu, F., Tan, L., Wu, H., Fang, Y., Xu, F., Chu, Z., & Wang, Q. (2013). Comparison of cocoa beans from China, Indonesia and Papua New Guinea. *Foods*, 2(2), 183–197. <http://doi.org/10.3390/foods2020183>
- Hatmi, R., Suharno, Hanafi, H., Sukar, Sarjiman, Buadiarti, S. W., ... Mustafa, M. (2012). Laporan akhir tahun pengkajian teknologi spesifikasi lokasi: Perbaikan kualitas biji kakao dan meningkatkan nilai tambah kakao melalui produk olahan. Balai Penelitian Teknologi Pertanian Yogyakarta.
- Kaladia, S. (2011). Atmosfer. Retrieved from <https://belajargeodenganhendri.wordpress.com/2011/04/12/atmosfer-2/>
- Karmawati, E., Mahmud, Z., Syakir, M., Munarso, J., Ardana, I. K., & Rubiyo. (2010). *Budidaya dan pascapanen kakao*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Kurniawati, D. (2015). Karakteristik fisik dan kimia biji kakao kering hasil perkebunan rakyat di Kabupaten Gunungkidul, Jogjakarta (Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember). Retrieved from <http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/66714/Dwi%20Kurniawati%20-%20091710101024.pdf?sequence=1>
- Kusumadati, S. W., Sutardi, & Kartika, B. (2002). Kajian penggunaan berbagai metode pengeringan dan jenis mutu biji kakao lindak terhadap sifat-sifat kimia bubuk kakao. *Gama Sains*, 4(2), 102–111.
- Liyanda, M., Karim, A., & Abubakar, Y. (2013). Analisis kriteria kesesuaian lahan terhadap produksi kakao pada tiga klaster pengembangan di Kabupaten Pidie. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*, 2(3), 270–284.
- Martono, B. (2014). Morphological haracteristics and germplasm activities in cacao. In Rubiyo, R. Harni, B. Martono, E. Wardiana, N. K. Izzah, & A. M. Hasibuan (Eds.), *Bunga rampai: Inovasi teknologi bioindustri kakao* (pp. 15–28). Jakarta: IAARD Press.
- Minifie, B. W. (1989). *Chocolate, cocoa, and confectionery: Science and technology*. Aspen Publishers.
- Nurnasari, E., & Djumali. (2010). Pengaruh kondisi ketinggian tempat terhadap produksi dan mutu tembakau Temanggung. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 2(2), 45–59. <http://doi.org/10.21082/bultas.v2n2.2010.45-59>
- Pohlan, H. A. J., & Pérez, V. D. (2010). Growth and production of cacao. Retrieved from <http://www.eolss.net/Eolss-sampleAllChapter.aspx>
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. (2016). *Outlook komoditi kakao*. (L. Nuryati & A. Yasin, Eds.). Jakarta: Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Rubiyo, & Siswanto. (2012). Peningkatan produksi dan pengembangan kakao (*Theobroma cacao* L.) di Indonesia. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 3(1), 33–48. doi.org/10.21082/jtidp.v3n1.2012.p33-48
- Saltini, R., Akkerman, R., & Frosch, S. (2013). Optimizing chocolate production through traceability: A review of the influence of farming practices on cocoa bean quality. *Food Control*, 29(1), 167–187. doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2012.05.054

- Tjahjana, B. E., Supriadi, H., & Rokhmah, D. N. (2014). Pengaruh lingkungan terhadap produksi dan mutu kakao. In Rubiyo, R. Harni, B. Martono, E. Wardiana, N. K. Izzah, & A. M. Hasibuan (Eds.), *Bunga rampai: Inovasi teknologi bioindustri kakao* (pp. 69–78). Jakarta: IAARD Press.
- Tresniawati, C., Yuniyati, N., & Randriani, E. (2014). Peran marka molekuler dalam perbaikan genetik tanaman kakao. In Rubiyo, R. Harni, B. Martono, E. Wardiana, N. K. Izzah, & A. M. Hasibuan (Eds.), *Bunga rampai: Inovasi teknologi bioindustri kakao* (pp. 39–46). Jakarta: IAARD Press.
- Vázquez-Ovando, A., Molina-Freaner, F., Nuñez-Farfán, J., Betancur-Ancona, D., & Salvador-Figueroa, M. (2015). Classification of cacao beans (*Theobroma cacao* L.) of southern Mexico based on chemometric analysis with multivariate approach. *European Food Research and Technology*, 240(6), 1117–1128. <http://doi.org/10.1007/s00217-015-2415-0>
- Wood, G. A., & Lass, R. A. (2008). *Cocoa* (Fourth). Oxford, UK: Blackwell Science Ltd. <http://doi.org/10.1002/9780470698983>

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 5, Nomor 1, Maret 2018

**ATRIBUT MUTU EMPAT KULTIVAR KOPI ARABIKA PADA KETINGGIAN
TEMPAT TUMBUH DAN METODE PENGOLAHAN YANG BERBEDA**

***QUALITY ATTRIBUTES OF FOUR ARABICA COFFEE CULTIVARS AT DIFFERENT ALTITUDES
AND PROCESSING METHODS***

* Enny Randriani, Dani, dan Edi Wardiana

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia
* *enny.1215@gmail.com*

(Tanggal diterima: 14 Desember 2017, direvisi: 01 Januari 2018, disetujui terbit: 31 Maret 2018)

ABSTRAK

Mutu seduhan kopi Arabika, selain dipengaruhi oleh kultivar, juga dipengaruhi oleh ketinggian tempat tumbuh dan teknik pengolahan biji. Namun demikian, pengaruh interaksi antara ketiga faktor tersebut belum banyak dilaporkan. Tujuan penelitian adalah menganalisis atribut mutu citarasa empat kultivar kopi Arabika pada ketinggian tempat tumbuh dan metode pengolahan yang berbeda. Penelitian dilaksanakan di Kampung Legok Gede dengan ketinggian 1.400 m dpl (di atas permukaan laut) dan Pasir Geulis (1.700 m dpl), Desa Margamulya, Kecamatan Cikajang, Kabupaten Garut, Jawa Barat; Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi; dan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember, mulai bulan April sampai November 2017. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap faktorial 3 faktor dengan 2 ulangan. Faktor pertama adalah kultivar (AGK-1, Sigarar Utang, S795, dan Buhun), faktor kedua ketinggian tempat (1.400 dan 1.700 m dpl), dan faktor ketiga metode pengolahan (basah, kering-*honey*, dan kering-*natural*). Di samping itu, dilakukan juga analisis korelasi dan analisis lintasan. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh interaksi yang nyata antara ketiga faktor yang diuji terhadap atribut *aftertaste* dan *body*. Faktor kultivar berpengaruh nyata terhadap skor total, atribut *balance*, dan *overall*. Ketinggian tempat nyata berpengaruh terhadap skor total dan atribut *flavor*, sedangkan metode pengolahan nyata berpengaruh terhadap skor total, atribut *aroma*, dan *flavor*. Seluruh atribut mutu kopi berkorelasi sangat nyata dengan skor total, tetapi atribut *overall* memiliki pengaruh langsung yang paling kuat.

Kata kunci: Atribut mutu, ketinggian tempat tumbuh, kopi Arabika, kultivar, pengolahan

ABSTRACT

The cup quality of Arabica coffee is influenced not only by its cultivar, but also the altitudes and bean processing techniques. However, the interaction between those three factors has not been widely reported. The research aimed to analyze the quality attributes of four Arabica coffee cultivars grown at different altitudes as well as processed by different methods. The study was conducted at coffee plantations in Kampung Legok Gede at 1,400 m above sea level (asl) and Pasir Geulis at 1,700 m asl, Margamulya Village, Cikajang District, Garut Regency; Indonesian Industrial and Beverages Crop Research Institute (Balittri), Sukabumi; and Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute, Jember, from April until November 2017. Data were analyzed by anova of completely randomized design in factorial three factors and two replications. The first factor is cultivars, the second factor is altitude, and the third factor is processing method. Correlation and path analysis were also used in this study. The result showed significant interaction between three tested treatments on aftertaste and body attributes. The cultivars factor significantly influenced the total score, balance, and overall attributes. The altitudes factor has significant effect on total score and flavor attribute, meanwhile processing methods exhibited significant effect on total score, aroma, and flavor attributes. All of the coffee quality attributes highly correlated with the total score, whereas the overall attribute has the strongest direct effect.

Keywords: Altitude, Arabica coffee, cultivar, processing, quality attribute

PENDAHULUAN

Penelitian pengaruh perbedaan faktor genetik (perbedaan kultivar) dan faktor lingkungan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kopi telah banyak dilakukan. Hasilnya menunjukkan bahwa faktor genetik dan sebagian faktor lingkungan tumbuh, seperti ketinggian tempat tumbuh, baik dalam bentuk faktor tunggal maupun interaksinya, merupakan faktor yang berpengaruh nyata terhadap produksi, mutu fisik dan kimia biji, serta mutu seduhan kopi (DaMatta, Ronchi, Maestri, & Barros, 2007; Kathurima, Gichimu, Kenji, Muhoho, & Boulanger, 2009; Barbosa *et al.*, 2012; Sualeh, Endris, & Mohammed, 2014; Towaha, Aunillah, Purwanto, & Supriadi, 2014; Randriani & Wardiana, 2015; Towaha, Purwanto, & Supriadi, 2015; Ferreira, Queiroz, Silvac, Tomaz, & Corrêa, 2016; Toledo, Pezza, Pezza, & Toci, 2016; Bote & Jan, 2017).

Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) merupakan jenis kopi yang banyak diminati oleh konsumen, karena salah satunya memiliki keunggulan dalam hal citarasa (*taste*) bila dibandingkan dengan kopi Robusta (*Coffea canephora* var. *robusta*). Citarasa kopi terbaik dihasilkan dari perkebunan kopi Arabika di dataran tinggi (Toledo *et al.*, 2016). Mutu fisik biji kopi (densitas dan rendemen) juga lebih baik apabila ditanam pada ketinggian tempat di atas 1.000 m di atas permukaan laut (dpl) (Nugroho, Basunanda, & Suyadi, 2016). Oleh karena itu, sebagian besar perkebunan kopi Arabika banyak ditemukan di daerah dataran tinggi, seperti kawasan pegunungan Papandayan dan Cikuray di Kabupaten Garut, Jawa Barat. Kultivar kopi Arabika yang banyak ditanam di daerah tersebut adalah Sigarar Utang, S795, *Catimor*/*Catuai*, dan *Typica* (kopi Buhun). Hasil pengujian menunjukkan beberapa kultivar kopi Arabika tersebut memiliki mutu citarasa dengan kategori spesialti (skor total >80) (Randriani, Dani, & Wardiana, 2014).

Penilaian terhadap mutu kopi tidak sederhana, tetapi sangat kompleks dan banyak faktor yang akan memengaruhinya, mulai dari tingkat *on-farm* sampai *off-farm* (Leroy *et al.*, 2006; Belay, Mideksa, Gebrezgabher, & Seifu, 2016). Di samping karena perbedaan faktor genetik (kultivar) dan ketinggian tempat seperti yang telah dikemukakan di atas, mutu kopi dipengaruhi juga oleh metode pengolahan menjadi biji beras (*green bean*). Oleh karena itu, proses interaksi dari ketiga faktor tersebut terhadap atribut mutu kopi menjadi lebih kompleks. Penelitian interaksi dari ketiga faktor tersebut masih relatif terbatas, karena umumnya menggunakan paling banyak dua faktor. Penelitian bertujuan menganalisis atribut mutu citarasa empat

kultivar kopi Arabika yang ditanam pada ketinggian tempat tumbuh dan metode pengolahan yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kampung Legok Gede (1.400 m dpl) dan Pasir Geulis (1.700 m dpl), Desa Margamulya, Kecamatan Cikajang, Kabupaten Garut, Jawa Barat; Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi; dan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember mulai bulan April sampai November 2017. Perkebunan kopi Arabika di Kampung Legok Gede dan Pasir Geulis tersebut dikembangkan oleh masyarakat di lahan-lahan milik Perum Perhutani melalui pola pemberdayaan hutan bersama masyarakat (PHBM), dengan jenis tanah Andosol dan tipe iklim basah.

Kultivar yang Digunakan

Bahan genetik yang digunakan adalah kultivar AGK-1 (Arabika Garut Kuning-1), Sigarar Utang, S795, dan Buhun. Kultivar AGK-1 merupakan satu-satunya kultivar kopi Arabika yang berbuah kuning pada saat sudah matang, dan diduga merupakan keturunan kultivar *Caturra* atau *Catuai* yang berasal dari Brasil dengan tipe pertumbuhan katai (*dwarf*). Kultivar Buhun diduga merupakan kultivar kopi Arabika *Typica* yang telah dikembangkan di daerah Priangan, Jawa Barat, sejak masa kolonial Belanda (Izzah, Randriani, & Dani, 2015). Kultivar Sigarar Utang merupakan varietas unggul kopi Arabika yang berasal dari wilayah Sumatera Utara, sedangkan S795 merupakan varietas unggul hasil introduksi dari India (Baon, 2011).

Proses Pengolahan Biji

Pengolahan biji dari keempat kultivar dilakukan di lokasi penelitian (Desa Margamulya) sampai tahap biji gabah (*hull skin*) dan dilanjutkan di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi, sampai tahapan biji beras. Metode pengolahan biji dilakukan dengan 3 cara yang berbeda, yaitu pengolahan basah (*fullwashed*), pengolahan kering-*honey*, dan pengolahan kering-*natural* (Sherfey, 2016; Turp, 2016).

Metode pengolahan basah dilakukan dengan cara buah kopi hasil panen dikupas secara mekanis menggunakan mesin *pulper* untuk memisahkan kulit buah dari bijinya, kemudian difermentasi selama 24 jam, setelah itu dicuci sampai bersih dan langsung dijemur di bawah sinar matahari. Pengolahan kering-*honey* dilakukan dengan cara buah kopi hasil panen dikupas secara mekanis menggunakan mesin *pulper* untuk memisahkan kulit buah dari bijinya. Biji yang

sudah terkupas kemudian dijemur langsung di bawah sinar matahari. Sedangkan pengolahan kering-*natural*, buah kopi hasil panen langsung dijemur di bawah sinar matahari, hingga kadar airnya mencapai $\pm 12\%$. Biji kering yang masih berkulit tanduk dikupas secara manual menggunakan alat tumbuk yang terbuat dari kayu. Biji beras hasil dari ketiga metode pengolahan tersebut kemudian disortasi untuk memisahkan biji yang pecah, bolong, tidak utuh, hitam, dan hampa.

Pengujian Mutu Seduhan Kopi dan Analisis Data

Biji kopi beras yang diproses menjadi kopi bubuk sebanyak 500 g untuk masing-masing perlakuan (kultivar, metode pengolahan, dan ketinggian tempat). Seluruh proses pengolahan menjadi kopi bubuk serta pengujian mutu kopi seduhan dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (PPKKI), Jember, Jawa Timur, mengikuti standar *Specialty Coffee Association of America* (*Specialty Coffee Association of America*, 2017). Penilaian mutu seduhan dilakukan oleh beberapa panelis ahli, dan atribut mutu yang diuji meliputi *aroma*, *flavor*, *body*, *acidity*, *aftertaste*, *sweetness*, *balance*, *clean cup*, *uniformity*, *defect*, dan *overall*, serta nilai skor totalnya (*Specialty Coffee Association of America*, 2015).

