

P-ISSN : 2356-1297
E-ISSN : 2528-7222

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**

Journal of Industrial and Beverage Crops

Volume 4, Nomor 3, November 2017

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 4, Nomor 3, November 2017

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

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

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

Arifa Nofriyaldi Chan - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

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. Dr. Prof. Dr. Ir. I.G.A.A. Ambarawati,
M.Ec., Ph.D.**
Universitas Udayana
Sosial Ekonomi Pertanian

23. Dr. Ika Roostika Tambunan, S.P., M.Si
Balai Besar Penelitian dan Pengembangan
Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik
Biologi Molekuler

24. Reflinur, SP., MSi., Ph.D
Balai Besar Penelitian dan Pengembangan
Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik
Bioteknologi

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 4 Nomor 3 ini menyajikan 5 artikel: 2 artikel kopi di bidang pemuliaan, 1 artikel kopi di bidang sosial ekonomi, 1 artikel kopi di bidang pasca panen, dan 1 artikel kakao di bidang sosial ekonomi.

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

Ketua Dewan Editor

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
 DAN PENYEGAR**
 Journal of Industrial and Beverage Crops
 Volume 4, Nomor 3, November 2017

UDC 633.73-608.24

Meynarti Sari Dewi Ibrahim dan RR. Sri Hartati

Peningkatan Induksi Kalus Embriogenik dan Konversi Embrio Somatik Kopi Robusta Klon BP 308*J. TIDP 4(3), 121-132*

November, 2017

Kopi Robusta (*Coffea canephora*) merupakan tanaman menyerbuk silang, sehingga untuk menjamin mutu genetik benih yang dihasilkan sama dengan induknya harus diperbanyak secara vegetatif. Salah satu caranya menggunakan teknik kultur *in vitro* melalui embriogenesis somatik. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh (ZPT) 2,4-D dan thidiazuron, serta penambahan bidang sayatan pada eksplan daun dalam menginduksi kalus embriogenik, dan penambahan GA₃ untuk meningkatkan konversi embrio somatik. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Unit Pengadaan Benih Unggul Pertanian, Badan Libang Pertanian, Bogor, mulai bulan Desember 2014 sampai Juni 2016. Penelitian dibagi menjadi 2 tahapan. Tahap 1 menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 faktor, faktor pertama adalah kombinasi ZPT 2,4-D (1,0 dan 2,0 mg/l) dan thidiazuron (1,0; 3,0; dan 5,0 mg/l) dan faktor kedua adalah penyayatan daun (disayat dan tidak disayat). Tahap 2 menggunakan RAL dengan perlakuan pemberian GA₃ pada konsentrasi berbeda, yaitu 0,0; 0,5; dan 1,0 mg/l. Peubah yang diamati adalah persentase eksplan membentuk kalus, bobot segar kalus, jumlah torpedo, jumlah embrio somatik fase kotiledon, dan jumlah kecambah yang terbentuk. Hasil penelitian menunjukkan persentase pembentukan kalus embriogenik dan bobot segar kalus dipengaruhi oleh kombinasi ZPT. Penambahan bidang sayatan pada daun tidak memberikan hasil yang lebih baik dalam menginduksi kalus embriogenik. Kalus embriogenik dari media perlakuan 2,4-D 1 mg/l + thidiazuron 5,0 mg/l yang diregenerasikan menggunakan media ½ MS diperkaya kinetin 2 mg/l menghasilkan jumlah kecambah terbanyak. Penambahan GA₃ 0,1 mg/l pada media regenerasi dapat direkomendasikan untuk meningkatkan konversi embrio somatik kopi Robusta klon BP 308.

Kata kunci: *Coffea canephora*, GA₃, penyayatan, thidiazuron, 2,4-D

UDC 633.73:577.212

Syafaruddin, Dani, dan Marcia Bunga Pabendon

Keragaman Genetik antar Klon Kopi Robusta Lokal Pagar Alam berdasarkan Analisis Marka SSR*J. TIDP 4(3), 133-144*

November, 2017

Kopi Robusta (*Coffea canephora* var. *robusta*) merupakan jenis kopi yang paling luas pengembangannya di Indonesia, termasuk wilayah Kota Pagar Alam, Sumatera Selatan. Pada beberapa dekade terakhir, banyak petani di Kota Pagar Alam melakukan seleksi dan rehabilitasi tanaman kopi Robusta secara klonal sehingga terbentuk beberapa populasi klon lokal. Pola tersebut dalam jangka panjang dikhawatirkan akan memusnahkan alel-alel penting dan mereduksi keragaman genetik kopi Robusta lokal di lahan petani. Tujuan penelitian adalah mengetahui keragaman genetik antar klon kopi Robusta lokal Pagar Alam berdasarkan analisis marka SSR. Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi Molekuler, Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros, mulai bulan Februari sampai April 2017. Karakterisasi molekuler 19 klon kopi Robusta lokal Pagar Alam dilakukan menggunakan 33 marka SSR (*Simple Sequence Repeat*) polimorfik. Data biner yang dihasilkan selanjutnya dianalisis menggunakan program PowerMarker untuk mengetahui nilai polimorfisme (PIC), jumlah dan keragaman alel, serta nilai heterozigositas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 33 lokus SSR polimorfik menghasilkan 134 alel dengan rata-rata 4,06 alel/lokus, sedangkan nilai PIC antara 0,09–0,77 dengan rata-rata 0,48. Dari 33 lokus SSR, terdapat 19 lokus (57,58%) yang mempunyai nilai PIC sangat informatif (>0,55). Hasil konstruksi dendrogram menggunakan program NTSYS membagi 19 klon kopi Robusta lokal Pagar Alam menjadi 4 klaster pada koefisien kemiripan genetik 0,53. Salah satu klon, yaitu KPA41 terpisah dalam klaster tersendiri sehingga berpotensi disilangkan dengan klon-klon lainnya. Berdasarkan nilai jarak genetik >0,55 dapat disusun 14 kombinasi persilangan antar klon yang berpotensi meningkatkan keragaman genetik kopi Robusta lokal Pagar Alam.

Kata kunci: *Coffea canephora* var. *robusta*, keragaman genetik, marka SSR, nilai jarak genetik

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 4, Nomor 3, November 2017

UDC 633.73:339.1

Dewi Listyati, Bedy Sudjarmoko, Abdul Muis Hasibuan, dan Enny Randriani
Analisis Usaha Tani dan Rantai Tata Niaga Kopi Robusta di Bengkulu

*J. TIDP 4(3), 145-152
November, 2017*

Kopi merupakan sumber pendapatan petani di Bengkulu dengan nilai ekonomi cukup tinggi. Hal ini mendorong pemerintah menggalakkan pengembangan kopi sebagai komoditas unggulan untuk meningkatkan perekonomian masyarakat. Tujuan penelitian adalah mengetahui pendapatan usaha tani dan gambaran umum pemasaran kopi Robusta di Bengkulu. Penelitian dilakukan secara survei di Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu, mulai bulan Mei sampai Agustus 2014. Data dikumpulkan dari 40 orang responden yang meliputi petani, pedagang pengumpul desa, pedagang pengumpul kecamatan, dan pedagang besar. Analisis data menggunakan tabulasi silang, kemudian dijelaskan secara deskriptif. Hasil analisis menunjukkan bahwa usaha tani kopi memberikan pendapatan yang cukup baik. Hal ini dicerminkan oleh pendapatan usaha tani kopi Robusta sebesar Rp8.417.600,00/ha dengan nilai R/C-ratio 1,87. Rantai pemasaran kopi Robusta melibatkan petani sebagai produsen, pedagang pengumpul tingkat desa dan kecamatan sebagai penampung awal, kemudian menjual ke pedagang besar/agen dan eksportir. Saluran pemasaran kopi di Bengkulu cukup efisien dengan nilai persentase margin pemasaran yang relatif rendah dan merata serta bagian yang diterima produsen lebih dari 50%.

Kata kunci: Kopi, pendapatan petani, tata niaga, usaha tani

UDC 633.74-156:340.132

Bedy Sudjarmoko, Dewi Listyati, dan Abdul Muis Hasibuan
Analisis Penyusunan Prioritas Kegiatan dalam Mendukung Diberlakukannya Kewajiban Fermentasi Biji Kakao

*J. TIDP 4(3), 153-162
November, 2017*

Kakao merupakan komoditas perkebunan yang berperan penting dalam perekonomian nasional. Namun, kakao Indonesia masih dihadapkan pada masalah di bidang produksi, pengolahan, dan pemasaran. Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014 untuk meningkatkan daya saing dan nilai tambah biji kakao Indonesia, mendukung pengembangan industri berbahan baku kakao dalam negeri, memberikan perlindungan pada konsumen dari peredaran biji kakao yang tidak memenuhi persyaratan mutu, meningkatkan pendapatan petani kakao, dan mempermudah penelusuran kembali kemungkinan terjadinya penyimpangan produksi dan peredaran. Tujuan penelitian adalah menyusun rekomendasi prioritas kegiatan yang harus dilakukan untuk mendukung Permentan Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014. Penelitian dilaksanakan di Sumatera Barat, Jawa Barat, Jawa Timur, Yogyakarta, dan DKI Jakarta, mulai bulan Januari sampai Desember 2016. Penelitian dilakukan dengan metode survei dan data diolah dengan analisis hierarki proses (AHP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa prioritas kegiatan yang harus dicapai untuk mendukung Permentan Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014 adalah: (1) memberlakukan kebijakan nasional tentang pengolahan biji kakao fermentasi yang diimplementasikan secara tegas, konsisten, dan kontinu; (2) melaksanakan diversifikasi produk sekunder kakao yang mampu dilakukan petani dengan biaya murah, mudah, dan didukung teknologi tepat guna; (3) melakukan kampanye untuk meningkatkan kesadaran nasional akan pentingnya ketahanan energi yang dilakukan secara kontinu, masif, dan intensif; (4) memacu investor/pengusaha industri hilir kakao berskala besar dan usaha berskala kecil sampai menengah di pedesaan untuk secara konsisten menjalankan industri pengolahan kakao; (5) melaksanakan intensifikasi, rehabilitasi, dan peremajaan tanaman kakao agar produksi mencukupi kebutuhan baku industri kakao domestik.

Kata kunci: Analisis hierarki proses (AHP), biji, fermentasi, kakao, pemasaran

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 4, Nomor 3, November 2017

UDC 633.73-156

Elsera Br Tarigan dan Juniaty Towaha

Pengaruh Tingkat Kematangan Buah, serta Lama Fermentasi dan Penyangraian Biji terhadap Karakter Fisikokimia Kopi Robusta

J. TIDP 4(3), 163-170

November, 2017

Kopi Robusta merupakan jenis kopi yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia. Kualitas citarasa dari jenis kopi ini pada umumnya masih rendah karena penanganan panen dan pascapanen yang diterapkan oleh petani masih sederhana. Citarasa kopi dipengaruhi oleh tingkat kematangan buah serta lama fermentasi dan penyangraian biji. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh tingkat kematangan buah serta lama fermentasi dan penyangraian biji terhadap karakter fisikokimia kopi Robusta. Penelitian dilaksanakan di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), mulai bulan Mei sampai Juli 2017, menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga faktor. Faktor pertama adalah tingkat kematangan buah (merah dan kuning kemerahan), faktor kedua lama fermentasi biji (24 dan 36 jam), dan faktor ketiga adalah lama penyangraian biji (10 dan 13 menit). Parameter mutu fisik biji yang dianalisis adalah persentase serangga hidup, kadar air, kadar kotoran, dan banyaknya biji cacat. Sedangkan parameter mutu kimia bubuk kopi yang dianalisis adalah kadar air, abu, lemak, protein, kafein, dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mutu fisik biji kopi hasil fermentasi berupa kadar air dan jumlah biji cacat dipengaruhi oleh tingkat kematangan buah dan lama fermentasi, sedangkan kadar kotoran dipengaruhi oleh interaksi dari kedua faktor tersebut. Mutu kimia kopi bubuk berupa kadar lemak dan kadar kafein dipengaruhi oleh interaksi antara tingkat kematangan buah, lama fermentasi, dan penyangraian. Kadar air dan protein dipengaruhi oleh interaksi antara tingkat kematangan buah dengan lama fermentasi, dan interaksi antara tingkat kematangan buah dan lama penyangraian. Kadar abu dipengaruhi oleh lama penyangraian, dan pH dipengaruhi oleh lama fermentasi dan penyangraian.

Kata kunci: Fermentasi, fisikokimia, kematangan, kopi Robusta, penyangraian

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
 DAN PENYEGAR**
 Journal of Industrial and Beverage Crops
 Volume 4, Nomor 3, November 2017

UDC 633.73-608.24

Meynarti Sari Dewi Ibrahim and RR. Sri Hartati

Improvement of Embryogenic Calli Induction and Somatic Embryo Conversion of Robusta Coffee Clone BP 308

J. TIDP 4(3), 121-132

November, 2017

Robusta coffee (Coffea canephora) is a cross-pollinated plant, therefore vegetative propagation is necessary to ensure identical traits with parents, such as tissue culture techniques through somatic embryo. The study aimed to find the effect of plant growth regulator 2,4-D and thidiazuron in inducing embryogenic callus, by adding incision area on leaf explant, and to evaluate addition of GA₃ in increasing somatic embryo conversion. The study was conducted from December 2014 to June 2016 in the Tissue Culture Laboratory, IAARD, Bogor. The research consisted of 2 stages. Stage 1 used a complete randomized design of 2 factors; the first factor was a combination of plant growth regulator 2,4-D (1.0 and 2.0 mg/l) and thidiazuron (1.0; 3.0; and 5.0 mg/l), the second factor was leaf incision (slashed and unslashed). Stage 2 used a complete randomized design, with GA₃ treatment at different concentrations (0.0; 0.5; and 1.0 mg/l). Observed variables were percentage of callus formation, fresh weight of callus, number of torpedo, number of somatic embryos at cotyledon stage, and number of germinated embryo. The results showed growth regulatory treatments influenced the percentage of embryogenic callus formation and fresh weight of callus. Extra incision on leaf showed no effect in embryogenic callus induction. Embryogenic callus induced using 2,4-D 1.0 mg/l + thidiazuron 5.0 mg/l medium which then regenerated in ½ MS medium added with kinetin 2 mg/l exhibited the highest number of germination. Adding GA₃ 0.1 mg/l in regeneration medium is recommended to increase somatic embryos of Robusta coffee BP 308 clone.

Keywords: *Coffea canephora*, GA₃, slicing, thidiazuron, 2,4-D

UDC 633.73:577.212

Syafaruddin, Dani, and Marcia Bunga Pabendon

Genetic Variability Among Indigenous Robusta Coffee Clones from Pagar Alam Based on SSR Markers Analysis

J. TIDP 4(3), 133-144

November, 2017

Robusta coffee (Coffea canephora var. robusta) is the most extensive developed in Indonesia, including Pagar Alam, South Sumatra. In the last few decades, many farmers in Pagar Alam conducted clonal selection and rehabilitation of Robusta coffee trees that generated indigenous clonal populations. This pattern in the long period can damage important alleles and reduce the genetic diversity of indigenous Robusta coffee in farmland. The research aimed to know the genetic diversity among indigenous Robusta coffee clones developed in Pagar Alam based on SSR marker. The study was conducted at Molecular Biology Laboratory, Cereals Research Institute, Maros, from February to April 2017. Molecular characterization of 19 indigenous Robusta coffee clones was conducted using 33 polymorphic SSR markers. The resulting binary data was then analyzed using PowerMarker program to determine polymorphism value (PIC), number and diversity of alleles, and heterozygosity values. The results showed that 33 polymorphic SSR loci produced 134 alleles with an average of 4.06 alleles/locus, whereas PIC values ranged from 0.09–0.77 with an average of 0.48. Of the 33 SSR loci, 19 loci (57.58%) exhibited very informative PIC value (> 0.55). Dendrogram generated using NTSYS program divided 19 indigenous Robusta coffee clones into 4 clusters at 0.53 similarity coefficient. KPA41 clone was separated in its own cluster, potentially crossed with other clones. Based on genetic distance values >0.55, could arrange 14 combinations of interclonal crosses that potentially increase the genetic variability of indigenous Robusta coffee from Pagar Alam.

Keywords: *Coffea canephora var robusta*, genetic diversity, genetic distance value, microsatellite markers

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 4, Nomor 3, November 2017

UDC 633.73:339.1

Dewi Listyati, Bedy Sudjarmoko, Abdul Muis Hasibuan, and Enny Randriani

Farming Analysis and Marketing Chain of Robusta Coffee in Bengkulu

J. TIDP 4(3), 145-152

November, 2017

Coffee farming is economically important for farmers in Bengkulu and the demand/consumption is also increasing which prompted the government to promote its development to improve the community economy. This research aimed to find the economic contributions of coffee farming and a general overview of its marketing by survey method, conducted from May to August 2014 in Rejang Lebong, Bengkulu. Data were collected from 40 respondents (farmers, traders at village and district level, wholesalers, and exporters), analyzed by cross tabulations, which then explained descriptively. The result showed that coffee farming in Bengkulu provides reasonable revenue for farmers, which can reach up to IDR8,417,600.00/ha with a value of R/C ratio of 1.87 for Robusta coffee farmers. The coffee chain marketing of Robusta coffee involving farmers as producers, traders at village or subdistrict level as initial gatherers who sell to wholesalers. Coffee marketing in Bengkulu is fairly efficient with relatively low market margin and the producers receive more than 50%.

Keywords: Coffee, farmer income, farming, marketing

UDC 633.74-156:340.132

Bedy Sudjarmoko, Dewi Listyati, and Abdul Muis Hasibuan

Priority Setting Analysis in Implementing The Regulation of Cocoa Bean Fermentation Requirement

J. TIDP 4(3), 153-162

November, 2017

Cocoa is a strategic commodity with an important role in Indonesian economy. Despite being the world's third largest cocoa producer and exporter after Ivory Coast and Ghana, Indonesia still faces a number of problems in production, processing, and marketing. The government issued Permentan Nomor 67/Permentan/OT.140 /5/2014 which aims to improve the competitiveness and added value of Indonesian cocoa, support national cocoa postharvest industries, protect the consumers of unqualified cocoa beans, increase cocoa farmers' income, and facilitate the tracing for production and circulation deviation. The study aimed to develop a strategic priority recommendation in achieving the goals of Permentan Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014. The study was conducted in West Sumatra, West Java, East Java, Yogyakarta, and DKI Jakarta from January to December 2016. The study was conducted by survey method and the data was analyzed analytic hierarchy process (AHP). The results indicated that priorities should be put forward on: 1) implementing national regulation on cocoa beans fermentation consistently and continuously; 2) product diversification with affordable and achievable cost and technology; 3) a massive, continuous, and intensive campaign on social awareness of the importance of sustainable energy; 4) stimulating small to big scale cocoa processing industries; 5) intensification, rehabilitation, and rejuvenation of the cocoa farming to meet the domestic demand for cocoa.