Data dianalisis mengikuti rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 3 faktor dengan 2 ulangan. Faktor pertama adalah 4 kultivar kopi Arabika (AGK-1, Sigarar Utang, S795, dan Buhun), faktor kedua adalah ketinggian tempat (1.400 dan 1.700 m dpl), dan faktor ketiga adalah metode pengolahan (basah, kering-*honey*, dan kering-*natural*). Data yang diperoleh dianalisis ragam, dan apabila hasilnya berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji beda rata-rata perlakuan dengan uji Tukey pada taraf 5%. Di samping itu, dilakukan juga analisis korelasi dan analisis lintasan (*path analysis*). Seluruh analisis data dilakukan dengan program Statistix versi 9.0 dan SPSS versi 21.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Kultivar, Ketinggian Tempat, dan Metode Pengolahan

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak ada pengaruh interaksi yang nyata terhadap seluruh atribut mutu, kecuali terhadap atribut *aftertaste* dan *body* serta skor total. Faktor perlakuan kultivar berpengaruh nyata terhadap atribut *acidity*, *balance*, *overall*, dan skor total. Faktor ketinggian tempat berpengaruh nyata terhadap atribut *aroma* dan skor total, sedangkan faktor metode

pengolahan berpengaruh nyata pada atribut *aroma*, *flavor*, dan skor total. Empat atribut mutu, yaitu *sweetness*, *clean cup*, *uniformity*, dan *defect* tidak bervariasi atau bernilai sama untuk semua perlakuan. Pengaruh interaksi ketiga faktor perlakuan yang diuji terhadap atribut *aftertaste* dan *body* (Gambar 1 dan 2). Secara umum, ketiga faktor perlakuan yang diuji menghasilkan nilai skor total 83,15–85,44 (Tabel 1), sehingga termasuk kategori *specialty*-sangat baik hingga istimewa (*Specialty Coffee Association of America*, 2015).

a. Pengaruh kultivar

Pengaruh perbedaan kultivar terhadap atribut *acidity* dan skor total memiliki pola yang sama. Kultivar AGK-1 tidak berbeda nyata dengan ketiga kultivar lainnya, sedangkan Sigarar Utang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan S795 dan Buhun. Sedangkan kultivar S795 dan Buhun untuk kedua atribut tersebut tidak terdapat perbedaan yang nyata. Pada dua atribut lainnya, yaitu *balance* dan *overall*, kultivar AGK-1 tidak berbeda nyata dengan Sigarar Utang dan S795, tetapi nyata lebih tinggi bila dibandingkan dengan Buhun. Kultivar Sigarar Utang tidak berbeda nyata dengan S795 pada atribut *balance* tetapi nyata lebih tinggi pada atribut *overall* sedangkan apabila dibandingkan dengan kultivar Buhun nyata lebih tinggi untuk kedua atribut tersebut. Antara kultivar S795 dan Buhun tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata pada kedua atribut tersebut.

Skor atribut *aroma* seduhan tidak berbeda nyata antar kultivar meskipun karakternya bervariasi. Hasil pengujian menunjukkan empat kultivar kopi Arabika secara umum memiliki profil *aroma* *spicy* dan *caramelly*. Namun demikian, karakter *floral* dan *brown sugar* hanya ditemukan pada kultivar AGK-1 dan Sigarar Utang, sedangkan karakter *herbal* hanya ditemukan pada kultivar Sigarar Utang. Berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Randriani *et al.* (2014), tidak ditemukan karakter *aroma* *chocolaty* pada seduhan kultivar AGK-1. Karakter tersebut justru hanya muncul pada seduhan kultivar Buhun. Inkonsistensi tersebut menunjukkan bahwa karakter *aroma* lebih mudah berubah akibat pengaruh kondisi lingkungan tumbuh tanaman dibandingkan karakter *body* (Worku, Duchateau, & Boeckx, 2016). Di sisi lain, perbedaan karakter *aroma* antar kultivar tidak berbanding lurus dengan nilai kekerabatan genetiknya (Izzah *et al.*, 2015). Meskipun secara genetik kultivar Buhun merupakan anggota kelompok yang sama dengan AGK-1 dan Sigarar Utang, tetapi karakter *aroma* seduhannya justru lebih mirip dengan kultivar S795.

Tabel 1. Pengaruh kultivar, ketinggian tempat, dan metode pengolahan terhadap skor total dan beberapa atribut mutu kopi
Table 1. Effect of cultivar, altitude, and processing method on total score and several attributes of coffee quality

Faktor perlakuan	Aroma	Flavor	Acidity	Sweetness	Balance	Clean cup	Uniformity	Defect	Overall	Skor total
Kultivar :										
- AGK-1	7,98	7,89	7,76 ab	10,00	7,86 a	10,00	10,00	0,00	7,84 ab	84,86 ab
- Sigarar Utang	8,03	7,98	7,90 a	10,00	7,87 a	10,00	10,00	0,00	7,95 a	85,44 a
- S795	7,92	7,67	7,42 b	10,00	7,52 ab	10,00	10,00	0,00	7,50 bc	83,15 b
- Buhun	7,89	7,80	7,44 b	10,00	7,43 b	10,00	10,00	0,00	7,34 c	83,16 b
	tn	tn	-	tn	-	tn	tn	tn	-	-
Ketinggian tempat :										
- 1.400 m dpl	7,89	7,71 b	7,56	10,00	7,58	10,00	10,00	0,00	7,59	83,55 b
- 1.700 m dpl	8,02	7,95 a	7,70	10,00	7,76	10,00	10,00	0,00	7,72	84,75 a
	tn	-	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	-
Metode pengolahan :										
- Basah	8,02 ab	7,88 ab	7,61	10,00	7,71	10,00	10,00	0,00	7,69	84,40 ab
- Kering-honey	7,78 b	7,67 b	7,56	10,00	7,50	10,00	10,00	0,00	7,56	83,18 b
- Kering-natural	8,06 a	7,96 a	7,71	10,00	7,79	10,00	10,00	0,00	7,73	84,88 a
	-	-	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	-

Keterangan : Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama untuk setiap faktor perlakuan tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada taraf 5%; tn = tidak nyata

Notes : Numbers followed by the same letters in the same column for each treatment are not significantly different according to Tukey test at 5% level; tn = not significant

Adanya perbedaan dan atau persamaan antar keempat kultivar yang diuji dalam atribut *acidity*, *balance*, dan *overall*, serta nilai skor total merupakan hal yang wajar, mengingat setiap kultivar tentunya memiliki karakteristik spesifik yang dapat berbeda dalam aspek mutu serta tingkat penerimaannya oleh beragam konsumen. Dikemukakan bahwa ekspresi mutu kopi sangat dipengaruhi oleh beragam faktor yang saling berinteraksi antara satu dengan lainnya, dan faktor genetik memiliki peran yang cukup dominan (Pereira, Chalfoun, de Carvalho, & Savian, 2010; Cheng, Furtado, Smyth, & Henry, 2016; Tran, Lee, Furtado, Smyth, & Henry, 2016).

b. Pengaruh ketinggian tempat

Ketinggian tempat 1.700 m dpl nyata dapat meningkatkan atribut *flavor* dan skor total dibandingkan dengan 1.400 m dpl (Tabel 1). Hasil penelitian pada kopi Arabika varietas Bourbon menunjukkan bahwa semakin tinggi tempat tumbuh, akan semakin meningkat kandungan *trigonelline* (Barbosa *et al.*, 2012; Bertrand *et al.*, 2012; Figueiredo *et al.*, 2013). Hal yang sama terjadi juga pada jenis Robusta (Sridevi & Giridhar, 2013). *Trigonelline* merupakan salah satu alkaloid yang banyak menimbulkan senyawa *flavor* pada kopi, seperti *alkil-pyridines* dan *pyroles* (De Maria, Trugo, Moreira & Werneck 1994 cited in Sridevi & Giridhar, 2013). Hasil penelitian lain pada kopi Arabika juga menunjukkan adanya peningkatan kandungan glukosa dan atribut *flavor* sejalan dengan semakin tingginya tempat tumbuh (Joët *et al.*, 2010).

Hasil penelitian di São Paulo, Brasil, menunjukkan adanya pengaruh yang nyata dari faktor suhu udara sebagai akibat dari perbedaan ketinggian tempat terhadap aktivitas enzim proteinase dan mutu kopi Arabika. Pertanaman kopi Arabika pada lokasi dengan suhu rata-rata lebih rendah, ketinggian tempat semakin tinggi, pada umumnya menjalani masa pematangan buah secara sempurna. Kondisi seperti ini dapat mendukung terhadap proses biosintesa substansi-substansi yang berhubungan dengan karakteristik *aroma* dan *flavor* (de Abreu *et al.*, 2012).

Hasil penelitian Towaha *et al.* (2015) dan de Carvalho *et al.* (2016) menunjukkan bahwa semakin tinggi tempat tumbuh, nilai skor total mutu kopi Arabika cenderung semakin meningkat. Lebih lanjut de Carvalho *et al.* (2016) mengemukakan bahwa peningkatan nilai skor total juga berhubungan dengan adanya perubahan pada karakter iklim lainnya, seperti suhu rata-rata dan tingkat presipitasi.

c. Pengaruh metode pengolahan

Metode pengolahan berpengaruh nyata terhadap atribut *aroma* dan *flavor*, serta nilai skor totalnya. Pengolahan secara kering-natural tidak berbeda pengaruhnya dengan metode basah, tetapi nyata lebih baik dibandingkan dengan metode kering-honey. Antara metode pengolahan basah dengan metode kering-honey tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (Tabel 1).

Keunggulan metode pengolahan secara basah dibandingkan dengan metode kering telah banyak diketahui melalui berbagai hasil penelitian. Salah satu

kelebihan metode pengolahan secara basah adalah adanya proses fermentasi dan pembersihan lendir (*mucilage*). Melalui kedua proses tersebut, mutu seduhan kopi yang dihasilkan meningkat secara nyata (Subedi, 2011; Poltronieri & Rossi, 2016). Namun demikian, dengan metode kering-*natural* proses pengupasan kulit dan pembersihan lendir relatif lebih mudah untuk dilakukan tanpa merusak biji, karena biji sudah dalam kondisi kering akibat proses pengeringan. Kedua proses ini diduga dapat memperbaiki atribut *aroma* dan *flavor*, serta nilai skor total metode kering-*natural* sehingga tidak berbeda dengan metode basah. Berbeda halnya dengan metode pengolahan kering-*honey*, dimana proses pengupasan kulit dan pembersihan lendir dilakukan sebelum pengeringan sehingga relatif sulit dalam pelaksanaannya. Pada metode pengolahan kering-*honey* masih sering ditemukan lendir yang menempel pada biji sehingga dapat mengundang kotoran dan atau benda asing lainnya. Kondisi seperti ini diduga mengakibatkan atribut *aroma* dan *flavor* serta nilai skor total pada metode pengolahan kering-*honey* lebih rendah daripada metode kering-*natural*.

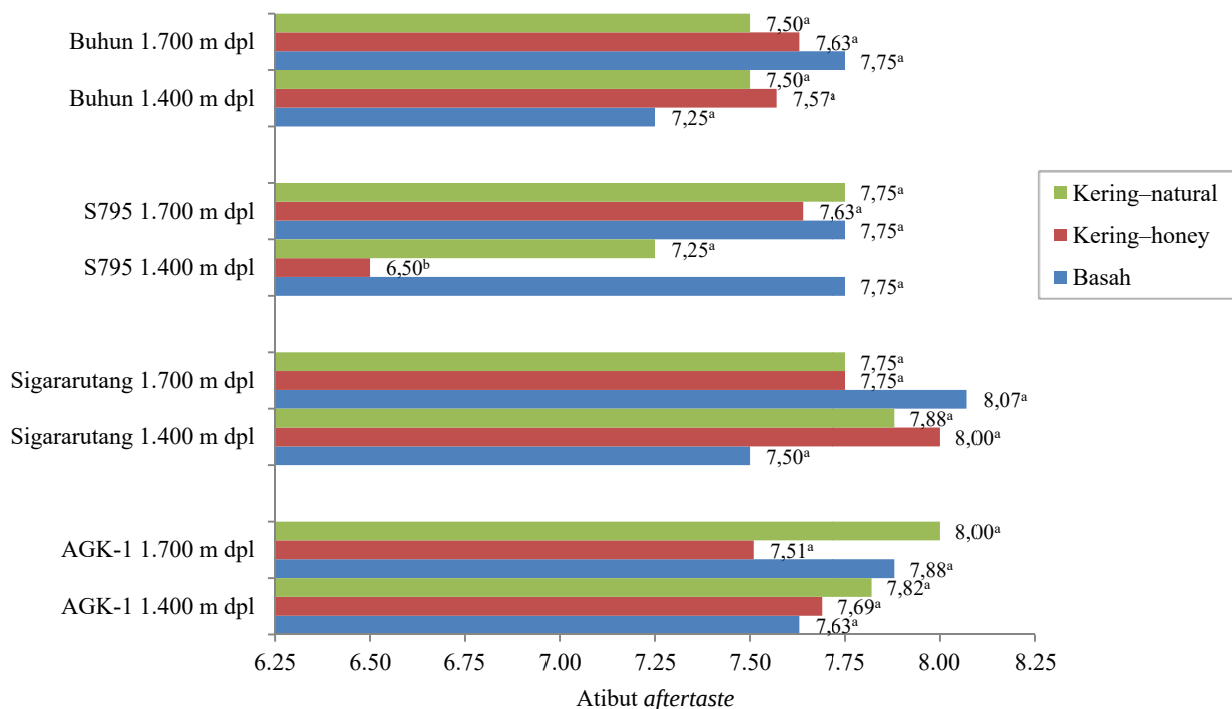
Hasil penelitian tentang pengaruh metode pengolahan terhadap mutu kopi sering tidak konsisten antar lokasi, seperti yang telah dialami oleh Gure, Mohammed, Garedew, & Bekele (2014). Hal tersebut sejalan dengan yang dikemukakan juga oleh Turp (2016), bahwa ketiga metode tersebut dapat digunakan secara bergantian tergantung pada kondisi iklim

setempat atau kondisi cuaca selama berlangsungnya proses pengolahan dan pengeringan. Poltronieri & Rossi (2016) mengemukakan bahwa apabila kondisi iklim lebih mengarah ke iklim basah sebaiknya pengolahan menggunakan metode basah, dan sebaliknya apabila mengarah ke iklim kering sebaiknya menggunakan metode kering-*natural* dan atau kering-*honey*.

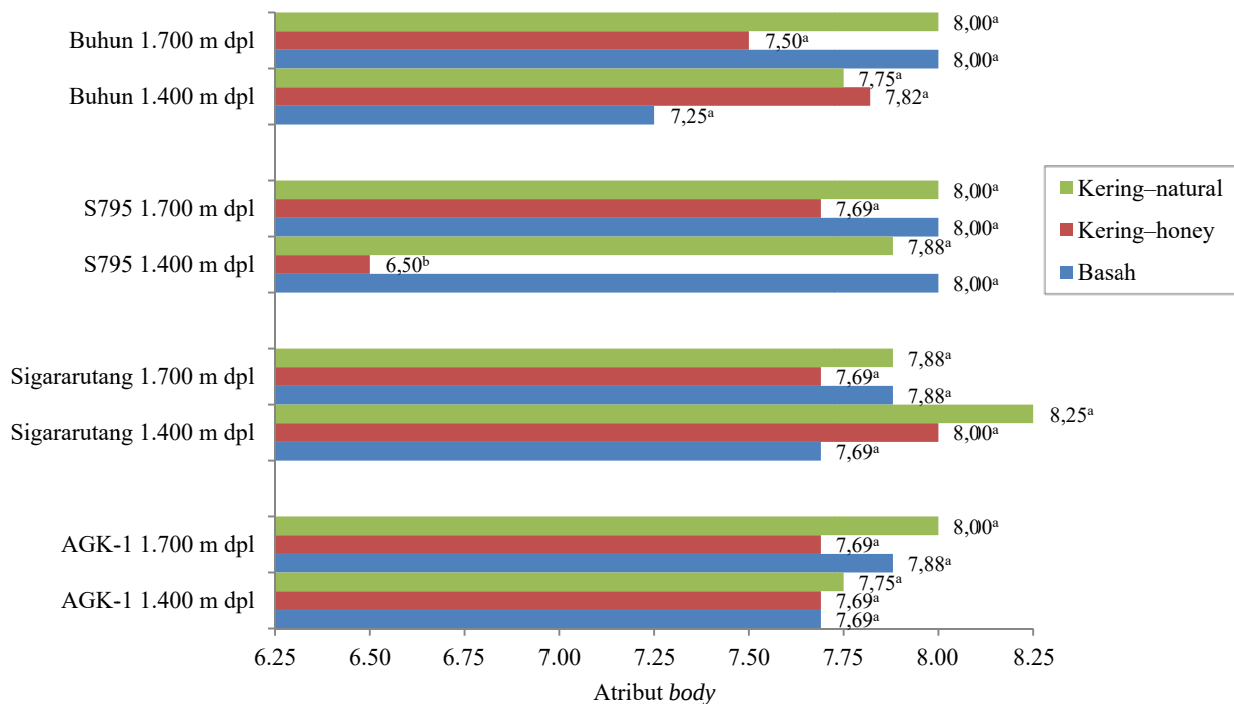
Kegiatan proses pengolahan kopi hanya merupakan sebagian faktor dari banyak faktor yang akan memengaruhi mutu akhir. Sejalan dengan itu, telah dikemukakan definisi mutu kopi sangatlah kompleks dan bersifat multidimensional, serta sangat dipengaruhi oleh banyak faktor mulai dari tingkat *on-farm* sampai *off-farm* (Leroy *et al.*, 2006). Setidaknya terdapat tujuh faktor yang akan memengaruhi mutu kopi, di antaranya adalah kultivar, lingkungan tumbuh (ketinggian tempat, kondisi iklim, jenis tanah, kondisi *micro-biome* tanah, dan topografi), praktek budi daya, proses pengolahan, profil penyangraian, serta proses pencampuran dan penyeduhan (Anon, 2016).