Keywords: Analysis hierarchy process (AHP), bean, cocoa, fermented, marketing

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 4, Nomor 3, November 2017

UDC 633.73-156

Elsera Br Tarigan and Juniaty Towaha

Effects of Fruit Maturity, Bean Fermentation and Roasting Time on Physico-Chemical Characters of Robusta Coffee

J. TIDP 4(3), 163-170

November, 2017

Robusta coffee is the most widely cultivated coffee in Indonesia. However, flavor quality of coffee is low due to improper harvesting and postharvest handling by farmers. Flavor quality mostly determined by fruit maturity level, fermentation and roasting time. The research aimed to investigate the effect of fruit maturity level, fermentation and roasting time on the physico-chemical characteristics of Robusta coffee. The research was conducted at Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute (IIBCRI), from May to July 2017, used a completely randomized block design with 3 factors. The first factor was fruit maturity level (red and reddish yellow), second factor was bean fermentation (24 and 36 hours) and the third factor was roasting time (10 and 13 minutes). Physical quality covered percentage of live insects, moisture content, foreign materials and amount of defective beans. Chemical quality covered moisture content, ash, fat, protein, caffeine and acidity. The results showed that physical quality of fermented beans i.e. moisture content and amount of defective beans were affected by fruit maturity level and fermentation time, while foreign materials is affected by the interaction between these two factors. Chemical quality of coffee i.e. fat and caffeine content were affected by the interaction between fruit maturity level, and fermentation and roasting time. Water and protein content were affected by interaction between fruit maturity level and fermentation time, and interaction between fruit maturity level and roasting time. The ash content is affected by the roasting time, whereas pH is affected by fermentation time and roasting time.

Keywords: *Fermentation, maturity, physico-chemical, roasting, Robusta coffee*

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

Volume 4, Nomor 3, November 2017

Peningkatan Induksi Kalus Embriogenik dan Konversi Embrio Somatik Kopi Robusta Klon BP 308 <i>(Meynarti Sari Dewi Ibrahim, RR. Sri Hartati)</i>	121-132
Keragaman Genetik antar Klon Kopi Robusta Lokal Pagar Alam berdasarkan Analisis Marka SSR <i>(Syafaruddin, Dani, Marcia Bunga Pabendon)</i>	133-144
Analisis Usaha Tani dan Rantai Tata Niaga Kopi Robusta di Bengkulu <i>(Dewi Listyati, Bedy Sudjarmoko, Abdul Muis Hasibuan, Enny Randriani)</i>	145-152
Analisis Penyusunan Prioritas Kegiatan dalam Mendukung Diberlakukannya Kewajiban Fermentasi Biji Kakao <i>(Bedy Sudjarmoko, Dewi Listyati, Abdul Muis Hasibuan)</i>	153-162
Pengaruh Tingkat Kematangan Buah, serta Lama Fermentasi dan Penyangraian Biji terhadap Karakter Fisikokimia Kopi Robusta <i>(Elsera Br Tarigan, Juniaty Towaha)</i>	163-170

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 4, Nomor 3, November 2017

**PENINGKATAN INDUKSI KALUS EMBRIOGENIK DAN KONVERSI EMBRIO
 SOMATIK KOPI ROBUSTA KLON BP 308**

**IMPROVEMENT OF EMBRYOGENIC CALLI INDUCTION AND SOMATIC EMBRYO CONVERSION
 OF ROBUSTA COFFEE CLONE BP 308**

* Meynarti Sari Dewi Ibrahim¹⁾ dan Rr. Sri Hartati²⁾

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
 Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia
Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan²⁾
 Jalan Tentara Pelajar No. 1 Cimanggu, Bogor, 16111 Indonesia
 * meynartisaya@yahoo.com

(Tanggal diterima: 3 Agustus 2017, direvisi: 20 Agustus 2017, disetujui terbit: 26 Oktober 2017)

ABSTRAK

Kopi Robusta (*Coffea canephora*) merupakan tanaman menyerbuk silang, sehingga untuk menjamin mutu genetik benih yang dihasilkan sama dengan induknya harus diperbanyak secara vegetatif. Salah satu caranya menggunakan teknik kultur *in vitro* melalui embriogenesis somatik. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh (ZPT) 2,4-D dan thidiazuron, serta penambahan bidang sayatan pada eksplan daun dalam menginduksi kalus embriogenik, dan penambahan GA₃ untuk meningkatkan konversi embrio somatik. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Unit Pengadaan Benih Unggul Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Bogor, mulai bulan Desember 2014 sampai Juni 2016. Penelitian dibagi menjadi 2 tahapan. Tahap 1 menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 faktor, faktor pertama adalah kombinasi ZPT 2,4-D (1,0 dan 2,0 mg/l) dan thidiazuron (1,0; 3,0; dan 5,0 mg/l) dan faktor kedua adalah penyayatan daun (disayat dan tidak disayat). Tahap 2 menggunakan RAL dengan perlakuan pemberian GA₃ pada konsentrasi berbeda, yaitu 0,0; 0,5; dan 1,0 mg/l. Peubah yang diamati adalah persentase eksplan membentuk kalus, bobot segar kalus, jumlah torpedo, jumlah embrio somatik fase kotiledon, dan jumlah kecambah yang terbentuk. Hasil penelitian menunjukkan persentase pembentukan kalus embriogenik dan bobot segar kalus dipengaruhi oleh kombinasi ZPT. Penambahan bidang sayatan pada daun tidak memberikan hasil yang lebih baik dalam menginduksi kalus embriogenik. Kalus embriogenik dari media perlakuan 2,4-D 1 mg/l + thidiazuron 5,0 mg/l yang diregenerasikan menggunakan media ½ MS diperkaya kinetin 2 mg/l menghasilkan jumlah kecambah terbanyak. Penambahan GA₃ 0,1 mg/l pada media regenerasi dapat direkomendasikan untuk meningkatkan konversi embrio somatik kopi Robusta klon BP 308.

Kata kunci: *Coffea canephora*, GA₃, penyayatan, thidiazuron, 2,4-D

ABSTRACT

Robusta coffee (Coffea canephora) is a cross-pollinated plant, therefore vegetative propagation is necessary to ensure identical traits with parents, such as tissue culture techniques through somatic embryo. The study aimed to find the effect of plant growth regulator 2,4-D and thidiazuron in inducing embryogenic callus, by adding incision area on leaf explant, and to evaluate addition of GA₃ in increasing somatic embryo conversion. The study was conducted from December 2014 to June 2016 in the Tissue Culture Laboratory, IAARD, Bogor. The research consisted of 2 stages. Stage 1 used a complete randomized design of 2 factors; the first factor was a combination of plant growth regulator 2,4-D (1.0 and 2.0 mg/l) and thidiazuron (1.0; 3.0; and 5.0 mg/l), the second factor was leaf incision (slashed and unslashed). Stage 2 used a complete randomized design, with GA₃ treatment at different concentrations (0.0; 0.5; and 1.0 mg/l). Observed variables were percentage of callus formation, fresh weight of callus,

number of torpedoed, number of somatic embryos at cotyledon stage, and number of germinated embryo. The results showed growth regulatory treatments influenced the percentage of embryogenic callus formation and fresh weight of callus. Extra incision on leaf showed no effect in embryogenic callus induction. Embryogenic callus induced using 2,4-D 1.0 mg/l + thidiazuron 5.0 mg/l medium which then regenerated in ½ MS medium added with kinetin 2 mg/l exhibited the highest number of germination. Adding GA₃ 0.1 mg/l in regeneration medium is recommended to increase somatic embryos of Robusta coffee BP 308 clone.

Keywords: *Coffea canephora*, GA₃, slicing, thidiazuron, 2,4-D

PENDAHULUAN

Kopi Robusta (*Coffea canephora*) merupakan salah satu jenis kopi yang memiliki nilai strategis dalam rangka memberdayakan ekonomi rakyat. Sebagian besar produksi dan ekspor kopi Indonesia didominasi oleh jenis kopi ini, dengan jumlah tanaman yang dibudidayakan mencapai 90% (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015). Tidak mengherankan jika kebutuhan terhadap benih kopi Robusta klon unggul terus berlangsung.

Kopi Robusta termasuk tanaman menyerbuk silang sehingga harus diperbanyak secara vegetatif untuk menjamin mutu genetik benih yang dihasilkan sama dengan induknya (Priyono *et al.*, 2010). Perbanyak vegetatif menggunakan teknik setek dibatasi oleh terbatasnya produksi tunas air (entres) dan jumlah ruas cabang yang dapat digunakan. Selain itu, kendala lain dalam perbanyak setek adalah akar yang dihasilkan merupakan akar serabut yang dangkal serta terkonsentrasi di sekitar permukaan tanah, sehingga tanaman kopi menjadi mudah rebah bila ditiup angin serta lebih rentan terhadap kekeringan.

Klon BP 308 merupakan salah satu varietas unggul kopi Robusta yang tahan terhadap nematoda dan toleran terhadap kekeringan (Hulupi, 2016). Meskipun mempunyai potensi produksi yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan varietas unggul lainnya, klon BP 308 dapat ditanam di daerah yang disinyalir endemik nematoda parasit, atau pada lahan-lahan di wilayah dengan curah hujan rendah. Oleh karena itu, klon BP 308 dapat dijadikan sebagai batang bawah untuk disambung pucuk dengan varietas unggul lainnya.

Salah satu alternatif untuk menghasilkan benih klonal tanaman kopi Robusta yang mempunyai akar tunggang adalah dengan memanfaatkan teknik kultur *in vitro*, menggunakan embriogenesis somatik. Regenerasi tanaman melalui jalur embriogenesis somatik memungkinkan untuk mendapatkan akar tunggang karena berkembang dari embrio yang bipolar, yaitu mempunyai dua kutub yang dapat menjadi bakal tunas dan akar.

Pada tanaman kopi, metode embriogenesis somatik telah diteliti dan memberikan alternatif perbanyak varietas unggul baru hasil persilangan maupun hasil rekayasa genetik (Gatica, Arrieta,

Espinoza, & Rica, 2009). Metode tersebut dapat digunakan untuk memproduksi benih kopi yang relatif seragam dalam skala besar dengan waktu yang lebih singkat dan bebas hama penyakit (Santos-briones & Hernández-sotomayor, 2006; Georget *et al.*, 2017).

Induksi kalus embriogenik merupakan tahapan penting dalam proses embriogenesis somatik tidak langsung. Beberapa peneliti menggunakan kombinasi zat pengatur tumbuh (ZPT) yang berbeda untuk menginduksi kalus embriogenik kopi. Kombinasi ZPT 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) dengan 6-(*y,y*-dimethylallylamino) purine (2-iP) telah digunakan sebelumnya oleh Ibrahim, Hartati, Rubiyo, Purwito, & Sudarsono (2015) dan Arimarsetiowati (2011) dalam menginduksi kalus embriogenik pada kopi Arabika. Kombinasi 6-benzylaminopurine (BAP), indole-3-acetic acid (IAA), dan 2,4-D digunakan oleh Ahmed, Feyissa, & Bitima (2013) pada kopi Arabika. Kombinasi antara 2,4-D dan kinetin digunakan untuk menginduksi kalus kopi Robusta (Murni, 2010) dan kopi Arabika (Ibrahim, Sudarsono, Syafaruddin, & Rubiyo, 2012). Kombinasi 2,4-D dan BAP pada kopi Arabika (Ibrahim, Hartati, Rubiyo, Purwito, & Sudarsono, 2013b), serta kombinasi antara 2,4-D dan thidiazuron pada kopi Arabika (Ibrahim, Hartati, Rubiyo, Purwito, & Sudarsono, 2013a; Ibrahim *et al.*, 2015).

Thidiazuron merupakan senyawa fenil urea yang termasuk golongan sitokinin. Senyawa tersebut telah terbukti efektif dalam morfogenesis kalus dan tunas. Pada konsentrasi rendah dapat meningkatkan daya multiplikasi tunas, sementara pada konsentrasi tinggi akan menghasilkan kalus. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa keefektifan thidiazuron lebih baik dibandingkan dengan sitokinin lainnya (Schulze, 2007). Selain pada tanaman kopi, penggunaan thidiazuron secara tunggal maupun dikombinasikan dengan ZPT lainnya telah digunakan untuk menginduksi kalus maupun tunas pada tanaman *Populus ciliata* Wall (Aggarwal, Sharma, & Srivastava, 2012) dan *Stevia rebaudiana* (Singh & Dwivedi, 2014).

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, diketahui bahwa tingkat keberhasilan dalam menginduksi kalus embriogenik pada proses embriogenesis somatik tidak langsung pada kopi dipengaruhi oleh genotipe tanaman serta konsentrasi ZPT yang ditambahkan pada media induksi kalus tahap

awal (Ibrahim *et al.*, 2015). Di sisi lain, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kalus muncul dari bekas sayatan daun (Ibrahim *et al.*, 2013a; Ibrahim *et al.*, 2015) sehingga dalam upaya meningkatkan persentase keberhasilannya perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menambah bidang sayatan pada eksplan yang telah steril. Di samping itu, untuk meningkatkan daya perkecambahan, dilakukan penambahan GA₃ yang diketahui dapat menambah jumlah embrio berkecambah dalam medium regenerasi. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh pemberian ZPT 2,4-D dan thidiazuron, serta penambahan bidang sayatan pada eksplan daun dalam menginduksi kalus embriogenik, dan penambahan GA₃ untuk meningkatkan konversi embrio somatik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Unit Pengembangan Benih Unggul Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Bogor, mulai bulan Desember 2014 sampai Juni 2016.

Persiapan Bahan Tanam

Bahan tanam yang digunakan merupakan koleksi Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. Eksplan yang digunakan adalah daun muda kopi Robusta klon BP 308 yang telah ditumbuhkan di rumah kaca. Daun muda yang sudah membuka sempurna dipetik dan dibersihkan menggunakan air mengalir. Daun direndam dalam larutan fungisida berbahan dasar mankozeb dengan konsentrasi 0,2% ditambah dengan bakterisida (berbahan dasar streptomisin sulfat 15% dan oksitetrasiklin 1,5%) dengan konsentrasi 0,1% selama 1 jam. Setelah dibilas dengan air, daun dipindahkan ke dalam *laminar air flow*, kemudian disterilisasi menggunakan alkohol (50%), diikuti dengan *sodium hypochlorite* dengan konsentrasi 0,25% dan 0,35%, masing-masing selama 15 menit. Selanjutnya, daun dibilas aquades steril sebanyak 3 kali dan dipotong dengan ukuran ± 10 mm x 10 mm, lalu dimasukkan ke dalam media perlakuan.

Uji Pengaruh Pemberian Zat Pengatur Tumbuh dan Sayatan pada Eksplan Daun terhadap Pembentukan Kalus Embriogenik

Induksi kalus awal menggunakan media dasar Murashige dan Skoog (MS) yang telah dimodifikasi kandungan amonium nitratnya menjadi setengahnya. Kemudian, ditambahkan sukrosa 30 mg/l dan *polyvinyl pyrrolidone* 250 mg/l ke dalam media dan dipadatkan menggunakan *phytagel* 2,5 g/l (Ibrahim *et al.*, 2013a). Sterilisasi media dilakukan menggunakan autoklaf

(121°C; 20 menit; 1,5 atm). Zat pengatur tumbuh ditambahkan sesuai perlakuan: (1) 2,4-D 1,0 mg/l + thidiazuron 1,0 mg/l; (2) 2,4-D 1,0 mg/l + thidiazuron 3,0 mg/l; (3) 2,4-D 1,0 mg/l + thidiazuron 5,0 mg/l; (4) 2,4-D 2,0 mg/l + thidiazuron 1,0 mg/l; (5) 2,4-D 2,0 mg/l + thidiazuron 3,0 mg/l; dan (6) 2,4-D 2,0 mg/l + thidiazuron 5,0 mg/l. Botol kultur yang telah berisi eksplan diinkubasi dalam ruang gelap pada temperatur $\pm 25^\circ\text{C}$ dan kelembapan relatif $\pm 60\%$ selama 1 bulan.

Setelah 1 bulan, eksplan daun disubkultur ke media induksi kalus lanjutan. Sebelum disubkultur sebagian eksplan dibagi 2 perlakuan, dengan dan tanpa penyayatan. Penyayatan dilakukan menggunakan pisau skapel dengan membagi dua eksplan daun menjadi 2 bagian, sehingga daun yang tadinya berukuran ± 10 mm x 10 mm menjadi ± 5 mm x 10 mm. Media induksi kalus lanjutan menggunakan MS dengan konsentrasi makro dan mikro menjadi setengah, dan mengganti vitamin MS dengan Gomborg. Zat pengatur tumbuh yang ditambahkan adalah 2,4-D 1,0 mg/l dan BAP 4,0 mg/l. Media diberi sukrosa 30 gram/l dan dipadatkan dengan *phytagel* 2,5 gram/l (media MS modifikasi dari van Boxtel & Berthouly, 1996). Kalus embriogenik yang terbentuk disubkultur ke dalam media regenerasi, yaitu $\frac{1}{2}$ MS yang telah dimodifikasi dengan penambahan kinetin 2 mg/l dan *phytagel* 2,5 gram.

Perlakuan disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 2 faktor dengan 10 ulangan. Faktor pertama adalah pemberian ZPT yang terdiri dari 6 taraf kombinasi 2,4-D dan thidiazuron, sedangkan faktor kedua adalah penyayatan eksplan yang terdiri dari 2 taraf, yaitu disayat dan tidak disayat.

Pengamatan perkembangan embriogenesis somatik dilakukan dengan bantuan mikroskop AxioVision (Zeiss) dan kamera AxioCam (Zeiss). Mikroskop dihubungkan ke komputer yang mempunyai program AxioVision release 4.82. Peubah yang diamati adalah persentase eksplan membentuk kalus dan bobot segar kalus, jumlah torpedo, dan jumlah kecambah yang dihasilkan.

Uji Pengaruh Pemberian GA₃ pada Media Regenerasi

Pengujian pemberian GA₃ merupakan lanjutan dari induksi kalus. Media regenerasi yang digunakan adalah $\frac{1}{2}$ MS yang telah dimodifikasi dengan penambahan kinetin 2 mg/l dan *phytagel* 2,5 gram/l. GA₃ ditambahkan pada media sesuai dengan taraf perlakuan, yaitu 0,0 (kontrol); 0,5; dan 1,0 mg/l. Sterilisasi media dilakukan menggunakan autoklaf (121°C; 20 menit; 1,5 atm).