Interaksi antara Kultivar, Ketinggian Tempat, dan Metode Pengolahan

Hasil analisis menunjukkan tidak adanya pengaruh interaksi antar dua faktor (interaksi tingkat dua) terhadap semua atribut mutu dan nilai skor total. Pengaruh interaksi hanya nyata antar ketiga faktor yang diuji (interaksi tingkat tiga) terhadap atribut mutu *aftertaste* dan *body* (Gambar 1 dan 2).



Gambar 1. Pengaruh interaksi metode pengolahan untuk setiap kultivar pada ketinggian 1.400 dan 1.700 m dpl terhadap atribut *aftertaste*
Figure 1. Interaction effect of processing method for each cultivars/varieties at altitude of 1,400 and 1,700 m asl on aftertaste attribute



Gambar 2. Pengaruh interaksi metode pengolahan untuk setiap kultivar pada ketinggian 1.400 dan 1.700 m dpl terhadap atribut *body*
Figure 2. Interaction effect of processing method for each cultuivar at altitude of 1,400 and 1,700 m asl on body attribute

Melalui Gambar 1 dan 2 dapat diketahui bahwa ketiga metode pengolahan yang diuji terhadap keempat kultivar pada ketinggian 1.400 maupun 1.700 m dpl menghasilkan atribut mutu *aftertaste* dan *body* yang tidak berbeda, kecuali metode pengolahan kering-*honey* untuk kultivar S795 pada 1.400 m dpl nyata lebih rendah, yaitu 6,50. Hal ini mengindikasikan bahwa secara umum ketiga metode pengolahan serta ketinggian 1.400 dan 1.700 m dpl relatif sesuai untuk keempat kultivar yang diuji. Indikasi ini cukup beralasan karena walaupun faktor tunggal, ketinggian tempat berpengaruh nyata terhadap skor total (Tabel 1), tetapi pengaruh interaksinya dengan faktor kultivar dan metode pengolahan tidak nyata. Apabila dihitung nilai skor totalnya terhadap semua kombinasi perlakuan, ternyata

memiliki nilai skor total 82,25–87,25 sehingga termasuk kategori *specialty*-sangat baik hingga istimewa.

Pengaruh Langsung Atribut Mutu terhadap Nilai Skor Total

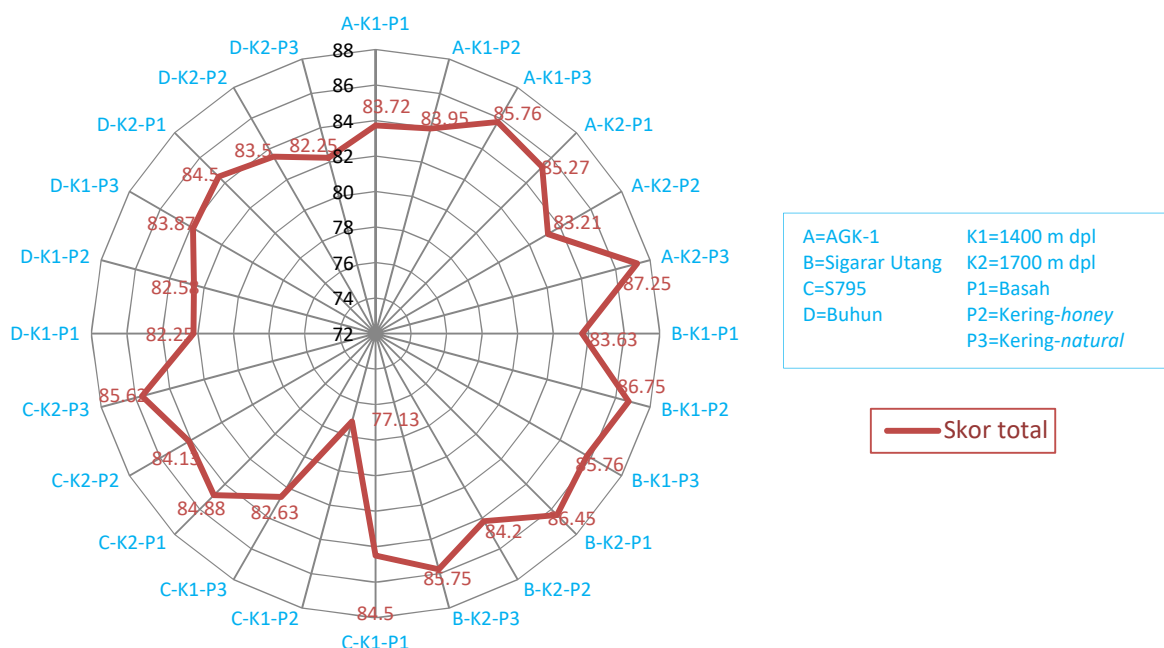
Hasil analisis korelasi antar seluruh atribut mutu serta nilai skor totalnya menunjukkan adanya hubungan yang positif nyata (Tabel 2). Hasil analisis seperti ini mengindikasikan adanya saling berinteraksi antar atribut mutu yang diuji dalam memengaruhi nilai skor totalnya. Oleh karena itu, diperlukan analisis lanjutan melalui analisis lintasan sehingga dapat diketahui pengaruh langsung dan tidak langsungnya dari masing-masing atribut yang diuji. Hasil analisis lintasan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Nilai korelasi antar tujuh atribut mutu dan skor total
Table 2. Correlation value between seven attributes of coffee quality and total score

	Aroma	Flavor	Aftertaste	Acidity	Body	Balance	Overall	Skor total
Aroma	-	0,75**	0,63**	0,58**	0,39**	0,61**	0,62**	0,73**
Flavor		-	0,81**	0,68**	0,66**	0,82**	0,79**	0,91**
Aftertaste			-	0,78**	0,69**	0,87**	0,86**	0,94**
Acidity				-	0,34*	0,82**	0,82**	0,84**
Body					-	0,65**	0,62**	0,72**
Balance						-	0,95**	0,96**
Overall							-	0,95**
Skor total								-

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

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



Gambar 3. Nilai skor total empat kultivar kopi Arabika pada dua ketinggian tempat dan tiga metode pengolahan yang berbeda
Figure 3. The total score value of four Arabica coffee cultivars at two different altitudes and three processing methods

Tabel 3. Pengaruh langsung tujuh atribut mutu kopi terhadap skor total
Table 3. The direct effect of seven attributes of coffee quality on total score

	Aroma	Flavor	Aftertaste	Acidity	Body	Balance	Overall	Nilai korelasi dengan skor total
Aroma	0,12	0,09	0,08	0,07	0,05	0,08	0,08	0,73 **
Flavor	0,11	0,16	0,12	0,10	0,09	0,12	0,11	0,91 **
Aftertaste	0,09	0,12	0,15	0,11	0,10	0,13	0,13	0,94 **
Acidity	0,10	0,11	0,13	0,18	0,06	0,14	0,14	0,84 **
Body	0,06	0,11	0,11	0,06	0,17	0,10	0,10	0,72 **
Balance	0,12	0,16	0,17	0,16	0,13	0,18	0,19	0,96 **
Overall	0,13	0,17	0,18	0,17	0,13	0,20	0,20	0,95 **

Keterangan: Angka yang dicetak tebal menunjukkan pengaruh langsung; ** nyata pada taraf 1%

Notes : Numbers in bold type indicate the direct effect; ** significant at 1% level

Pada Tabel 2 dan 3 dapat diketahui adanya perubahan urutan pengaruh dari hasil analisis korelasi dibandingkan hasil analisis lintasan. Sebagai contoh, hasil analisis korelasi antara seluruh atribut mutu dengan nilai skor totalnya menunjukkan bahwa nilai yang tertinggi diperoleh pada atribut *balance* sebesar 0,96 (Table 2), tetapi nilai pengaruh langsungnya diperoleh pada atribut *overall*, yaitu 0,20, sementara atribut *balance* menempati urutan kedua dengan nilai 0,18 yang sama dengan atribut *acidity* (Tabel 3). Berdasarkan hasil analisis lintasan ini dapat diketahui urutan besarnya pengaruh langsung terhadap skor total, yang pertama adalah atribut *overall* (0,20) kemudian diikuti atribut *balance* dan *acidity* (0,18), atribut *body* (0,17), atribut *flavor*

(0,16), atribut *aftertaste* (0,15), dan terakhir atribut *aroma* (0,12).

Nilai pengaruh langsung atribut mutu terhadap nilai skor total pada hasil penelitian ini memang tidak terlalu berbeda jauh, yaitu 0,12–0,20 (Table 3), dan apabila dikaitkan dengan besarnya nilai koefisien korelasi, yaitu 0,73–0,96 ternyata masih terpaut jauh (Tabel 2 dan 3). Hal ini mengindikasikan bahwa masing-masing atribut mutu kopi pada metode SCAA memiliki kontribusi dan peran yang penting terhadap nilai skor totalnya, walaupun masing-masing atribut tersebut dapat diurut berdasarkan besarnya nilai pengaruh langsung. Hal yang sama terjadi juga pada hasil penelitian de Carvalho *et al.* (2016) dengan nilai

pengaruh langsungnya sebesar 0,12–0,23, dan hasil penelitian Ferreira *et al.* (2016) dengan nilai pengaruh langsungnya sebesar 0,13–0,19. Demikian juga dengan hasil penelitian Weldemichael, Alamerew, & Kufa (2014) yang menganalisis pengaruh langsung beberapa atribut mutu terhadap nilai standar *overall*, dan besarnya nilai pengaruh langsung yaitu 0,08–0,31.

KESIMPULAN

Nilai skor total dan atribut mutu (di luar *aftertaste* dan *body*) kopi Arabika AGK-1 tidak berbeda dengan ketiga kultivar lainnya (Sigarar Utang, S795, dan Buhun), tetapi untuk atribut *balance* dan *overall* lebih tinggi daripada kultivar Buhun. Varietas Sigarar Utang memiliki kelebihan daripada varietas S795 dan kultivar Buhun dalam skor total, atribut *acidity*, dan *overall*. Nilai skor total dan atribut *flavor* kopi Arabika yang ditanam pada ketinggian tempat 1.700 m dpl lebih tinggi daripada 1.400 m dpl. Metode pengolahan kering-*natural* menghasilkan nilai skor total serta atribut *aroma* dan *flavor* lebih tinggi daripada kering-*honey*, tetapi tidak berbeda dengan metode basah. Ketiga metode pengolahan (basah, kering-*natural*, dan kering-*honey*) untuk keempat kultivar (AGK-1, Sigarar Utang, S795, dan Buhun) pada ketinggian tempat 1.400 dan 1.700 m dpl menghasilkan atribut *aftertaste* dan *body* yang sama, kecuali pengolahan kering-*honey* untuk varietas S795 pada 1.400 m dpl nyata lebih rendah. Hasil lainnya menunjukkan bahwa seluruh atribut mutu kopi berkorelasi sangat nyata dengan nilai skor total, tetapi atribut *overall* memiliki pengaruh langsung paling kuat (0,20), diikuti atribut *balance* dan *acidity* (0,18), *body* (0,17), *flavor* (0,16), *aftertaste* (0,15), dan *aroma* (0,12).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Hendra sebagai ketua kelompok tani Motekar di Desa Margamulya, Kecamatan Cikajang, Kabupaten Garut, Jawa Barat, yang telah memfasilitasi dan membantu dalam pelaksanaan penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan baik dan lancar. Penelitian ini didanai oleh DIPA Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, tahun anggaran 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Anon. (2016). 7 factors that influence coffee flavour. *Cafe Coffee Beans*, 1–7.
- Baon, J. B. (2011). *100 tahun Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia 1911-2011*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Barbosa, J. N., Borem, F. M., Cirillo, M. A., Malta, M. R., Alvarenga, A. A., & Alves, H. M. R. (2012). Coffee quality and its interactions with environmental factors in Minas Gerais, Brazil. *Journal of Agricultural Science*, 4(5), 181–190. <http://doi.org/10.5539/jas.v4n5p181>
- Belay, S., Mideksa, D., Gebrezgiabher, S., & Seifu, W. (2016). Factors affecting coffee (*Coffea arabica* L.) quality in Ehtiopia: A review. *Journal of Multidisciplinary Scientific Research*, 4(1), 22–28.
- Bertrand, B., Boulanger, R., Dussert, S., Ribeyre, F., Berthiot, L., Descroix, F., & Joët, T. (2012). Climatic factors directly impact the volatile organic compound fingerprint in green Arabica coffee bean as well as coffee beverage quality. *Food Chemistry*, 135(4), 2575–2583. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.060>
- Bote, A. D., & Jan, V. (2017). Tree management and environmental conditions affect coffee (*Coffea arabica* L.) bean quality. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 83(September), 39–46. <http://doi.org/10.1016/j.njas.2017.09.002>
- Cheng, B., Furtado, A., Smyth, H. E., & Henry, R. J. (2016). Influence of genotype and environment on coffee quality. *Trends in Food Science and Technology*, 57, 20–30. <http://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.09.003>
- DaMatta, F. M., Ronchi, C. P., Maestri, M., & Barros, R. S. (2007). Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 485–510. <http://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400014>
- de Abreu, H. M. C., Nobile, P. M., Shimizu, M. M., Yamamoto, P. Y., Silva, E. A., Colombo, C. A., & Mazzafera, P. (2012). Influence of air temperature on proteinase activity and beverage quality in *Coffea arabica*. *Brazilina Journal of Botany*, 35(4), 357–376.
- de Carvalho, A. M., de Rezende, J. C., Rezende, T. T., Ferreira, A. D., Rezende, R. M., Mendes, A. N. G., ... Gladyston, R. C. (2016). Relationship between the sensory attributes and the quality of coffee in different environments. *African Journal of Agricultural Research*, 11(38), 3607–3614. <http://doi.org/10.5897/AJAR2016.11545>

- Ferreira, W. P. M., Queiroz, D. M., Silvac, S. A., Tomaz, R. S., & Corrêa, P. C. (2016). Effects of the orientation of the mountainside, altitude and varieties on the quality of the coffee beverage from the Matas de Minas region, Brazilian Southeast. *American Journal of Plant Sciences*, 7, 1291–1303.
- Figueiredo, L. P., Borém, F. M., Cirillo, M. Â., Ribeiro, F. C., Giomo, G. S., & de J.G. Salva, T. (2013). The potential for high quality Bourbon coffees from different environments. *Journal of Agricultural Science*, 5(10), 87–98.
<http://doi.org/10.5539/jas.v5n10p87>
- Gure, S., Mohammed, A., Garedew, W., & Bekele, G. (2014). Effect of mucilage removal methods on the quality of different coffee (*Coffea arabica* L.) varieties in Jimma, South Western Ethiopia. *World Applied Sciences Journal*, 32(9), 1899–1905.
<http://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2014.32.09.457>
- Izzah, N. K., Randriani, E., & Dani. (2015). Analisis kekerabatan genetik kultivar kopi Arabika berbuah kuning dan berbuah merah berdasarkan marka SSR. *J. TIDP*, 2(3), 113–122.
- Joët, T., Laffargue, A., Descroix, F., Doubeau, S., Bertrand, B., de Kochko, A., & Dussert, S. (2010). Influence of environmental factors, wet processing and their interactions on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. *Food Chemistry*, 118, 693–701.
<http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.048>
- Kathurima, C. W., Gichimu, B. M., Kenji, G. M., Muhoho, S. M., & Boulanger, R. (2009). Evaluation of beverage quality and green bean physical characteristics of selected Arabica coffee genotypes in Kenya. *African Journal of Food Science*, 3(11), 365–371.
- Leroy, T., Ribeyre, F., Bertrand, B., Charmetant, P., Dufour, M., Montahnon, C., ... Pot, D. (2006). Genetics of coffee quality. *Braz. J. Plant Physiol.*, 18(1), 229–242.
- Nugroho, D., Basunanda, P., & Suyadi, M. W. (2016). Physical bean quality of Arabica coffee (*Coffea Arabica*) at high and medium altitude. *Pelita Perkebunan*, 32(3).
- Pereira, M. C., Chalfoun, S. M., de Carvalho, G. R., & Savian, T. V. (2010). Multivariate analysis of sensory characteristics of coffee grains (*Coffea Arabica* L.) in the region of upper Paranaíba. *Maringá*, 32(4), 635–641.
<http://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i4.4283>
- Poltronieri, P., & Rossi, F. (2016). Challenges in specialty coffee processing and quality assurance. *Challenges*, 7(2), 19. <http://doi.org/10.3390/challe7020019>
- Randriani, E., Dani, & Wardiana, E. (2014). Evaluasi ukuran biji beras, kadar kafein, dan mutu citarasa lima kultivar kopi Arabika. *J. TIDP*, 1(1), 49–56.
- Randriani, E., & Wardiana, E. (2015). Stabilitas hasil tiga klon kopi Robusta Bengkulu sebagai klon unggul lokal. *J. TIDP*, 2(3), 159–168.
- Specialty Coffee Association of America. (2015). SCAA protocols - cupping specialty coffee. *Specialty Coffee Association of America*, 1–10.
- Specialty Coffee Association of America. (2017). Cupping standards. *Specialty Coffee Association of America*, 1–3.
- Sherfey, J. (2016). How coffee processing affects the flavor in your cup - Were your beans natural, washed, honey processed? *Vox Media*.
- Sridevi, V., & Giridhar, P. (2013). Influence of altitude variation on trigonelline content during ontogeny of *Coffea canephora* fruit. *Journal of Food Studies*, 2(1), 62–74. <http://doi.org/10.5296/jfs.v2i1.3747>
- Sualeh, A., Endris, S., & Mohammed, A. (2014). Processing method, variety and roasting duration effect on physical quality attributes of roasted Arabica coffee beans. *Discourse Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2(2), 70–75.
- Subedi, R. N. (2011). Comparative analysis of dry and wet processing of coffee with respect to quality and cost in Kavre District, Nepal: a Case of Panchkhal Village. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 2(5), 181–193.
- Toledo, P. R. A. B., Pezza, L., Pezza, H. R., & Toci, A. T. (2016). Relationship between the different aspects related to coffee quality and their volatile compounds. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(4), 705–719.
<http://doi.org/10.1111/1541-4337.12205>
- Towaha, J., Aunillah, A., Purwanto, E. H., & Supriadi, H. (2014). Pengaruh elevasi dan pengolahan terhadap kandungan kimia dan citarasa kopi Robusta Lampung. *J. TIDP*, 1(1), 57–62.
- Towaha, J., Purwanto, E. H., & Supriadi, H. (2015). Atribut kualitas kopi Arabika pada tiga ketinggian tempat di Kabupaten Garut. *J. TIDP*, 2(1), 29–34.

- Tran, H. T. M., Lee, L. S., Furtado, A., Smyth, H., & Henry, R. J. (2016). Advances in genomics for the improvement of quality in coffee. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(10), 3300–3312. <http://doi.org/10.1002/jsfa.7692>
- Turp, R. (2016). Washed, natural, honey: coffee processing 101. *PerfectDailyGrind.com*.
- Weldemichael, G., Alamerew, S., & Kufa, T. (2014). Genotypic correlation and path coefficient analysis of organoleptic quality attributes of some Ethiopian specialty coffee (*Coffea arabica* L.) accessions. *Sky Journal of Agricultural Research*, 3(3), 46–52.
- Worku, M., Duchateau, L., & Boeckx, P. (2016). Reproducibility of coffee quality cupping scores delivered by cupping centers in Ethiopia. *Journal of Sensory Studies*, 31(5), 423–429. <http://doi.org/10.1111/joss.12226>

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
 DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
 Volume 5, Nomor 1, Maret 2018

APLIKASI SITOKININ UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN TANAMAN TEH DI DATARAN RENDAH

APPLICATION OF CYTOKININS TO ENHANCE TEA PLANT GROWTH IN THE LOWLANDS

* Santi Rosniawaty¹⁾, Intan Ratna Dewi Anjarsari¹⁾, dan Rija Sudirja²⁾

Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran¹⁾

Jl. Raya Bandung-Sumedang, Km-21 Jatinangor 45363

*santi.rosniawaty@unpad.ac.id

Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Universitas Padjadjaran²⁾

Jl. Raya Bandung-Sumedang, Km-21 Jatinangor 45363

(Tanggal diterima: 29 November 2017, direvisi: 14 Januari 2018, disetujui terbit: 30 Maret 2018)

ABSTRAK

Teh (*Camellia sinensis* [L.] O. Kuntze) merupakan salah satu komoditas primadona Jawa Barat. Upaya ekstensifikasi teh di dataran rendah dan lahan suboptimal diyakini dapat berkontribusi nyata terhadap perbaikan kesejahteraan petani. Perbedaan suhu di dataran rendah dengan di dataran tinggi akan berpengaruh pada metabolisme tanaman teh. Secara kultur teknis, untuk membentuk perdu dengan percabangan ideal, perlu dilakukan *centering* (pemangkasan). Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh pemberian sitokinin terhadap pertumbuhan tanaman teh setelah *centering* di dataran rendah. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor, mulai bulan November 2016 sampai Juni 2017, dengan bahan tanaman teh berumur 10 bulan setelah tanam. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang diulang 4 kali, dengan perlakuan perbedaan konsentrasi sitokinin. Sitokinin yang digunakan berasal dari air kelapa, dengan konsentrasi 25%, 50%, dan 75%, serta benzil amino purin (BAP) dengan konsentrasi 60 ppm, 90 ppm, dan 120 ppm, serta kontrol (tanpa sitokinin). Hasil penelitian menunjukkan pemberian sitokinin yang berasal dari air kelapa atau berupa BAP pada tanaman teh setelah *centering* hanya efektif hingga 3 bulan setelah aplikasi. Pada 1 dan 3 bulan setelah aplikasi, pemberian air kelapa 50% atau BAP 60 ppm meningkatkan pertumbuhan diameter batang, jumlah daun, panjang tunas, dan jumlah tunas. Oleh karena itu, air kelapa 50% atau BAP 60 ppm dapat dijadikan sumber sitokinin untuk tanaman teh di dataran rendah setelah *centering*.

Kata kunci: Air kelapa, BAP, *centering*, teh

ABSTRACT

Tea (*Camellia sinensis* [L.] O. Kuntze) is one of priority commodities in West Java. Extensification of tea plantation in lowland and suboptimal areas is believed to contribute significantly in improving the farmers welfare. Temperature differences between the lowland and highland areas affects the metabolism of tea plants. In technical culture, *centering* (pruning) is required to form the shrub with ideal branching. This study aimed to determine cytokinin effects on the growth of tea plants after *centering* in the lowland areas. The experiment was conducted at the Experimental Station of Faculty of Agriculture, Padjadjaran University, Jatinangor, from November 2016 until June 2017 using 10 months old tea plant materials. The experiments used a randomized block design with 4 replications. The treatment used was cytokinin derived from coconut water with concentration of 25%, 50%, and 75%, cytokinin in the form of benzyl amino purin (BAP) with concentration of 60 ppm, 90 ppm, and 120 ppm, and control (without cytokinin). The results showed that cytokinin derived from coconut water or in the form of BAP applied in tea plants after *centering*, was only effective up to 3 months after application. At 1 and 3 months after application, 50% coconut water or BAP 60 ppm increased the length of stem diameter, number of leaves, shoot length, and number of shoots. Therefore, coconut water with 50% concentration or BAP 60 ppm can be used as source of cytokinins for tea plants in the lowlands after *centering*.

Keywords: BAP, *centering*, coconut water, tea

PENDAHULUAN

Tanaman teh (*Camellia sinensis* [L.] O. Kuntze) pada umumnya tumbuh baik di dataran tinggi dengan ketinggian lebih dari 1.200 m di atas permukaan laut (dpl), meskipun tanaman ini dapat tumbuh di dataran rendah dengan ketinggian kurang dari 800 m dpl (Effendi, Syakir, & Yusron, 2015), tetapi produktivitasnya lebih rendah. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tanaman teh yang ditanam di daerah dataran rendah mengalami peningkatan fotosintesis disebabkan adanya peningkatan suhu udara (Lafta & Lorenzen, 1995). Menurut Bitu & Gerats (2013), suhu udara yang tinggi memiliki berbagai efek terhadap fisiologi dan biokimia tanaman. Hal itu disebabkan pada suhu yang lebih tinggi metabolisme tanaman berlangsung lebih cepat, sehingga pertumbuhan tunas semakin lambat. Oleh sebab itu, kecepatan metabolisme tanaman, seperti fotosintesis, transpirasi, dan respirasi, yang terjadi pada suhu udara tinggi harus diimbangi dengan ketersediaan bahan baku berupa CO₂, H₂O, enzim, dan hormon yang terlibat secara optimal.

Teknik budi daya tanaman teh di dataran tinggi dan dataran rendah hampir sama, di antaranya adalah tahapan *centering* atau pemangkasan pada awal pertumbuhan tanaman teh. Tujuan *centering* adalah memacu pembentukan dan perkembangan tunas lateral dan membentuk bidang petik yang optimal pada tanaman teh. Kecepatan pertumbuhan tunas lateral setelah proses *centering* dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh (ZPT), yaitu sitokinin.

Sitokinin dapat disintesa secara alami di dalam jaringan tanaman. Namun demikian, metabolisme tanaman yang tinggi di dataran rendah memerlukan tambahan sitokinin untuk memacu dan meningkatkan pertumbuhan tunas. Aplikasi sitokinin eksogen telah dilaporkan dapat merangsang pertumbuhan dan perkembangan tunas lateral (Yaish, El-Kereamy, Guevara & Rothstein, 2010). Sitokinin sangat baik dalam menstimulasi sintesis protein dan berperan dalam kontrol siklus sel, sekaligus merangsang aktivitas pembelahan sel dan sangat efektif dalam meningkatkan inisiasi tunas (Taiz & Zeiger, 2002).

Sitokinin dapat diperoleh dari bahan-bahan yang mudah ditemukan di alam, salah satunya adalah air kelapa. Air kelapa merupakan cairan endosperma dari buah kelapa yang mengandung asam amino, asam organik, asam nukleat, purin, gula, gula alkohol, vitamin, mineral, dan ZPT (Yong, Ge, Ng & Tan, 2009). Senyawa ZPT yang penting dalam air kelapa adalah sitokinin (Priya & Ramaswamy, 2014). Selain sitokinin, air kelapa juga mengandung fitohormon, antara lain zeatin, *abscisic acid* (ABA), *indole-3-acetic acid*

(IAA), dan giberelin (Prades, Dornier, Diop & Pain, 2012). Sumber sitokinin yang lain, yaitu *benzil amino purin* (BAP), berperan dalam menstimulasi dan meningkatkan efisiensi kerja sintesis klorofil dengan cara menghapuskan periode *lag* sehingga dapat mempercepat laju pembentukannya (Pessarakli, 2005).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan peranan air kelapa dan BAP dalam memacu pertumbuhan tanaman. Aplikasi air kelapa dengan cara disemprotkan pada tanaman *fenugreek* (sejenis tanaman obat) setiap 15 hari sekali sebanyak tiga kali dapat meningkatkan jumlah buah (dari 12 menjadi 27,24), jumlah cabang (dari 8 menjadi 9,7), dan tinggi tunas (dari 31 cm menjadi 55,51 cm), bila dibandingkan dengan tanpa pemberian air kelapa (Gaddamwar & Rajput, 2013). Hasil penelitian Darlina, Hasanudin & H. Rahmatan (2016), menyatakan bahwa penyiraman air kelapa 200 ml/l menghasilkan jumlah daun, berat basah, dan berat kering tertinggi pada tanaman lada. Beberapa tanaman sayuran yang diberi air kelapa dengan konsentrasi 100%, 75%, dan 25%, dikombinasikan dengan pupuk anorganik, menunjukkan hasil panen yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan tanpa pemberian air kelapa (Omo, 2013). Hasil penelitian Sariningtias, Poerwanto, & Gunawan, (2015) menunjukkan bahwa pemberian BAP dengan konsentrasi rendah pada dua varietas batang atas jeruk keprok tidak memberikan hasil yang berbeda nyata pada peubah keberhasilan okulasi dan pertumbuhan tunas tanaman sehingga disarankan dengan konsentrasi tinggi. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh pemberian sitokinin yang berasal dari air kelapa dan *benzyl amino purin* (BAP) terhadap pertumbuhan tanaman teh setelah *centering* di dataran rendah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Ciparanje, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat, mulai bulan Desember 2016 sampai Juni 2017. Lokasi penelitian berada pada ketinggian tempat 750 m di atas permukaan laut (dpl), dengan tipe curah hujan C menurut Schmidt-Ferguson. Rata-rata suhu selama percobaan adalah 23,19°C. Bahan yang digunakan adalah tanaman teh klon GMB 7 berumur 10 bulan.

Penelitian disusun menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang diulang empat kali. Perlakuan yang diuji adalah: (1) tanpa pemberian sitokinin/kontrol, penyemprotan dengan air kelapa konsentrasi (2) 25%, (3) 50%, (4) 75%, serta penyemprotan dengan BAP konsentrasi (5) 60 ppm, (6) 90 ppm, dan (7) 120 ppm.

Air kelapa yang digunakan dianalisis di Laboratorium Penguji Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor. Hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 1. Larutan BAP dibuat dengan cara melarutkan serbuk BAP dalam 2–3 tetes alkohol 70% dan diencerkan dengan akuades hingga mencapai volume 80 ml. Untuk mendapatkan konsentrasi 60, 90, dan 120 ppm diperlukan serbuk BAP masing-masing sebanyak 0,0048; 0,0072; dan 0,0096 g.

Tabel 1. Hasil analisis kandungan biokimia air kelapa
Table 1. Biochemical content analysis of results of coconut water

Variabel	Jumlah
IAA (%)	0,0039
GA3 (%)	0,0018
Sitokinin (%)	0,0017
Kinetin (%)	0,0053
Zeatin (%)	0,0019
N (%)	0,0180
P (%)	13,8500
K (%)	0,1200
Na (%)	0,0020
Ca (%)	0,0060
Mg (%)	0,0050
C org (%)	4,5200
pH	5,7600

Dua minggu sebelum perlakuan sitokinin dilakukan *centering*, yaitu dengan cara memotong batang utama menggunakan gunting setek dan disisakan 5 helai daun. Aplikasi BAP dan air kelapa dilakukan 2 minggu setelah *centering* dengan cara disemprotkan ke seluruh bagian tajuk tanaman menggunakan *handsprayer*. Masing-masing tanaman disemprot dengan larutan sitokinin sebanyak 15 ml setiap 2 minggu sampai tanaman berumur 6,5 bulan. Jumlah tanaman sampel adalah 2 tanaman setiap perlakuan. Aplikasi ZPT dilakukan pada pagi hari, yaitu pukul 8.00 WIB.

Peubah yang diamati adalah pertambahan diameter batang, jumlah daun, jumlah klorofil, dan luas

daun. Diameter batang dan jumlah daun diamati sebulan sekali setelah aplikasi sitokinin selama 7 bulan. Jumlah klorofil dan luas daun diamati pada umur tanaman 3 dan 7 bulan setelah pemberian sitokinin. Data yang diperoleh dianalisis ragam dengan uji F (*Fisher*) pada taraf 5%. Uji lanjut *Duncan* pada taraf 5% dilakukan apabila terdapat beda nyata antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertambahan Diameter Batang

Terdapat pengaruh sitokinin terhadap pertambahan diameter batang tanaman teh pada umur 1 bulan setelah aplikasi (BSA). Pemberian BAP sebesar 60 ppm menghasilkan pertambahan diameter batang terbesar dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan air kelapa 25%, tetapi pengaruhnya tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Artinya, penggunaan air kelapa dengan konsentrasi 50% dan 75% memberikan hasil yang setara dengan BAP 60 ppm (Tabel 2). Hasil tersebut sejalan dengan hasil penelitian Ayuningsari, Rosniawaty, Maxiselly, & Anjarsari, (2017) bahwa pemberian BAP 60 ppm memberikan pengaruh terbaik terhadap pertambahan diameter batang teh pada umur 2 minggu setelah aplikasi.

Sitokinin diketahui dapat mempercepat biosintesis klorofil sehingga mampu meningkatkan proses fotosintesis, yaitu berupa peningkatan penambatan CO₂ oleh klorofil, dan hasilnya digunakan untuk pembesaran diameter batang. Peningkatan CO₂ telah dilaporkan mendorong pertumbuhan diameter batang (Thornley, 1999). Pemberian sitokinin juga diketahui berpengaruh terhadap pembentukan akar (Wróblewska, 2013). Pembentukan akar yang lebih intensif dapat meningkatkan penyerapan hara oleh tanaman.