Kalus embriogenik sebanyak 0,25 gram disubkultur ke dalam media regenerasi. Botol kultur

kemudian diinkubasi dalam ruangan gelap pada temperatur $\pm 25^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan relatif $\pm 60\%$, sampai terbentuk embrio somatik. Embrio somatik yang terbentuk kemudian dikecambahkan pada media MS yang diberi BAP 0,3 mg/l dan phytigel 2,5 gram/l (media modifikasi dari Etienne, 2005). Botol diinkubasi pada ruang terang dengan penyinaran selama 16 jam, intensitas penyinaran 1000–1500 luks, temperatur 25°C dan kelembapan relatif $\pm 60\%$.

Perlakuan pemberian GA_3 pada media regenerasi disusun dalam RAL dengan 10 ulangan. Satu ulangan terdiri dari 1 botol yang berisi 1 klam kalus dengan berat 0,25 gram sehingga dalam satu perlakuan diperlukan 10 klam dan total kalus yang dibutuhkan adalah 100 klam (25 gram). Peubah yang diamati adalah jumlah embrio somatik fase kotiledon dan kecambah yang terbentuk.

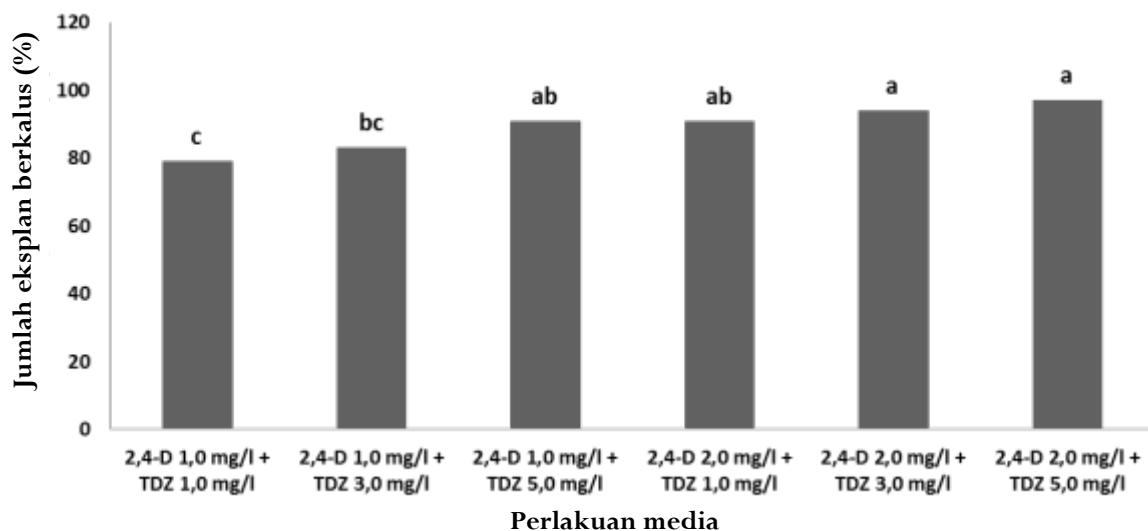
Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis ragam, dan bila hasilnya nyata maka dilanjutkan dengan uji beda rata-rata menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

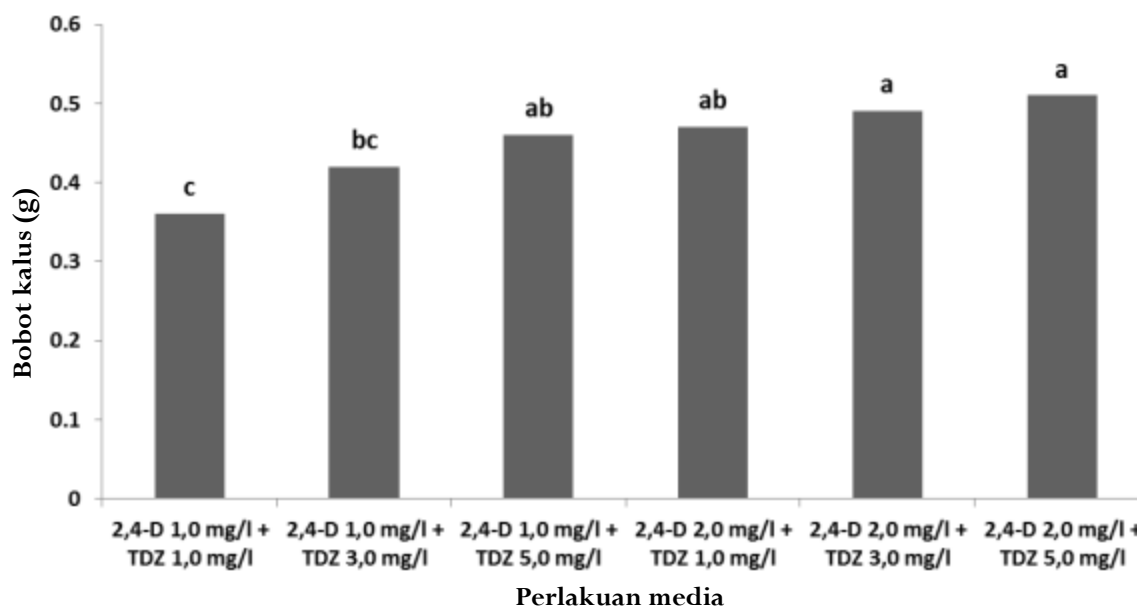
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Pemberian Zat Pengatur Tumbuh dan Sayatan pada Eksplan Daun terhadap Pembentukan Kalus Embriogenik

Hasil penelitian menunjukkan tidak ada pengaruh perlakuan penyayatan eksplan serta interaksinya dengan pemberian ZPT, tetapi perlakuan kombinasi ZPT memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter yang diamati. Pembentukan kalus di bekas sayatan pada perlakuan 2,4-D 2,0 mg/l + thidiazuron 3,0 mg/l dan 2,4-D 2,0 mg/l + thidiazuron 5,0 mg/l terbentuk pada minggu ketiga setelah diinduksi, sedangkan perlakuan lainnya pada minggu keempat. Munculnya kalus pada bagian sayatan diduga karena adanya rangsangan dari jaringan pada eksplan untuk menutupi bagian yang luka. Waktu yang diperlukan untuk pembentukan kalus kopi Robusta ini relatif sama dengan hasil penelitian Murni (2010) dan pada beberapa varietas kopi Arabika yang diinduksi menggunakan ZPT yang sama (Ibrahim *et al.*, 2015). Tiga bulan setelah disubkultur pada media induksi kalus lanjutan, jumlah kalus yang terbentuk semakin banyak.



Gambar 1. Pengaruh kombinasi 2,4-D dan thidiazuron terhadap persentase eksplan membentuk kalus embriogenik
Figure 1. The effect of 2,4-D and thidiazuron combination on the percentage of explant forming the embryogenic calli



Gambar 2. Pengaruh kombinasi 2,4-D dan thidiazuron terhadap rata-rata bobot segar kalus
Figure 2. The effect of 2,4-D and thidiazuron combination on average of fresh weight calli

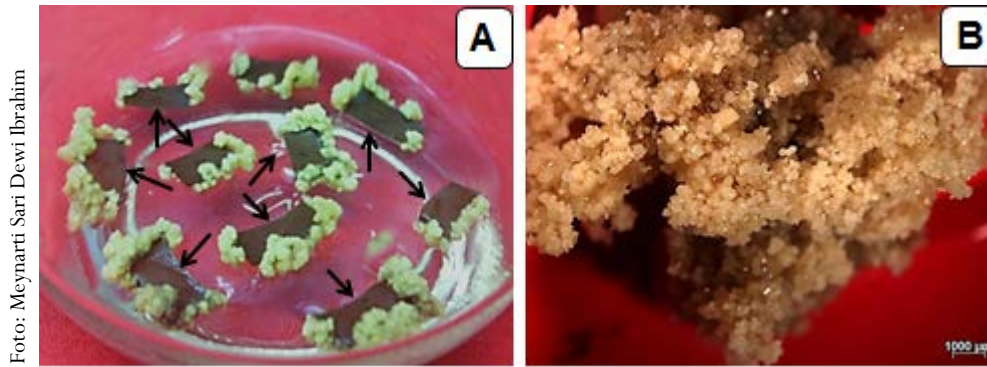
Peningkatan konsentrasi 2,4-D dan thidiazuron dapat meningkatkan persentase pembentukan kalus embriogenik dan bobot segar kalus. Dari 6 perlakuan yang diuji, persentase tertinggi eksplan yang dapat membentuk kalus dengan bobot segar tertinggi terdapat pada perlakuan 2,4-D 2,0 mg/l + thidiazuron 3,0 mg/l, dan 2,4-D 2,0 mg/l + thidiazuron 5,0 mg/l (Gambar 1 dan 2). Hal ini menandakan bahwa semakin tinggi konsentrasi dari kombinasi 2,4-D dan thidiazuron yang diberikan, maka semakin tinggi pula persentase pembentukan eksplan berkalus dan bobot segar kalus kopi Robusta. Penambahan 2,4-D dari 1,0 mg/l menjadi 2,0 mg/l yang dikombinasikan dengan thidiazuron meningkatkan jumlah eksplan berkalus dan berat kalus (Gambar 1 dan 2).

Pembentukan kalus embriogenik dalam hal ini morfogenesis eksplan pada kultur *in vitro* sangat tergantung dari rasio auksin dan sitokinin yang diberikan pada media perlakuan. Umumnya pembentukan kalus terjadi apabila konsentrasi auksin dan sitokinin diberikan dalam konsentrasi tinggi (George, Hall, & Klerk, 2008). Penelitian menggunakan kombinasi 2,4-D dan thidiazuron ini hasilnya lebih baik 5 kali lipat dari penelitian Gatica-Arias, Arrieta-Espinoza, & Eaquivel (2008), yang menginduksi kalus kopi Arabika menggunakan thidiazuron tanpa 2,4-D. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa penambahan thidiazuron tunggal dari 2,2; 4,8; dan 6,8 μ M hanya menghasilkan kalus berkisar 0 sampai 15%, bahkan pada konsentrasi 6,8 μ M, kalus tidak terbentuk. Hal ini menunjukkan walaupun thidiazuron merupakan sitokinin yang

mempunyai daya aktivitas yang kuat (Schulze, 2007), jika diberikan pada konsentrasi tinggi dalam media tanpa penambahan auksin (dalam penelitian ini 2,4-D), belum mampu menghasilkan kalus.

Pembentukan kalus embriogenik merupakan tahapan penting yang harus diperhatikan dalam pembentukan embriogenesis somatik tidak langsung. Semakin banyak kalus embriogenik yang didapatkan maka semakin besar peluang untuk mendapatkan embrio somatik. Hal ini dikarenakan hanya kalus embriogenik yang dapat berkembang menjadi embrio somatik. Pada penelitian ini kalus embriogenik yang terbentuk mencapai 97%. Hasil yang diperoleh lebih baik dari penelitian yang dilakukan oleh Murni (2010) pada kopi Robusta yang menghasilkan kalus berwarna putih dan putih kehijauan, menandakan masih dijumpai adanya kalus non embriogenik. Perbedaan ini selain disebabkan oleh perbedaan ZPT, juga karena perbedaan komposisi media tumbuh yang digunakan.

Kalus kopi Robusta klon BP 308 yang terbentuk terlihat remah dan berwarna putih kekuningan. Pada Gambar 3A dan 3B dapat dilihat keragaan kalus embriogenik baik secara kasat mata maupun keragaan di bawah mikroskop. Ukuran kalus embriogenik terlihat sangat kecil, berukuran lebih kecil dari 0,1 mm. Hal yang sama juga terlihat pada penelitian Ibrahim *et al.* (2013a) dan Ibrahim *et al.* (2015) yang menggunakan beberapa varietas kopi Arabika, sehingga secara morfologi tidak terlihat perbedaan antara kalus embriogenik yang terbentuk pada kopi Arabika dan Robusta.



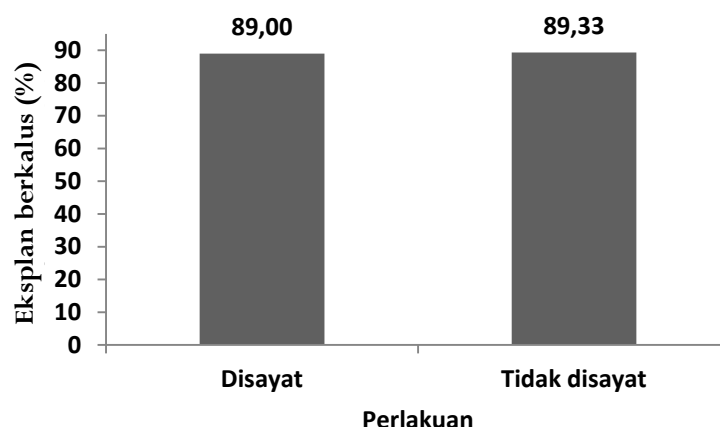
Gambar 3. Eksplan kopi Robusta klon BP 308 membentuk kalus 3 bulan setelah disubkultur ke media induksi kalus lanjutan. A = kalus tidak terbentuk pada sayatan daun yang dilakukan setelah 1 bulan di media induksi awal (tanda panah), B = kalus embriogenik di bawah mikroskop.

Figure 3. *Explant of Robusta coffee clone BP 308 generate callus 3 months after subcultured on advanced callus induction medium. A = calli does not generated on leaf sections after 1 month on initial induction medium (arrows), B = embryogenic calli performance under microscope.*

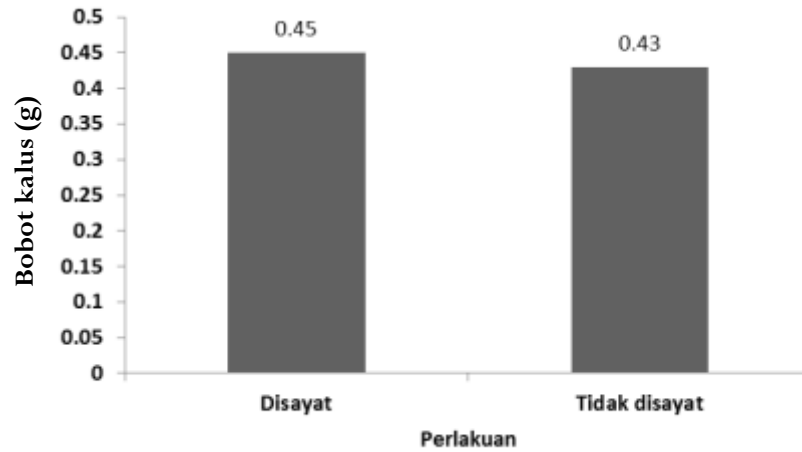
Perlakuan penyayatan eksplan tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap pembentukan kalus maupun bobot kalus yang dihasilkan (Gambar 4 dan 5). Penyayatan yang dilakukan satu bulan setelah kultur tidak dapat meningkatkan jumlah kalus seperti yang terlihat pada Gambar 3A. Hal ini diduga karena jaringan daun sudah tidak segar lagi. Luka yang ditimbulkan akibat proses penyayatan tidak lagi mengeluarkan senyawa metabolit sekunder yang berfungsi untuk menutupi luka. Metabolit sekunder biasanya akan bereaksi dengan ZPT yang ada pada media untuk mendorong pembelahan sel yang berlebihan sehingga terbentuk kalus. Kalus yang biasanya dihasilkan melalui kultur *in vitro* tidak terbentuk karena perlakuan yang terjadi pada jaringan daun sudah tidak merespon

ZPT pada media. Hal ini sesuai dengan pendapat George *et al.* (2008), bahwa pembelahan sel yang mengarah pada terbentuknya kalus terjadi karena adanya respon terhadap luka dan suplai hormon alamiah atau buatan dari luar ke dalam eksplan.

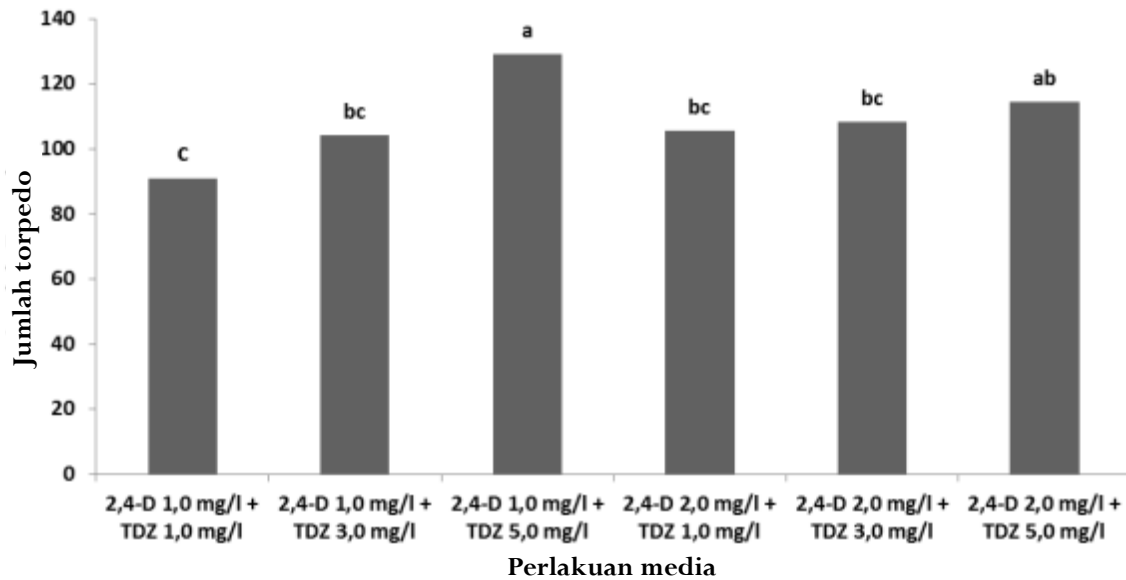
Perlakuan yang terbaik selain dilihat dari bobot segar kalus embriogenik yang dihasilkan pada tahapan induksi kalus, juga dapat dilihat dari jumlah torpedo dan kecambah yang dihasilkan. Respon terbanyak dalam menghasilkan torpedo dan kecambah pada kopi Robusta klon BP 308 adalah pada media 2,4-D 1 mg/l + thidiazuron 5 mg/l (Gambar 6 dan 7). Oleh karena itu, media ini dapat direkomendasikan untuk menginduksi kalus embriogenik.