Tabel 2. Pengaruh sitokinin dari sumber berbeda terhadap pertambahan diameter batang pada 1 sampai 7 bulan setelah aplikasi (BSA)
Table 2. Effects of cytokinins derived from different sources on increasing the stem diameter of tea plants from 1 to 7 months after application (MAA)

Perlakuan	Pertambahan diameter batang (mm) pada						
	1 BSA	2 BSA	3 BSA	4 BSA	5 BSA	6 BSA	7 BSA
Kontrol	0,09 a	0,37	0,91	1,15	1,48	1,75	1,99
Air kelapa 25%	0,15 ab	0,56	1,23	1,49	1,75	1,94	2,08
Air kelapa 50%	0,29 bc	0,69	1,13	1,46	1,71	2,22	2,62
Air kelapa 75%	0,16 abc	0,46	1,01	1,42	1,87	2,35	2,38
BAP 60 ppm	0,31 c	0,71	1,17	1,44	1,81	2,19	2,49
BAP 90 ppm	0,26 bc	0,72	1,26	1,69	1,96	2,28	2,87
BAP 120 ppm	0,25 bc	0,66	1,24	1,88	2,36	3,02	3,51

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%
Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Duncan's test at 5% level

Tabel 3. Pengaruh sitokinin dari sumber berbeda terhadap pertambahan jumlah daun pada 1 sampai 7 bulan setelah aplikasi (BSA)
Table 3. Effects of cytokinins derived from different sources on increasing the leaf number of tea plants from 1 to 7 months after application (MAA)

Perlakuan	Pertambahan jumlah daun (helai) pada						
	1 BSA	2 BSA	3 BSA	4 BSA	5 BSA	6 BSA	7 BSA
Kontrol	5,75 a	10,50	14,00	23,00	25,25	24,13	31,88
Air kelapa 25%	7,88 ab	14,75	19,50	38,75	39,13	33,75	35,13
Air kelapa 50%	9,50 abc	15,25	19,75	41,00	40,38	35,63	38,13
Air kelapa 75%	8,75 ab	14,88	16,63	35,00	33,75	30,38	35,25
BAP 60 ppm	11,00 bc	17,00	20,50	35,13	30,25	29,38	32,25
BAP 90 ppm	10,13 bc	15,25	21,00	27,13	26,13	27,63	32,75
BAP 120 ppm	15,13 c	22,63	26,50	47,38	50,75	48,00	49,00

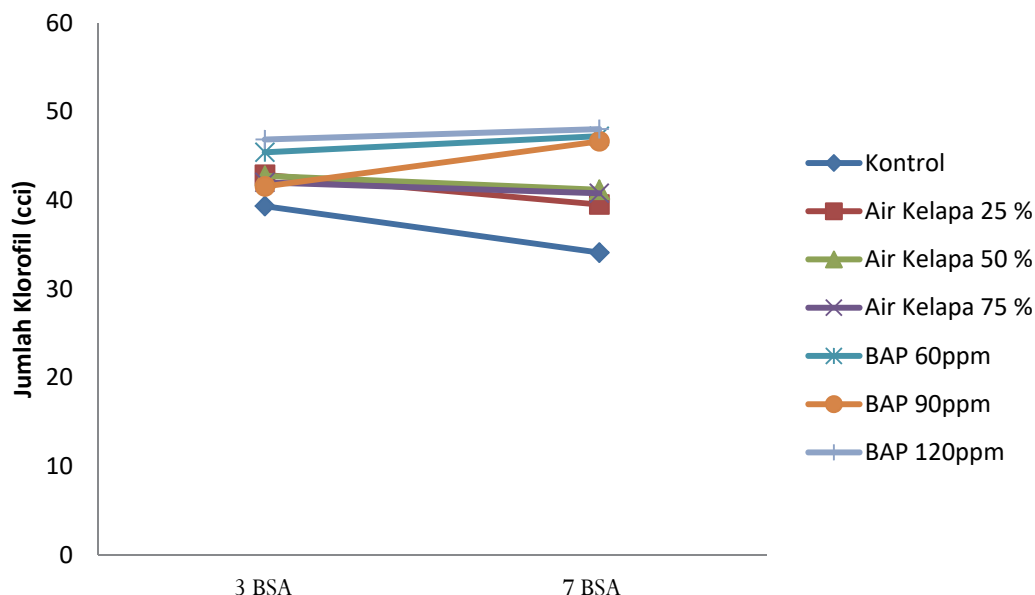
Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%
Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Duncan's test at 5% level

Hasil penelitian ini tidak menunjukkan adanya pengaruh pemberian sitokinin terhadap pertambahan diameter batang umur 2–7 BSA. Hal ini mungkin disebabkan oleh kandungan hormon endogen pada tanaman teh sudah dalam taraf yang memadai untuk memacu pertumbuhan diameter batang. Hasil penelitian dari Matsumoto *et al.* (2008) menunjukkan bahwa sitokinin endogen berperan dalam signal jarak jauh dalam mendukung perkembangan kambium pada batang.

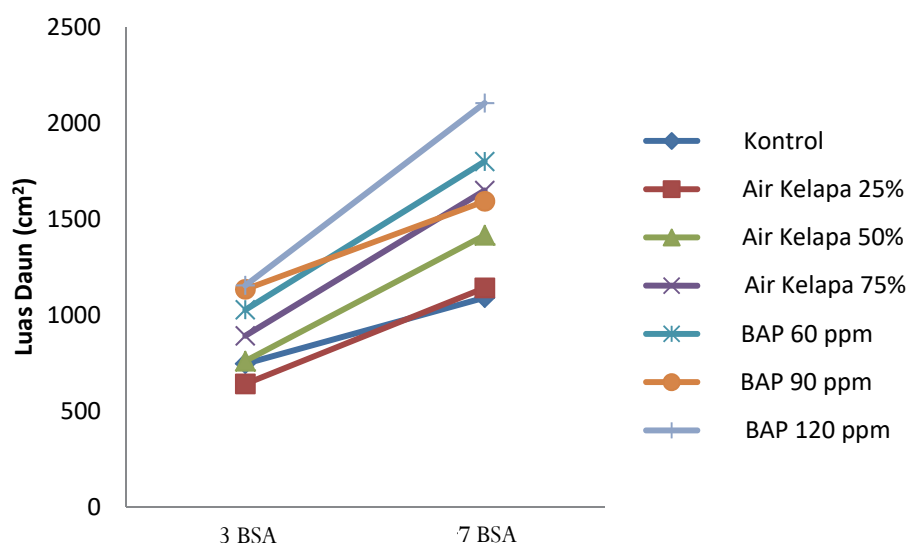
Pertambahan Jumlah Daun

Aplikasi sitokinin berpengaruh terhadap pertambahan jumlah daun pada 1 BSA. Pemberian BAP

120 ppm mampu meningkatkan jumlah daun lebih banyak dibandingkan dengan kontrol dan air kelapa (25% dan 75%), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan air kelapa 50% dan BAP (60 dan 90 ppm). BAP diketahui memiliki efek penghambatan pada proses penuaan. Daun yang diberi perlakuan BAP akan tetap hijau beberapa hari lebih lama dibandingkan dengan yang tidak diberi BAP (Tabel 3). Pemberian BAP disarankan karena dapat menginduksi peningkatan aliran hara melalui jaringan vaskuler ke jaringan daun dan mencegah pengangkutan zat dari daun. Hasil studi menunjukkan bahwa konsentrasi BAP endogen akan menurun seiring dengan perkembangan penuaan daun (Smith *et al.*, 1988).



Gambar 1. Grafik jumlah klorofil pada 3 dan 7 bulan setelah aplikasi (BSA)
Figure 1. The graph of chlorophyll number at 3 and 7 month after application (MAA)



Gambar 2. Grafik luas daun pada 3 dan 7 bulan setelah aplikasi (BSA)
Figure 2. The graph of leaves area at 3 and 7 months after application (MAA)

Jumlah Klorofil dan Luas Daun

Pada Gambar 1 terlihat adanya peningkatan jumlah klorofil pada perlakuan pemberian sitokinin, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata. Sitokinin dapat mempercepat biosintesis klorofil (Cortleven & Schmulling, 2015). Adanya sitokinin akan membantu perkembangan kloroplas, sekaligus menyebabkan akumulasi klorofil dan mendorong konversi etioplas menjadi kloroplas (Davies, 2010). Terdapat kecenderungan peningkatan jumlah klorofil tertinggi pada perlakuan air kelapa 25% dan BAP 120 ppm. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Kobayashi *et al.* (2017) menunjukkan bahwa dalam kondisi normal, aplikasi sitokinin eksogen (6-benzyladenine) mampu mendorong biosintesis klorofil pada daun. Akumulasi klorofil penting dalam respons terhadap cekaman abiotik karena sel tanaman harus mengatur metabolisme secara ketat agar sesuai dengan mesin fotosintesis (Tanaka, Kobayashi, & Masuda, 2011).

Pada Gambar 2 terlihat peningkatan luas daun dari 3 BSA ke 7 BSA. Hal ini menunjukkan pertumbuhan luas daun walaupun secara statistik tidak berbeda nyata. Luas daun pada perlakuan kontrol peningkatannya tidak sebaik pada perlakuan pemberian sitokinin. Hal ini menunjukkan sitokinin mampu meningkatkan kerja meristem untuk meningkatkan luas daun.

Perlakuan BAP 120 ppm menghasilkan peningkatan luas daun yang tinggi. Menurut Davies (2010), perkembangan luas daun merupakan hasil dari pembesaran dan pemanjangan sel. Luas daun total menyesuaikan dengan tingkat pertumbuhan akar.

Sitokinin secara positif mengatur pembelahan sel dalam daun yang sedang tumbuh serta menginisiasi gerigi daun pada pinggiran, sekaligus dapat menghambat penuaan daun (Efroni *et al.*, 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Li & Xu (2014) menunjukkan bahwa aplikasi sitokinin dan IAA menyebabkan peningkatan yang signifikan pada fotosintesis yang terjadi di daun pada tahap pertumbuhan selanjutnya.

Pertambahan Jumlah Tunas

Hasil analisis statistik yang tercantum pada Tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh sitokinin dari sumber berbeda terhadap pertambahan jumlah tunas pada 1 BSA dan 3 BSA. Pada umur 1 BSA, pemberian sitokinin dari BAP menyebabkan pertambahan jumlah tunas lebih tinggi dibandingkan dengan sitokinin dari air kelapa. Pada umur 3 BSA, pemberian sitokinin pada konsentrasi 120 ppm berpengaruh paling baik terhadap pertambahan jumlah tunas, tetapi tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 60 ppm. Hasil penelitian Ayuningsari *et al.* (2017) menunjukkan bahwa pemberian BAP 60 ppm memberikan pengaruh terbaik pada jumlah tunas tanaman teh pada umur 2 minggu setelah aplikasi. Sitokinin memberikan pengaruh terhadap pertambahan tunas karena selain menstimulasi pembelahan sel, aplikasi sitokinin juga dapat melepaskan tunas aksiler dari apikal dominan (Davies, 2010). Namun demikian, tidak semua tanaman merespon kondisi tersebut, hal ini diduga karena tanaman sudah memiliki kandungan sitokinin endogen yang cukup.

Tabel 4. Pengaruh sitokinin dari sumber berbeda terhadap pertambahan jumlah tunas pada 1 sampai 7 bulan setelah aplikasi (BSA)
Table 4. Effects of cytokinins derived from different sources on increasing the number of shoots of the plants from 1 to 7 month after application (MAA)

Perlakuan	Pertambahan jumlah tunas (buah) pada						
	1 BSA	2 BSA	3 BSA	4 BSA	5 BSA	6 BSA	7 BSA
Kontrol	1,00 a	2,63	4,13 a	5,38	5,75	8,5	7,63
Air kelapa 25%	1,25 a	3,00	4,88 ab	6,25	7,75	8,13	8,38
Air kelapa 50%	1,50 a	3,00	4,88 ab	6,13	7,13	8,25	8,25
Air kelapa 75%	1,50 a	2,88	4,38 a	7,38	8,38	9,25	8,13
BAP 60 ppm	2,75 b	3,88	6,88 bc	7,50	8,25	9,13	10,13
BAP 90 ppm	2,75 b	3,63	6,50 ab	6,88	8,13	8,75	9,38
BAP 120 ppm	3,13 b	4,88	8,88 c	11,25	12,75	14,13	14,75

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

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Duncan's test at 5% level

Tabel 5. Pengaruh sitokinin dari sumber berbeda terhadap pertambahan panjang tunas pada 1 sampai 7 bulan setelah aplikasi (BSA)
Table 5. Effects of cytokinins derived from different sources on increasing the shoot length of the plants from 1 to 7 months after application (MAA)

Perlakuan	Pertambahan panjang tunas (cm) pada						
	1 BSA	2 BSA	3 BSA	4 BSA	5 BSA	6 BSA	7 BSA
Kontrol	3,78	7,56 a	10,16	12,83	14,04	16,05	14,46
Air kelapa 25%	5,41	11,30 ab	14,18	17,01	18,40	20,19	20,34
Air kelapa 50%	7,74	15,99 ab	20,95	22,24	22,93	25,49	25,91
Air kelapa 75%	6,08	14,65 ab	18,39	22,20	25,06	26,78	26,06
BAP 60 ppm	4,73	7,91 a	11,53	13,43	14,88	15,85	16,21
BAP 90 ppm	5,00	7,71 a	10,81	14,46	15,64	20,05	21,18
BAP 120 ppm	10,39	21,74 b	25,25	27,73	28,88	31,76	32,71

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

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Duncan's test at 5% level

Menurut Hartmann, Senning, Hedden, Sonnewald, & Sonnewald (2010), tanaman yang berbeda dapat merespon hormon sitokinin dan auksin dalam berbagai konsentrasi secara berbeda pula. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kandungan konsentrasi hormon endogen tanaman itu sendiri. Sitokinin pertama kali terakumulasi di akar, kemudian di cairan *xylem*, dan akhirnya di daun. Sitokinin mewakili sinyal jarak jauh untuk ketersediaan nitrogen/nutrisi dari akar ke tunas, diduga untuk mengkoordinasikan pengembangan tunas dan akar (Miyawaki, Matsuoto-Kitano, & Kakimoto, 2004; Takei *et al.*, 2004). Namun demikian, menurut Tanaka, Takei, Kojima, Sakakibara, & Mori (2006), saat ini telah diketahui bahwa sitokinin dapat menginisiasi munculnya tunas aksiler yang disintesis secara lokal pada nodus batang. Selain itu, menurut Hwang, Sheen, & Muller (2012), sitokinin memegang peranan penting dalam menjaga ukuran dan aktivitas *shoot apical meristem* (SAM) dan *root apical meristem* (RAM). Hal ini sejalan dengan pendapat Kieber & Schaller (2014), aktivitas sitokinin adalah elemen kunci dalam membangun dan mengatur pembelahan sel di SAM.

Pertambahan Panjang Tunas

Tabel 5 memperlihatkan bahwa pemberian sitokinin BAP 120 ppm menghasilkan rata-rata pertambahan panjang tunas lebih baik dibandingkan kontrol, namun tidak berbeda nyata dengan air kelapa 25%, 50%, dan 75% pada 2 minggu setelah aplikasi. Keseimbangan sitokinin endogen dan eksogen tampaknya menentukan terbentuknya tunas dan pertumbuhan tanaman teh yang sudah di-centering. Lazim, Badruzaman, Peng, & Long (2015) mengemukakan bahwa air kelapa mengandung zat atau bahan-bahan seperti karbohidrat, vitamin, mineral, protein, zat tumbuh auksin, serta mengandung hormon sitokinin.

Kecenderungan munculnya tunas dan pertumbuhan tanaman teh dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal (Roman *et al.*, 2016). Faktor internal diantaranya adalah sifat genetik dan komposisi hormon pada tanaman untuk mempercepat dan merangsang pemanjangan sel dan batang yang lebih banyak, dibantu oleh hormon giberelin. Aktivitas sitokinin adalah elemen kunci dalam membangun dan mengatur pembelahan sel di SAM, dengan penelitian genetik yang menunjukkan bahwa sitokinin adalah

regulator positif proliferasi sel di SAM (Kieber & Schaller, 2014).

Faktor eksternal yang berpengaruh terhadap pertunasan adalah sinar matahari. Menurut Pawirosemadi (2011), pengaruh intensitas cahaya matahari erat kaitannya dengan kandungan hormon dalam jaringan tanaman. Intensitas cahaya matahari yang tinggi, seperti di dataran rendah, menyebabkan jaringan tanaman menerima paparan sinar matahari langsung sehingga akan menurunkan kandungan IAA akibat proses degradasi oksidatif. Hal ini mengakibatkan laju perpanjangan batang menurun dan menginisiasi tunas lateral.

Berdasarkan hasil penelitian di atas, diketahui bahwa efektifitas pemberian sitokinin hanya terlihat sampai 3 bulan setelah *centering*, hal ini diduga karena hormon sitokinin endogen telah dapat memenuhi kebutuhan hormon pada tanaman teh. Daun-daun mulai tumbuh dan berfotosintesis sehingga dapat membentuk hormon sitokinin. Campbell & Reece (2003) mengemukakan bahwa gula yang dibuat dalam kloroplas memasok energi kimiawi dan rangka karbon untuk mensintesis semua molekul organik seperti protein dan lipid ke seluruh bagian tumbuhan.

KESIMPULAN

Pemberian sitokinin yang berasal dari air kelapa atau BAP pada tanaman teh di dataran rendah setelah *centering* hanya efektif hingga 3 bulan setelah aplikasi. Pada 1 dan 3 bulan setelah aplikasi, pemberian BAP 60 ppm atau air kelapa 50% meningkatkan pertambahan diameter batang, pertambahan jumlah daun, panjang tunas, dan jumlah tunas. Dengan demikian, penggunaan air kelapa 50% atau BAP 60 ppm dapat dijadikan sumber sitokinin untuk memacu pertumbuhan tanaman teh setelah *centering* di dataran rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Direktorat Riset, PKM dan Inovasi Universitas Padjadjaran, melalui Hibah Internal Unpad (RFU) TA 2017 sehingga penelitian ini dapat diselenggarakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayuningsari, I., S. Rosniawaty, Y. Maxiselly, I. R. D., & Anjarsari. (2017). Pengaruh konsentrasi benzyl amino purine terhadap pertumbuhan beberapa klon tanaman teh [*Camellia sinensis* L. (O.) Kuntze] belum menghasilkan di dataran rendah. *Kultivasi*, 16(2), 356–361.
- Bitá, C. E., & Gerats, T. (2013). Plant tolerance to high temperature in a changing environment: Scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. *Plant Sci.*, 4(273). doi.org/10.3389/fpls.2013.00273
- Campbell, N. A., Reece, J. B., & Mitchell, L. G. (2003). *Biologi* (terjemahan) Jilid 1 (p. 198). Jakarta: Erlangga.
- Cortleven, A., & Schmulling, T. (2015). Regulation of chloroplast development and function by cytokinin (Review Paper). *Journal of Experimental Botany*, 66(16), 4999–5013. doi.org/10.1093/jxb/erv132
- Darlina, Hasanuddin, & Rahmatan, H. (2016). Pengaruh penyiraman air kelapa (*Cocos nucifera* L.) terhadap pertumbuhan vegetatif lada (*Piper nigrum* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*, 1(1), 20–28.
- Davies, P. J. (2010). *The plant hormones: Their nature, occurrence, and functions*. Department of Plant Biology. Cornell University, Ithaca, New York 14853, USA.
- Effendi, D.S., M. Syakir, M. Yusron, W. (2015). *Budi daya dan Pasca Panen Teh*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Efroni, I., Han, S. K., Kim, H. J., Wu, M. F., Steiner, E., Birnbaum, K. D., Hong, J. C., Eshed, Y., & Wagner, D. (2013). Regulation of leaf maturation by chromatin-mediated modulation of cytokinin responses. *Dev. Cell*, 24, 438–445.
- Gaddamwar, A., & Rajput, P. R. (2013). Influence of constituents of coconut water on fenugreek plant. *International Journal of Herbal Medicine*, 1(2), 162–168.
- Hartmann, A., Senning, M., Hedden, P., Sonnewald, U., & Sonnewald, S. (2010). Reactivation of meristem activity and sprout growth in potato tubers require both cytokinin and gibberellin. *Plant Physiology*, 155(2), 776–796.

- Hwang, I., Sheen, J., & Muller, B. (2012). Cytokinin signalling network. *Annu. Rev. Plant Biology*, 63, 353–380.
- Kieber, J. J., & Schaller, G. E. (2014). *Cytokinins*. Arabidopsis Book. doi.org/e0168, doi/10.1199/tab.0168
- Kobayashi, K., Ohnishi, A., Sasaki, D., Fujii, S., Iwase, A., Sugimoto, K., Masuda, T., & Wada, H. (2017). Shoot removal induces chloroplast development in roots via cytokinin signaling. *Plant Physiology*, 173, 2340–2355.
- Lafta, A. M., & Lorenze, J. H. (1995). Effect of high temperature on plant growth and carbohydrate metabolism in potato. *Plant Physiol*, 109, 637–643.
- Lazim, M. I. M., Badruzaman, N. A., Peng, K. S., & Long, K. (2015). Quantification of cytokinins in coconut water from different maturation stages of Malaysias Coconut (*Cocos nucifera* L.) varieties. *J Food Process Technol*, 6(11). doi.org/10.4172/2157-7110.1000515
- Li, X., & Xu, K. (2014). Effects of exogenous hormones on leaf photosynthesis of panax ginseng. *Photosynthetica*, 52(1), 152–156.
- Matsumoto-Kitano, M., Kusumoto, T., Tarkowski, P., Kinoshita-Tsujimura, K., Vaclavikova, K., Miyawaki, K., & Kakimoto, T. (2008). Cytokinins are central regulators of cambial activity. In *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* (pp. 20027–20031).
- Miyawaki, K., Matsumoto-Kitano, M., & Kakimoto, T. (2004). Expression of cytokinin biosynthetic isopentenyltransferase genes in arabidopsis: Tissue specificity and regulation by auxin, cytokinin, and nitrate. *Plant J*, 37, 128–138.
- Omo, G. D. (2013). Vegetables, growth and yield of selected water, sprayed with mature coconut. *International Scientific Research Journal*, V(3), 2094–1749.
- Pawirosemadi, M. (2011). *Dasar-dasar teknologi budidaya tebu dan pengolahan hasilnya*. UM Press. Malang.
- Pessarakli, M. (2005). *Handbook of photosynthesis* (2nd ed.). CRC Press.
- Prades, A., Dornier, M., Diop, N., & Pain, J. P. (2012). Coconut water uses, composition and properties. *The International Journal of Tropical & Subtropical Horticulture*, 67(2), 157–171.
- Priya, S. A., & Ramaswamy, L. (2014). Tender coconut water—nature's elixir to mankind. *International Journal of Recent Scientific Research*, 5(8), 1485–1490.
- Roman, H., Girault, T., Barbier, F., Péron, T., Brouard, N., Pencik, A., Leduc, N. (2016). Cytokinins are initial targets of light in the control of bud outgrowth. *Plant Physiology*, 172, 489–509.
- Sariningtias, N. W., Poerwanto, R., & Gunawan, E. (2014). Penggunaan benzil amino purin (BAP) pada okulasi jeruk keprok (*Citrus reticulata*). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 5(3), 158–167.
- Smith, C. J. S., Watson, C. F., Ray, J., Bird, C. R., Morris, P. C., Schuch, W., Grierson, D. (1988). Antisense gene expression in transgenic tomatoes nature. *Nature*, 334, 724–726.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). *Plant physiology and development* (3rd ed.). Sinauer Associates, Inc., Publishers. Sunderland, Massachusetts.
- Takei, K., Ueda, N., Aoki, K., Kuromori, T., Hirayama, T., Shinozaki, K., Yamaya, T., & Sakakibara, H. (2004). AtIPT3 is a key determinant of nitrate-dependent cytokinin biosynthesis in Arabidopsis. *Plant and Cell Physiology*, 45, 1053–1062.
- Tanaka, R., Kobayashi, K., & Masuda, T. (2011). Tetrapyrrole metabolism in Arabidopsis thaliana. Arabidopsis Book 9:e0145.
- Tanaka, M., Takei, K., Kojima, M., Sakakibara, H., Mori, H. (2006). Auxin controls local cytokinin biosynthesis in the nodal stem in apical dominance. *Plant J*, 45, 1028–1036.
- Thornley, J. H. (1999). Modelling stem height and diameter growth in plants. *Annals of Botany*, 84, 195–205.
- Wróblewska, K. (2013). Benxyladenine effect on rooting and axillary shoot out growth of *Gaura lindheimeri* Engelm a gray cuttings. *Hortorum Cultus*, 12(3), 127–126.
- Yaish, M. W. F., Guevara D. R., El-kereamy, A., & Rothstein, S. J. (2010). *Axillary shoot branching in plants* (Chapter 3). ©Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi 10.1007/978-3-642-02301-9_3
- Yong, J. W. H., Ge, L., Ng, Y. F., & Tan, S. N. (2009). The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. *Molecules*, 14(12), 5144–5164. doi.org/10.3390/molecules14125144

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
 DAN PENYEGAR**
 Journal of Industrial and Beverage Crops
 Volume 5, Nomor 1, Maret 2018

**KEEFEKTIFAN *Trichoderma viride* TNU DALAM MENGHAMBAT INFEKSI
Phytophthora palmivora PADA KAKAO**

**THE EFFECTIVENESS OF *Trichoderma Viride* TNU IN INHIBITING INFECTION OF
Phytophthora Palmivora ON COCOA**

* Samsudin, Rita Harni, dan Efi Taufik

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

(Tanggal diterima: 04 Januari 2018, direvisi: 21 Februari 2018, disetujui terbit: 30 Maret 2018)

ABSTRAK

Phytophthora palmivora merupakan patogen penyebab penyakit busuk buah dan kanker batang pada tanaman kakao. Jamur patogen ini sulit dikendalikan karena mampu bertahan hidup dalam bentuk miselium dan klamidospora pada bagian tanaman yang terinfeksi atau pada tanah. *Trichoderma viride* diharapkan mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen tersebut. Tujuan penelitian adalah mengetahui keefektifan *T. viride* dalam menghambat infeksi *P. palmivora* pada tanaman kakao. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium dan Rumah Kaca Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi, mulai Maret sampai Desember 2014. *T. viride* yang digunakan adalah isolat TNU hasil pemurnian dan perbanyakan di laboratorium. Uji daya hambat *T. viride* terhadap pertumbuhan dan perkembangan *P. palmivora* dilakukan secara *in vitro* pada media *potato dextrose agar* (PDA) dan secara *in vivo* pada buah yang terinfeksi dan benih kakao. Parameter yang diamati adalah daya hambat pada media PDA serta perkembangan penyakit pada buah dan benih kakao. Hasil penelitian menunjukkan *T. viride* dapat menghambat pertumbuhan *P. palmivora* dengan daya hambat sebesar 68,60% dan merupakan antagonis kuat bagi *P. palmivora* pada media PDA, serta mampu menurunkan infeksi *P. palmivora* pada benih kakao di rumah kaca. Aplikasi *T. viride* 3 hari sebelum atau sesudah inokulasi dengan *P. palmivora* dapat melindungi benih kakao dalam polybag, masing-masing sebesar 60% dan 45%. Namun demikian, *T. viride* belum mampu menghambat perkembangan penyakit busuk pada buah kakao terinfeksi.

Kata kunci: Agens hayati, kakao, *Phytophthora palmivora*, *Trichoderma viride*

ABSTRACT

Phytophthora palmivora is a pathogenic fungus that causes pod rot and stem cancer in cacao plant. This pathogen is difficult to control because it survives in the form of mycelium and chlamydospores in infected plant parts or in soil. *Trichoderma viride* is expected to inhibit the growth and development of this pathogen. The study aimed to determine the effectiveness of *T. viride* in inhibiting *P. palmivora* infection in cacao, conducted in Plant Protection Laboratory and Greenhouse of Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute (IIBCRI), Sukabumi from March to December 2014. The *T. viride* TNU isolates used was purified and propagated in the laboratory. The *T. viride* inhibition against *P. palmivora* growth and development was tested *in vitro* on potato dextrose agar medium (PDA) and *in vivo* on infected cacao pods and seedlings. The parameters observed were percentage of inhibition on PDA and the disease progression on infected pods and seedlings. The results showed that *T. viride* inhibited the growth of *P. palmivora* with inhibition percentage up to 68.60%, a strong antagonist for *P. palmivora* on PDA and reduced *P. palmivora* infection on seedlings in the greenhouse. Applications of *T. viride* 3 days before or after inoculation with *P. palmivora* was able to protect cacao seedlings in polybags, respectively by 60% and 45%. However, *T. viride* has not been able to hinder the development of pod rot disease on cacao.

Keywords: Biological agents, cacao, *Phytophthora palmivora*, *Trichoderma viride*

PENDAHULUAN

Phytophthora palmivora merupakan jamur patogen yang menyerang pangkal batang, batang, ranting, daun, dan buah kakao (Bowers, Bailey, Hebbar, Sanogo, & Lumsden, 2001). Penyakit busuk buah dan kanker batang yang disebabkan oleh jamur *P. palmivora* merupakan penyakit utama kakao, karena mengakibatkan penurunan kuantitas dan kualitas hasil, yang merugikan secara ekonomi. Serangan *P. palmivora* dapat menurunkan hampir 50% dari produksi kakao di seluruh dunia (Widyanta & Puspita, 2015) dan mematikan rata-rata 10% populasi tanaman kakao akibat penyakit kanker (Bowers *et al.*, 2001). Jamur *P. palmivora* juga dapat menyebabkan penyakit hawar daun yang menyerang benih kakao (Azis, Rosmana, & Dewi, 2013). Faktor lingkungan yang berperan penting dalam penyebaran dan infeksi jamur *P. palmivora* pada tanaman kakao adalah suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya, dan tanaman penanang (Fauzan, Lubis, & Pinem, 2013).

Pengendalian penyakit busuk buah dan kanker batang kakao yang dianjurkan saat ini menggunakan agens hayati yang dapat bertahan hidup dan menyebar secara alami. Salah satu agens hayati yang efektif sebagai pengendali biologi penyakit penting tanaman budi daya adalah jamur *Trichoderma viride*. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa *T. viride* efektif menghambat perkembangan patogen tanaman, antara lain *Drechslera biseptata*, *F. moniliforme* (Abu-taleb & Almousa, 2008), *P. infestans* (Zegeye, Santhanam, Gorf, & Kassa, 2011), *Rhizoctonia solani*, *Alternaria alternata*, *F. solani*, *Colletotrichum capsici* (Mishra *et al.*, 2011; Pal & Kaushik, 2012; Tagaram, Rani, Hindumathi, & Reddy, 2015), *F. circinatum* (Martínez-álvarez, Alves-santos, & Diez, 2012), *F. sacchari* (Gautam & Gupta, 2014), *Sclerotium rolfsii*, *Macrophomina phaseolina* (Doley & Jite, 2012; Doley, Borde, Dudhane, & Jite, 2014), *Botrytis allii* (Hussein & Hassan, 2014), dan *Meloidogyne javanica* (Al-Hazmi & TariqJaveed, 2016).

Pemanfaatan jamur *Trichoderma* spp. untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh *P. palmivora* pada tanaman kakao telah dilaporkan oleh beberapa peneliti. Umrah, Anggraeni, Esyanti, & Aryantha (2009) melaporkan beberapa isolat *Trichoderma* spp. memiliki tingkat antagonisitas tinggi terhadap *P. palmivora*. Hasil penelitian Mpika *et al.* (2009), jamur *T. virens* mampu menghambat pertumbuhan *P. palmivora* sampai 97,70% pada pengujian secara *in vitro*. Hasil laporan di atas mengindikasikan bahwa jamur antagonis tersebut berpotensi untuk dikembangkan sebagai agens hayati pengendali penyakit yang disebabkan *P. palmivora*. Penelitian bertujuan menguji keefektifan jamur *T. viride* isolat TNU dalam menghambat infeksi *P. palmivora*

penyebab penyakit busuk buah dan kanker batang kakao.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman Balittri, Sukabumi, mulai Maret sampai Desember 2014. Pengambilan sampel buah dilakukan di perkebunan kakao milik PT Bumiloka Swakarya, Sukabumi.

Isolasi *Phytophthora palmivora*

P. palmivora diisolasi dari buah kakao yang terserang penyakit busuk buah dengan gejala bercak cokelat kehitaman. Permukaan buah kakao yang terserang *P. palmivora* dibersihkan menggunakan akuades dan desinfektan. Bagian perbatasan antara jaringan terinfeksi dengan yang masih sehat dikupas menggunakan pisau, kemudian dipotong dengan ukuran 1 cm x 1 cm. Jaringan tersebut ditanam pada media *water agar* (WA), kemudian diinkubasi dalam inkubator selama 3 x 24 jam. Jamur yang tumbuh pada media WA dikonfirmasi secara morfologi di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 400 x, kemudian dibiakkan pada medium (PDA) sampai diperoleh biakan murni.