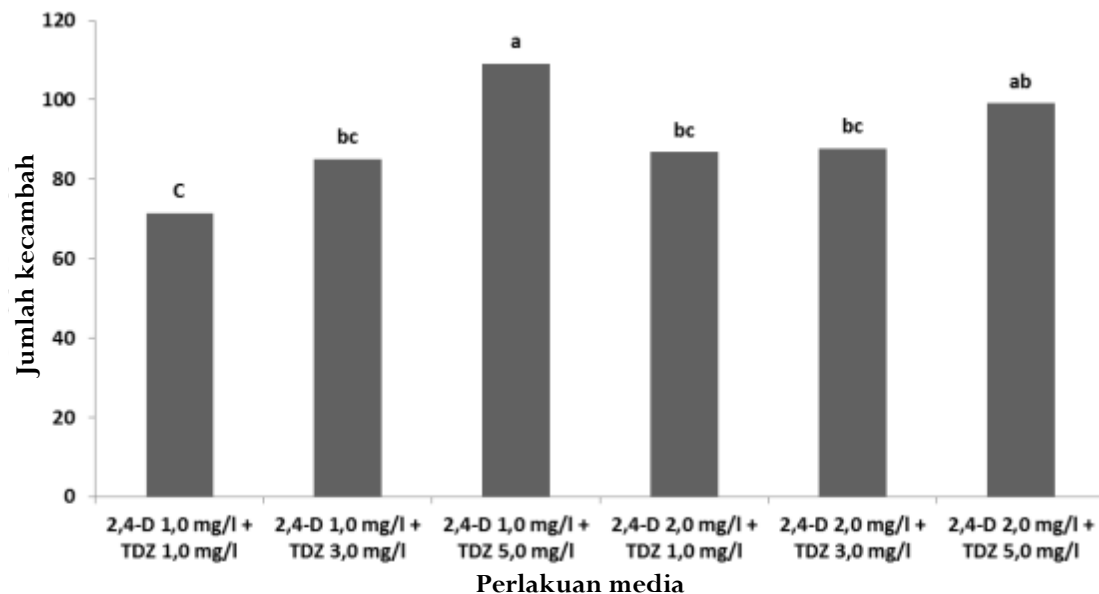
Gambar 4. Rata-rata jumlah eksplan membentuk kalus pada perlakuan penyayatan eksplan daun
Figure 4. *Average number of explants forming calli on leaf slicing treatment*



Gambar 5. Rata-rata bobot segar kalus pada perlakuan penyayatan eksplan daun
Figure 5. Average number of fresh weight calli on leaf slicing treatment



Gambar 6. Pengaruh kombinasi 2,4-D dan thidiazuron terhadap rata-rata jumlah torpedo
Figure 6. The effect of 2,4-D and thidiazuron combination on average number of torpedo

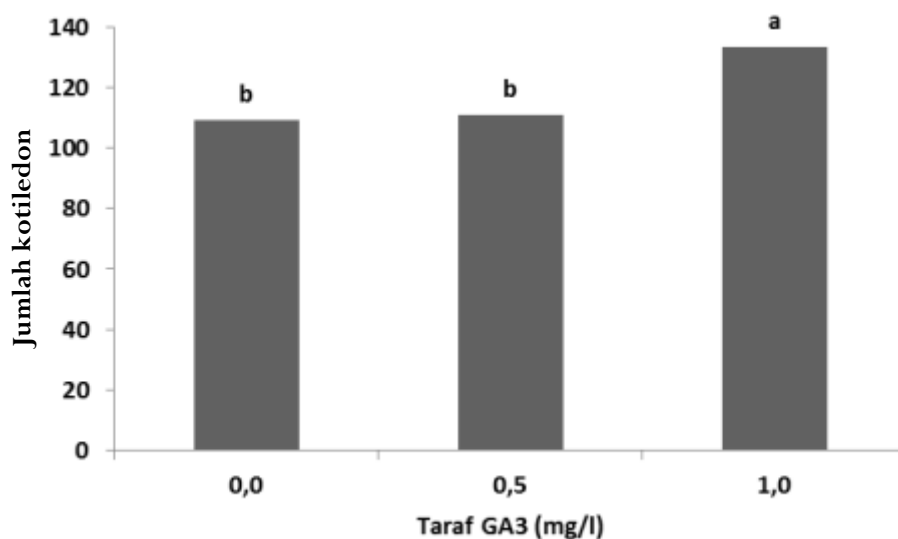


Gambar 7. Pengaruh kombinasi 2,4-D dan thidiazuron terhadap rata-rata jumlah embrio somatik yang berkecambah
Figure 7. The effect of 2,4-D and thidiazuron combination on average number of somatic embryo germinated

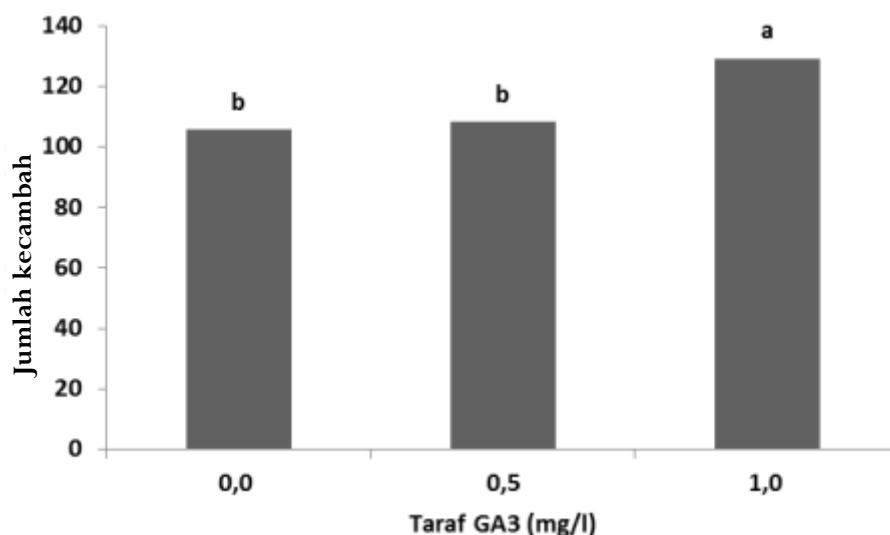
Pengaruh Pemberian GA_3 pada Media Regenerasi

Penambahan ZPT GA_3 1,0 mg/l pada media regenerasi dapat meningkatkan jumlah kotiledon dan kecambah yang terbentuk. Gambar 8 memperlihatkan

jumlah kotiledon yang dihasilkan berbeda nyata antara penambahan GA_3 1,0 mg/l dengan GA_3 0,0 dan 0,5 mg/l. Sejalan dengan jumlah kotiledon yang dihasilkan, jumlah kecambah yang dihasilkan juga berbeda nyata (Gambar 9).



Gambar 8. Pengaruh perlakuan GA_3 terhadap rata-rata jumlah embrio somatik fase kotiledon
Figure 8. The effect of GA_3 treatment on average number of cotyledonary somatic embryos



Gambar 9. Pengaruh perlakuan GA_3 terhadap rata-rata jumlah embrio somatik berkecambah
Figure 9. The effect of GA_3 treatment on average number of germinated somatic embryos

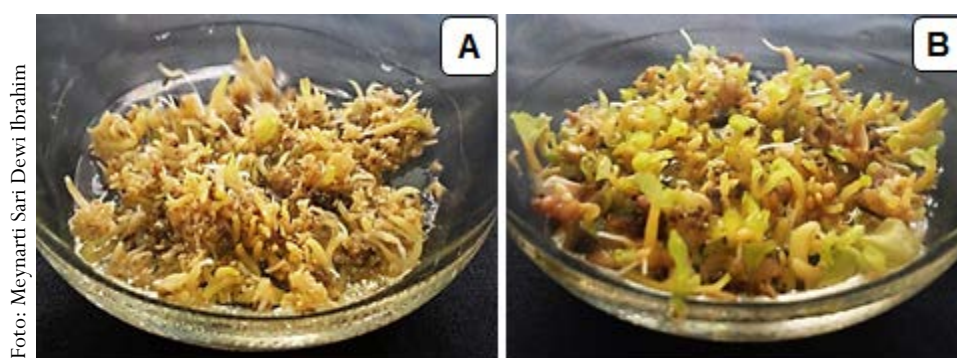


Foto: Meynarti Sari Dewi Ibrahim

Gambar 10. Pembentukan embrio somatik kopi Robusta klon BP 308 menggunakan GA_3 1,0 mg/l pada media regenerasi: A = fase kotiledon dan B = kecambah

Figure 10. Somatic embryo formation of *Coffea canephora* BP 308 clone using GA_3 1.0 mg/l on regeneration medium: A = cotyledonary stage and B = germinated embryos

Penambahan GA_3 1,0 mg/l pada media regenerasi ternyata dapat meningkatkan jumlah kecambah (Gambar 10). Jumlah kecambah yang dihasilkan dalam penelitian ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu yang juga menambahkan GA_3 pada perlakuannya. Pada embriogenesis kopi Arabika, jumlah embrio yang berkecambah per eksplan pada media MS yang diberi BAP 2,0 mg/l dan GA_3 0,5 mg/l tertinggi hanya $14,0 \pm 1,7$ (Ahmed *et al.*, 2013). Sementara hasil penelitian Rezende *et al.* (2008) menunjukkan bahwa penambahan GA_3 10,0 mg/l dan NAA 1,0 mg/l merupakan media terbaik dalam meningkatkan jumlah embrio somatik yang dihasilkan.