Perbanyakan *Trichoderma viride*

Isolat jamur *T. viride* yang digunakan merupakan isolat koleksi Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri). Isolat *T. viride* dimurnikan pada media selektif (3 g glukosa; 1 g NH₄NO₃; 0,90 g KH₂PO₄; 0,20 g MgSO₄; 0,15 g KCl; 0,02 g ZnSO₄; 0,02g MnSO₄; 0,15 g *rose bengal*; 0,25 g *chloramphenicol*; 0,05 g *streptomycin* sulfat; dan 20 g bakto agar). Isolat jamur hasil pemurnian tersebut kemudian diremajakan dan diperbanyak pada media *potato dextrose agar* (PDA) selama lima hari. Isolat jamur yang berumur 5 hari tersebut sudah dapat digunakan sebagai isolat uji.

Uji Daya Hambat *Trichoderma viride* terhadap *Phytophthora palmivora* di Laboratorium

Uji daya hambat dilakukan secara *in vitro* dengan metode biakan ganda (*dual culture*) pada media PDA. *P. palmivora* yang sudah tumbuh pada media PDA dipotong dengan diameter 0,50 cm menggunakan pelubang gabus. Potongan inokulum *P. palmivora* ditanam pada media PDA dengan jarak 3 cm dari tepi cawan petri. Selang 3 hari kemudian pada sisi yang berlawanan diinokulasikan potongan inokulum *T. viride* dengan diameter 0,50 cm pada jarak 3 cm dari tepi cawan. Pengujian ini diulang 4 kali. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai *P. palmivora* pada kontrol,

tumbuh memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm. Persentase penghambatan dihitung dengan rumus:

$$\text{Penghambatan} = ([R1 - R2]/R1) \times 100 \%$$

Keterangan : R1 = jari-jari pertumbuhan *P. palmivora* ke arah tepi cawan petri
R2 = jari-jari pertumbuhan *P. palmivora* ke arah *Trichoderma*

Kelas antagonisitas *T. viride* terhadap *P. palmivora* ditentukan berdasarkan klasifikasi yang dibuat oleh (Chandrasekar, Nakkeeran, Renukadevi, & Raguchander, 2011), seperti tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi antagonisitas *Trichoderma* spp. terhadap patogen
Table 1. Classification of *Trichoderma* spp. antagonistic against pathogens

Kelas antagonisitas	Deskripsi
1	Patogen menutupi sebagian/seluruh koloni strain <i>Trichoderma</i>
2	Patogen/ <i>Trichoderma</i> mengkoloni setengah dari media, dan satu dengan yang lain saling mendominasi
3	Inisiasi <i>Trichoderma</i> tumbuh menutupi koloni patogen
4	<i>Trichoderma</i> tumbuh menutupi 2/3 permukaan koloni patogen
5	<i>Trichoderma</i> secara sempurna menutupi koloni patogen dan menutupi seluruh permukaan media

Daya Hambat *Trichoderma viride* terhadap Perkembangan Infeksi *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao

Penelitian menggunakan *T. viride* dalam bentuk spora dengan kerapatan 10^8 spora/ml dan kontrol, masing-masing perlakuan menggunakan 10 buah kakao dan diulang 4 kali. Pengujian dilakukan dengan cara menandai batas infeksi *P. palmivora*, kemudian menyemprotkan suspensi spora *T. viride* pada

permukaan buah yang bergejala busuk, seperti terlihat pada Gambar 1. Parameter yang diamati adalah pertambahan diameter gejala bercak pada buah.

Keefektifan *Trichoderma viride* dalam Menghambat Infeksi *Phytophthora palmivora* pada Benih Kakao

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan, yaitu: (1) aplikasi *T. viride* 10^8 spora/ml, 3 hari kemudian dinokulasi *P. palmivora*; (2) Inokulasi *P. palmivora*, 3 hari kemudian aplikasi *T. viride* 10^8 spora/ml; (3) Inokulasi *P. palmivora* saja (kontrol positif); dan (4) tanpa perlakuan (kontrol negatif). Masing-masing perlakuan menggunakan 10 tanaman uji dan diulang 4 kali. Inokulasi patogen *P. palmivora* pada benih dilakukan secara langsung dari buah kakao yang terinfeksi, dengan cara menempelkan irisan jaringan buah terinfeksi berukuran $3 \times 3 \text{ cm}^2$ pada pangkal batang benih kakao dalam polybag. Pengujian dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi spora *T. viride* pada pangkal batang benih kakao secara merata. Parameter yang diamati adalah persentase infeksi *P. palmivora* pada benih 10 hari setelah perlakuan berdasarkan kategori infeksi seperti Tabel 2.

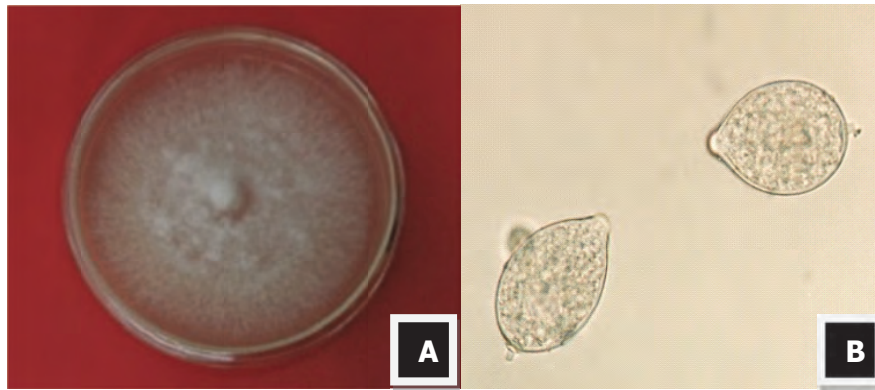
Tabel 2. Kategori infeksi *Phytophthora palmivora* pada benih kakao di rumah kaca

Table 2. The categories of *Phytophthora palmivora* infection on cacao seedling in greenhouse

Kategori infeksi	Deskripsi
Sehat	Tidak ada bercak pada pangkal batang dan tanaman tumbuh normal
Ringan	Terdapat bercak hitam pada pangkal batang, pertumbuhan tanaman tidak terganggu
Sedang	Terdapat bercak hitam pada pangkal batang, beberapa daun tua mengering dan pertumbuhan pucuk baru terhambat
Berat	Terdapat bercak hitam pada pangkal batang, seluruh bagian tanaman mengering

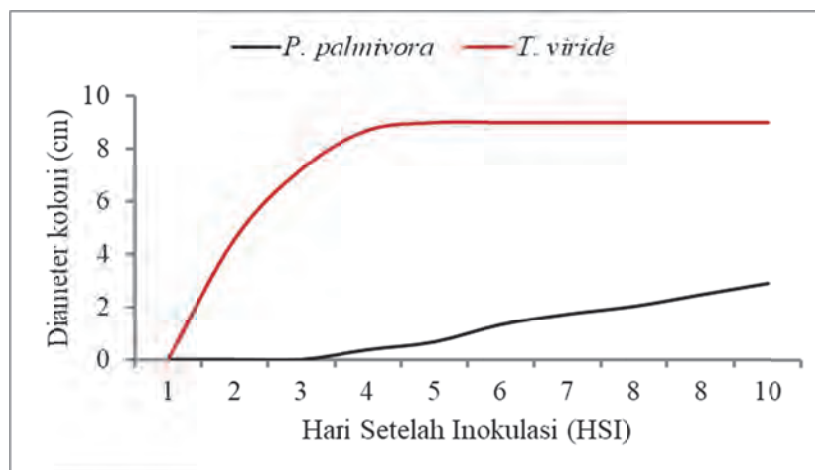


Gambar 1. Proses pengujian spora *Trichoderma viride* pada buah terinfeksi *Phytophthora palmivora*
Figure 1. The testing process of *Trichoderma viride* spore on the *Phytophthora palmivora* infected pods



Gambar 2. Hasil isolasi *Phytophthora palmivora* dari buah yang terinfeksi: A = biakan murni *P. palmivora* , B = sporangium *P. palmivora*

Figure 2. Isolates of *Phytophthora palmivora* from infected pods: A = pure bred of *P. palmivora* , B= sporangium *P. palmivora*



Gambar 3. Pertumbuhan koloni *Phytophthora palmivora* dan *Trichoderma viride* pada media PDA

Figure 3. Growth of *Phytophthora palmivora* and *Trichoderma viride* colonies on PDA media

HASIL DAN PEMBAHASAN

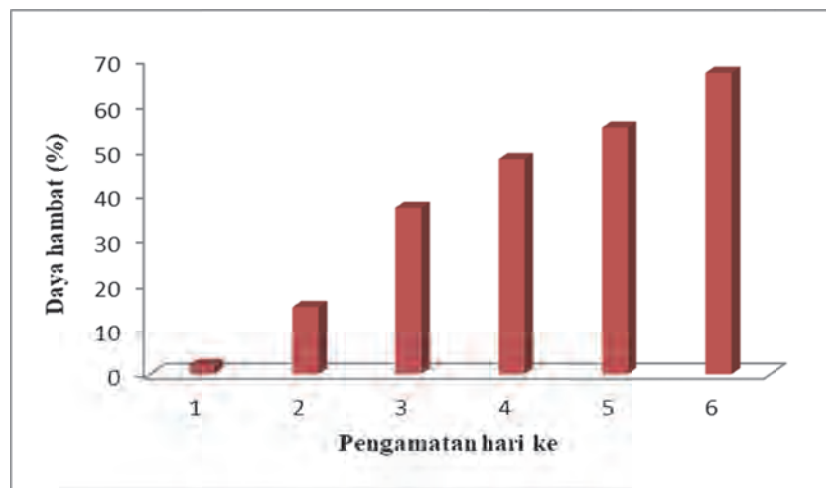
Isolasi Patogen Penyebab Penyakit Busuk Buah pada Kakao

Hasil isolasi *P. palmivora* dari buah yang terinfeksi terlihat pada Gambar 2. Koloni berbentuk bulat, dengan pinggir tidak rata, berwarna putih seperti kapas, bila dipotong dengan skalpel terasa agak kenyal. Miselia berwarna putih lurus, senosit tetapi kadang-kadang bersepta seiring bertambahnya umur. Sporangium berbentuk ovoid (buah pir) dengan papilla yang jelas, sporangiospora tumbuh simpodial. Koloni tumbuh lambat dan membentuk jaringan hifa yang sangat tipis.

Daya Hambat *Trichoderma viride* terhadap *Phytophthora palmivora* di Laboratorium

Pertumbuhan koloni jamur *T. viride* pada media PDA sangat cepat, yakni dalam waktu sekitar 3 hari mampu menutupi seluruh permukaan substrat pada cawan petri berdiameter 9 cm. Sementara itu, pertumbuhan jamur *P. palmivora* pada media PDA sangat lambat dan baru terlihat 3 hari setelah inokulasi. Gambar 3 memperlihatkan pertumbuhan koloni jamur *T. viride* dibandingkan dengan pertumbuhan jamur patogen *P. palmivora* dalam media PDA.

Hasil pengamatan pengaruh daya hambat *T. viride* terhadap pertumbuhan *P. palmivora* menunjukkan bahwa *T. viride* dapat menghambat pertumbuhan *P. palmivora* pada hari kedua dengan daya hambat 12%. Daya hambat semakin besar dengan bertambahnya hari pengamatan. Pada hari keempat pengamatan, *T. viride* dapat menghambat 49,60% pertumbuhan *P. palmivora* dan mencapai 68,60% pada hari keenam (Gambar 4).



Gambar 4. Daya hambat *Trichoderma viride* terhadap pertumbuhan *Phytophthora palmivora*
Figure 4. The *Trichoderma viride* inhibitions on *Phytophthora palmivora* growth



Gambar 5. Antagonisitas *Trichoderma viride* terhadap *Phytophthora palmivora*: A = bagian depan, B = belakang
Figure 5. Antagonistic of *Trichoderma viride* against *Phytophthora palmivora*: A = front, B = back

Hasil pengujian antagonisitas dari *T. viride* terhadap jamur patogen *P. palmivora* menunjukkan bahwa *T. viride* merupakan antagonis kuat bagi *P. palmivora*. Berdasarkan kelas antagonisitas yang dibuat oleh Chandrasekar, Nakkeeran, Renukadevi, & Raguchander (2011), *T. viride* tergolong dalam antagonis kelas 5, dimana *Trichoderma* secara sempurna menutupi koloni patogen dan menutupi seluruh permukaan media. Hasil ini mengindikasikan bahwa *T. viride* bekerja sebagai kompetitor kuat dalam menguasai substrat bagi jamur *P. palmivora*. Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa 4 hari setelah inokulasi, *T. viride* mampu mengokupasi substrat berturut-turut 44%,

29%, 25%, dan 15% untuk *Epicoccum* sp., *F. roseum*, *Monilella* sp., dan *Absidia* sp. (Bouziane, Dehimat, Abdel, Benabdelkader, & Kacem, 2011).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Scharf, Brakhage, & Mukherjee (2016) menunjukkan bahwa *T. viride* selain sebagai kompetitor kuat dalam mengeksploitasi substrat, juga menghasilkan metabolit sekunder yang bersifat antibiosis sehingga mampu mematikan patogen. Metabolit sekunder toksik yang dihasilkan *T. viride* antara lain *gliotoxin* (GT), *viridian*, dan *gliovirin* (Pakora et al., 2017). Gambar 5 memperlihatkan bahwa koloni *T. viride* selain mampu menghentikan perkembangan patogen *P. palmivora*, juga

mampu mematikannya. Pada Gambar 5B terlihat hifa *P. palmivora* berwarna kuning yang menunjukkan bahwa hifa tersebut mati. Beberapa hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa *T. viride* terbukti mampu mematikan *Aspergillus* spp. (Rai, Singh, & Singh, 1980), *F. oxysporum* f. sp. *adzuki* dan *Pythium arrhenomanes* (John et al., 2010), *F. oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria zinnia* (Tapwal et al., 2011), dan *Meloidogyne javanica* (Al-Hazmi & Tariq Javeed, 2016).

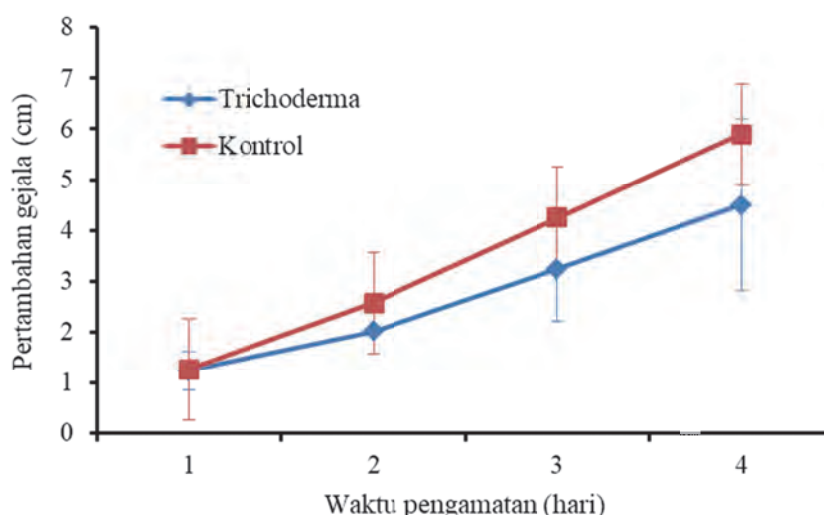
Kemampuan *Trichoderma viride* dalam Menghambat Infeksi *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao

Hasil pengujian suspensi spora *T. viride* terhadap penghambatan gejala busuk buah kakao, perlakuan *T. viride* belum memberikan pengaruh yang nyata dalam menghambat perkembangan gejala busuk buah kakao dibanding dengan kontrol (Gambar 6). Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa *P. palmivora* yang sudah menginfeksi buah masih dapat tumbuh dan berkembang meskipun telah diberi perlakuan *T. viride*. Hal ini terjadi karena jamur patogen *P. palmivora* yang telah menginfeksi buah akan berkembang dalam jaringan hidup, sedangkan *T. viride* hanya tumbuh dan berkembang pada bagian tanaman yang sudah membusuk atau sebagai saprofit. Menurut Monte & Llobell (2003) jamur *Trichoderma* lebih dikenal sebagai jamur saprofit yang mampu mendegradasi bahan-bahan organik karena menghasilkan berbagai jenis enzim yang termasuk dalam *cell wall degrading enzymes* (CWDE), seperti kitinase, glukonase, dan protease. Sementara itu, hasil penelitian Umrah et al. (2009) dengan menggunakan buah kakao yang diinfeksi *P. palmivora*

secara buatan, kemudian diaplikasikan spora jamur *T. koningii*, efektif menekan serangan penyakit busuk buah pada kakao. Oleh sebab itu, aplikasi jamur *Trichoderma* pada buah kakao lebih efektif dilakukan sebagai upaya pencegahan sebelum terjadi infeksi patogen.

Keefektifan *Trichoderma viride* dalam Menghambat Infeksi *Phytophthora palmivora* pada Benih Kakao

Hasil uji keefektifan *T. viride* dalam menghambat infeksi *P. palmivora* pada benih kakao di rumah kaca ditunjukkan pada Tabel 3. Jamur *T. viride* yang diaplikasikan sebelum diinokulasi dengan patogen *P. palmivora* mampu melindungi 60% benih kakao dari infeksi patogen dan sisanya 40% masih terinfeksi patogen dengan kategori infeksi masing-masing 25% ringan, 15% sedang, dan tidak ada yang terinfeksi berat. Sementara itu, perlakuan *T. viride* yang diaplikasikan 3 hari setelah inokulasi patogen hanya mampu melindungi benih kakao sebesar 47,50% dari infeksi patogen, sedangkan 52,50% benih lainnya masih terinfeksi patogen dengan kategori infeksi masing-masing 25% ringan, 17,50% sedang, dan 10% berat. Semua perlakuan *T. viride* secara signifikan mampu menurunkan infeksi *P. palmivora* pada benih kakao di rumah kaca dibandingkan dengan kontrol positif (Tabel 3). Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa *T. viride* yang diaplikasikan sebelum infeksi *P. palmivora* mampu mencegah dan menghambat infeksi patogen lebih baik daripada yang diaplikasikan setelah terinfeksi. Pada Gambar 7 dapat dilihat gejala serangan *P. palmivora* pada benih kakao sesuai kategori infeksi.



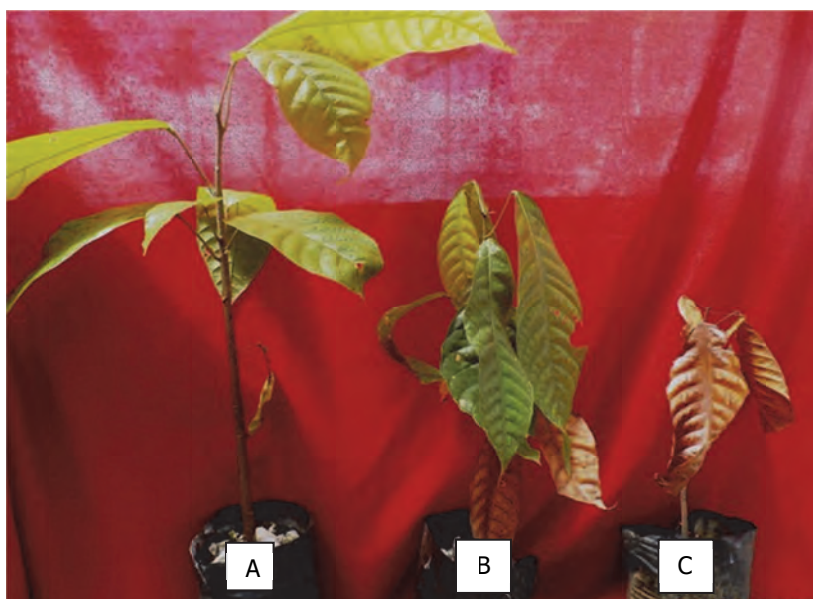
Gambar 6. Penghambatan laju infeksi *Phytophthora palmivora* oleh *Trichoderma viride* pada buah kakao. Garis vertikal menggambarkan nilai simpangan baku.

Figure 6. The infection rate inhibitions of *Phytophthora palmivora* by *Trichoderma viride* on cocoa pods. Vertical bars represents standart deviation value.

Tabel 3. Persentase kategori infeksi *Phytophthora palmivora* pada benih kakao

Table 3. Percentage of *Phytophthora palmivora* infections categories on cocoa seedlings

Perlakuan	Kategori infeksi (%)					
	Sehat		Ringan		Sedang	Berat
<i>T. viride</i> + <i>P. palmivora</i>	60,00	b	25,00	a	15,00	b
<i>P. palmivora</i> + <i>T. viride</i>	47,50	c	25,00	a	17,50	b
<i>P. palmivora</i>	5,00	d	22,50	ab	45,00	a
Kontrol	97,50	a	2,50	c	0,00	c



Gambar 7. Penampilan benih kakao setelah perlakuan sesuai kategori infeksi: A = ringan, B = sedang, dan C = berat

Figure 7. Appearance of cocoa seedlings after treatment according to infection categories: A = mild, B = moderate, and C = severe

Jamur antagonis *T. viride* dapat pula digunakan sebagai pelindung benih kakao dari serangan penyakit busuk pangkal batang atau busuk daun yang disebabkan oleh jamur *P. palmivora* di rumah kaca. Hussein, Hassan, & Abo-Elyousr (2014) menyatakan bahwa *T. viride* efektif digunakan sebagai agens hayati untuk mengendalikan patogen benih di rumah kaca, akan tetapi untuk penggunaan di lapangan perlu penelitian lebih lanjut. Aplikasi *T. viride* pada perbenihan sebaiknya diaplikasikan pada media tanam saat di polibag dan dicampur dengan bahan organik, akan tetapi penggunaannya harus diupayakan tidak dicampur dengan fungisida kimia.

KESIMPULAN

Jamur *T. viride* merupakan agens antagonis yang dapat menghambat pertumbuhan *P. palmivora* sampai 68,60% dan bekerja sebagai kompetitor kuat terhadap *P. palmivora* pada media PDA serta mampu menurunkan infeksi *P. palmivora* pada benih kakao di

rumah kaca. Aplikasi *T. viride* pada benih kakao sebelum diinokulasi dengan patogen *P. palmivora* mampu melindungi 60% benih kakao dari infeksi patogen, sedangkan yang diaplikasikan 3 hari setelah inokulasi patogen hanya mampu melindungi benih kakao sebesar 47,50% dari infeksi patogen. Aplikasi *T. viride* pada buah kakao yang sudah terinfeksi belum dapat menghambat perkembangan busuk buah kakao dibandingkan dengan kontroll.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Manajemen PT Bumiloka Swakarya, Sukabumi, yang telah memberi izin untuk melakukan pengamatan serangan busuk buah kakao dan mengambil sampel buah yang terinfeksi patogen *P. palmivora*. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Sdr. Sumantri yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu-taleb, A. M., & Al-mousa, A. A. (2008). Evaluation of antifungal activity of vitavax and *Trichoderma viride* against two wheat root rot pathogens. *Journal of Applied Biosciences*, 6, 140–149.
- Al-Hazmi, A. S., & TariqJaveed, M. (2016). Effects of different inoculum densities of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* against *Meloidogyne javanica* on tomato. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23(2), 288–292.
<http://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.04.007>
- Azis, A., Rosmana, A., & Dewi, V. (2013). Pengendalian penyakit hawar daun *Phytophthora* pada bibit kakao dengan *Trichoderma asperellum*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9(1), 15–20. <http://doi.org/10.14692/jfi.9.1.15>
- Bouziane, Z., Dehimat, L., Abdel, A., Benabdelkader, M., & Kacem, C. (2011). The antagonism between *Trichoderma viride* and other pathogenic fungal strains in *Zea mays*. *Agric. Biol. J. N. Am.*
<http://doi.org/10.5251/abjna.2011.2.4.584.590>
- Bowers, J. H., Bailey, B. A., Hebbar, P. K., Sanogo, S., & Lumsden, R. D. (2001). The impact of plant diseases on world chocolate production. *Plant Health Progress*, 1650–1653. <http://doi.org/10.1094/PHP-2001-0709-01-RV>
- Chandrasekar, G., Nakkeeran, S., Renukadevi, P., & Raguchander, T. (2011). Selection of fungal biocontrol agents. *International Workshop on "Production of Biocontrol Agents"* (Pseudomonas and Trichoderma) Department of Plant Pathology Centre for Plant Protection Studies Tamil Nadu Agricultural University Coimbatore , India, 25–37.
- Doley, K., & Jite, P. K. (2012). In-vitro efficacy of *Trichoderma viride* against *Sclerotium rolfsii* and *Macrophomina phaseolina*. *Notulae Scientia Biologicae*, 4(4), 39–44.
- Doley, K., Borde, M., Dudhane, M., & Jite, P. K. (2014). Efficiency of *Glomus fasciculatum* and *Trichoderma viride* in bio- control of soil-borne pathogen (*Macrophomina phaseolina*) on different groundnut cultivars. *Bioscience Discovery*, 5(2), 163–169.
- Fauzan, A., Lubis, L., & Pinem, M. I. (2013). Keparahan penyakit busuk buah kakao (*Phytophthora palmivora* Butl.) pada beberapa perkebunan kakao rakyat yang berbeda naungan di Kabupaten Langkat. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(3), 374–384.
- Gautam, C., & Gupta, S. (2014). Antagonistic effect of *Trichoderma viride* and *Trichoderma harzianum* against plant pathogenic fungi and its growth on different agro-waste substrates. *National Conference on Synergetic Trends in Engineering and Technology (STET-2014)*, 23–25.
- Hussein, M. a M., & Hassan, M. H. a. (2014). Biological control of *Botrytis allii* by *Trichoderma viride* on Onion *Allium cepa*. *World Applied Sciences Journal*, 32(3), 522–526.
<http://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2014.32.03.933>
- John, R. P., Tyagi, R. D., Prévost, D., Brar, S. K., Pouleur, S., & Surampalli, R. Y. (2010). Mycoparasitic *Trichoderma viride* as a biocontrol agent against *Fusarium oxysporum* f. sp. *adzuki* and *Pythium arrhenomanes* and as a growth promoter of soybean. *Crop Protection*. <http://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.08.004>
- Martínez-álvarez, P., Alves-santos, F. M., & Diez, J. J. (2012). In vitro and in vivo interactions between *Trichoderma viride* and *Fusarium circinatum*. *Silva Fennica*, 46(3), 303–316.
- Mishra, B. K., Mishra, R. K., Mishra, R. C., Tiwari, A. K., Singh, R. Y., & Dikshit, A. (2011). Biocontrol efficacy of *Trichoderma viride* isolates against fungal plant pathogens causing disease in *Vigna radiata* L . *Archives of Applied Science Research*, 3(2), 361–369.
- Monte, E., & Llobell, A. (2003). *Trichoderma* in organic agriculture. In *Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate)* (pp. 725–733). Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/e3a1/0a8f79f07cf033a87bb75d1e14ac1f19c714.pdf>
- Mpika, J., Kébé, I. B., Issali, A. E., N'guessan, F. K., Druzhinina, S., Komon-Zélazowska, M., ... Aké, S. (2009). Antagonist potential of *Trichoderma indigenous* isolates for biological control of *Phytophthora palmivora* the causative agent of black pod disease on cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Côte d'Ivoire. *African Journal of Biotechnology*. <http://doi.org/10.5897/AJB09.394>
- Pakora, G., Mpika, J., Kone, D., Ducamp, M., Kebe, I., Nay, B., & Buisson, D. (2017). Inhibition of *Phytophthora* species, agents of cocoa black pod disease, by secondary metabolites of *Trichoderma* species.
- Pal, P., & Kaushik, P. (2012). Antagonistic activity of *Trichoderma viride* against *Rhizoctonia solani* isolated from an orchid. *Vegetos*, 25(2), 76–77.
- Rai, B., Singh, V. N., & Singh, D. B. (1980). *Trichoderma viride* as a mycoparasite of *Aspergillus* spp. *Plant and Soil*. <http://doi.org/10.1007/BF02139649>
- Scharf, D. H., Brakhage, A. A., & Mukherjee, P. K. (2016). Gliotoxin - bane or boon? *Environmental Microbiology*. <http://doi.org/10.1111/1462-2920.13080>
- Tagaram, N., Rani, A. S., Hindumathi, A., & Narasimha Reddy, B. (2015). In vitro evaluation of *Trichoderma viride* and *Trichoderma harzianum* for its efficacy against *Alternaria alternata*, the leaf spot pathogen on Senna plant. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences Ver. II*, 10(6), 2319–7676.
<http://doi.org/10.9790/3008-1062145147>

- Tapwal, A., Singh, U., Teixeira, J. A., Singh, G., Garg, S., & Kumar, R. (2011). In vitro antagonism of *Trichoderma viride* against five phytopathogens. *Pest Technology*.
- Umrah, Anggraeni, T., Esyanti, R. R., & Aryantha, I. N. P. (2009). Antagonisitas dan efektivitas *Trichoderma* sp dalam menekan perkembangan *Phytophthora palmivora* pada buah kakao. *J. Agroland*, 16(1), 9–16.
- Widyanta, S., & Puspita, N. (2015). Aplikasi kapur dan urea serta pengaruhnya terhadap perkembangan *Phytophthora palmivora*. *Menara Perkebunan*, 31(1), 41–48.
- Zegeye, E. D., Santhanam, A., Gorf, D., & Kassa, B. (2011). Biocontrol activity of *Trichoderma viride* and *Pseudomonas fluorescens* against *Phytophthora infestans* under greenhouse conditions. *Journal of Agricultural Technology*, 7(6), 1589–1602.

MITRA BESTARI
JURNAL TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR
VOLUME 5 NOMOR 1 2018

Kuntoro Boga Andri, SP, M.Agr., Ph.D

Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian - Agroekonomi

Dr. Ir. Nurliani Bermawie

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat - Pemuliaan Tanaman

Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr.

Institut Pertanian Bogor - Pascapanen Pertanian

Prof (R). Dr. Ika Mariska Soedharma

Masyarakat Kelapa Sawit Indonesia - Bioteknologi Pertanian

Dr. Hagus Tarno, Agr. Sc.

Universitas Brawijaya - Entomologi

KETENTUAN PENULISAN NASKAH

JURNAL TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR

CAKUPAN

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

PENGAJUAN NASKAH

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

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

PENYIAPAN NASKAH

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Daftar Pustaka: Jumlah pustaka minimal sepuluh dan 80% berasal dari sumber acuan primer, serta dianjurkan terbitan lima tahun terakhir. Daftar pustaka disusun secara alfabetis, nama penulis yang sama ditulis lengkap dan disusun berdasarkan tahun terlama. Penulisan daftar pustaka dan sitasi dalam naskah mengacu pada *American Psychological Association 6th edition (APA) style*. Penjelasan cara penulisan 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

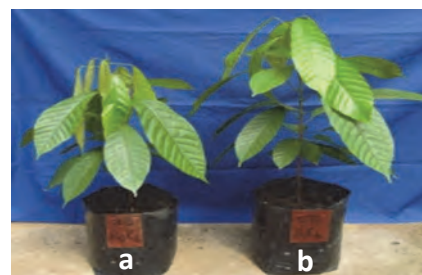
Table 1. Effect of various shading trees on percentage of fruit set of coffee at 9 months old

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

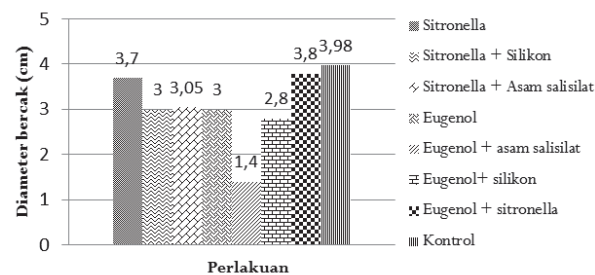
Contoh penampilan gambar/foto:



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

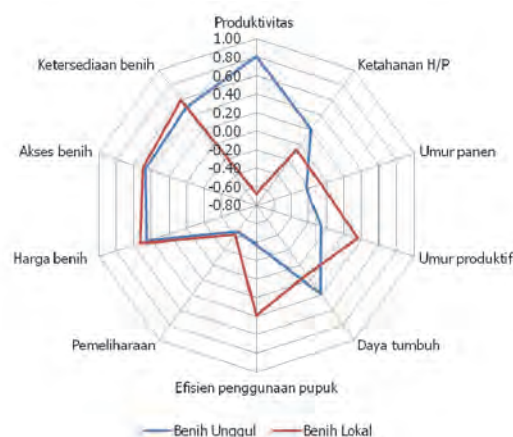
Figure 1. Growth of hybrid cacao seedlings: (a) without treatment and (b) with seed treatment and planting medium

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