Proses perubahan morfogenesis embriogenesis tidak langsung kopi Robusta hampir sama dengan kopi Arabika. Pada kopi Robusta, setelah 2 bulan disubkultur

ke media regenerasi, kalus berubah warna dari kuning menjadi kuning kecoklatan. Hasil pengamatan di bawah mikroskop pada bulan ketiga dari kalus mulai muncul proembrio, yang kemudian berkembang menjadi embrio globular. Pada bulan keempat embrio somatik fase hati dan oblong mulai terlihat. Pada bulan kelima *elongated stage* mulai terbentuk dan berkembang menjadi torpedo. Embrio somatik fase kotiledon mulai terlihat pada bulan kedelapan dan satu bulan kemudian mulai berkecambah. Perkembangan embriogenesis tidak langsung kopi Robusta klon BP 308 dari fase globular sampai kecambah dapat dilihat pada Gambar 11. Morfologi embrio somatik kopi Robusta terlihat normal apabila embrio globular, oblong, hati, torpedo, dan kecambah sesuai dengan embriogenesis somatik tanaman dikotil pada umumnya.

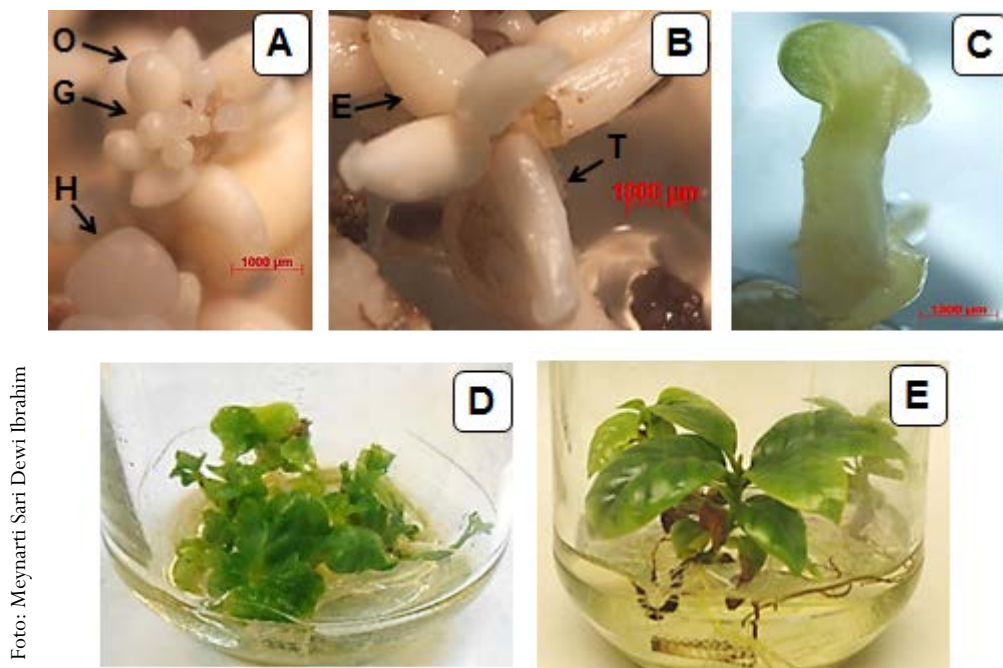


Foto: Meynarti Sari Dewi Ibrahim

Gambar 11. Perkembangan embrio somatik kopi Robusta klon BP 308: A = globular, oblong, dan hati; B = embrio memanjang dan torpedo; C = fase kotiledon; D = planlet; E = planlet siap untuk diaklimatisasi

Figure 11. Developmental stages of Robusta clone BP 308: A = globular, oblong, and heart stages; B = elongated embryo and torpedo stage; C = cotyledonary stage; D = planlet; E = planlet ready for acclimatization

Selain pada kultur *in vitro* kopi, penggunaan GA₃ juga telah dilaporkan pada tanaman lain. Pada kultur jeruk penambahan GA₃ sebanyak 1,0 mg/l dan 2,0 mg/l mampu meningkatkan perkecambahan 60%–100% (Hidayati, 2013). Sejalan dengan penelitian tersebut, penambahan GA₃ pada jeruk keprok juga meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan embrio somatik. Pemberian GA₃ sebanyak 4,0 mg/l menghasilkan dua kali lipat bobot segar dibanding kontrol, sementara penambahan 8,0 mg/l meningkatkan jumlah embrio somatik sampai 70% (Firdiana, Indriyani, & Widoretno, 2015). Pada kultur teh, penggunaan thidiazuron atau BAP yang dikombinasikan dengan GA₃ pada konsentrasi di bawah 1,0 mg/l dilaporkan dapat meningkatkan jumlah tunas dan bobot segar kultur teh yang dihasilkan (Ferreira *et al.*, 2006; Gonbad, Sinniah, Aziz, & Mohamad, 2014).

KESIMPULAN

Pembentukan kalus embriogenik dari eksplan daun kopi Robusta klon BP 308 dapat diinduksi pada media ½ MS dengan penambahan kombinasi ZPT 2,4-D dan thidiazuron. Kombinasi 2,4-D dan thidiazuron dengan penyayatan daun tidak berpengaruh terhadap

pembentukan kalus embriogenik. Kalus embriogenik dari media perlakuan 2,4-D 1 mg/l dan thidiazuron 5,0 mg/l yang diregenerasikan menggunakan media ½ MS diperkaya kinetin 2 mg/l menghasilkan jumlah kecambah terbanyak. Penambahan GA₃ 0,1 mg/l pada media regenerasi dapat direkomendasikan untuk meningkatkan konversi embrio somatik kopi Robusta klon BP 308.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, G., Sharma, C., & Srivastava, D. K. (2012). Thidiazuron: A potent cytokinin for efficient plant regeneration in Himalayan poplar (*Populus ciliata* Wall.) using leaf explants. *Annals of Forest Research*, 55(2), 179–188.
- Ahmed, W., Feyissa, T., & Bitima, T. D. (2013). Somatic embryogenesis of a coffee (*Coffea arabica* L.) hybrid using leaf explants. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 88(4), 469–475.
- Arimarsetiowati, R. (2011). Pengaruh auksin 2,4-D dan sitokinin 2-ip terhadap pembentukan embriogenesis somatik langsung pada eksplan daun *Coffea arabica* L. *Pelita Perkebunan*, 27(2), 68–76.

- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2015). *Statistik Perkebunan Indonesia 2014-2016 Kopi*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Etienne, H. (2005). Somatic embryogenesis protocol: Coffee (*Coffea arabica* L. and *C. canephora* P.). In S. Mohan Jain & Pramod K. Gupta (Eds.), *Protocol for somatic embryogenesis in woody plants* (pp. 167–179). Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag. http://doi.org/10.1007/1-4020-2985-3_14
- Ferreira, P., Maria, S., Guerreiro, C., Andre, A., Geromel, C., Leroy, T., ... Vieira, E. (2006). Biochemical and genomic analysis of sucrose metabolism during coffee (*Coffea arabica*) fruit development. *Journal of Experimental Botany*, 57(12), 3243–3258. <http://doi.org/10.1093/jxb/erl084>
- Firdiana, E. R., Indriyani, S., & Widoretno, W. (2015). The effect of gibberellin on somatic embryo growth and maturation and plantlet regeneration of tangerine (*Citrus reticulata* Blanco.) var . Batu 55. *Jounal Exp.Life Sci.*, 5(1), 19–22.
- Gatica-Arias, A. M., Arrieta-Espinoza, G., & Equivel, A. M. E. (2008). Plant regeneration via indirect somatic embryogenesis and optimisation of genetic transformation in *Coffea arabica* L . cvs . Caturra and Catuaí. *Electric Journal of Biotechnology*, 11(1), 1–12. <http://doi.org/10.2225/vol11-issue1-fulltext-9>
- Gatica, A. M., Arrieta, G., Espinoza, A. M., & Rica, C. (2009). Optimization of coffee (*Coffea arabica*) transformation parameters using uidA and hpt genes: effect of osmotic pre-treatment, helium pressure and target distance. *Revista de Biologia Tropical*, 57(Supplement 1), 151–160.
- George, E. F., Hall, M. A., & Klerk, G. J. De. (2008). The components of plant tissue culture media I: Macro- and micro-nutrients. In *Plant propagation by tissue culture 3rd edition* (Vol. 1, pp. 65–113). http://doi.org/10.1007/978-1-4020-5005-3_3
- Georget, F., Courtel, P., Garcia, E. M., Hidalgo, M., Alpizar, E., Breitler, J.-C., ... Etienne, H. (2017). Somatic embryogenesis-derived coffee plantlets can be efficiently propagated by horticultural rooted mini-cuttings: A boost for somatic embryogenesis. *Scientia Horticulturae*, 216, 177–185. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.12.017>
- Gonbad, R. A., Sinniah, U. R., Aziz, M. A., & Mohamad, R. (2014). Influence of cytokinins in combination with GA 3 on shoot multiplication and elongation of tea clone Iran 100 (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze). *The Scientific World Journal*, 1, 1–9. <http://doi.org/10.1155/2014/943054>
- Hidayahti, N. (2013). Pengaruh osmolit, giberelin, dan suhu dingin terhadap maturasi dan perkecambahan embrio somatik jeruk (*Citrus reticulata* Blanco.). *el-Hayah Journal of Biology*, 3(2). <http://doi.org/10.18860/elha.v3i2.2613>
- Hulupi, R. (2016). Bahan tanam kopi. In T. Wahyudi, Pujiyanto, & Misnawi (Eds.), *Kopi: Sejarah, botani, proses produksi, pengolahan produk hilir, dan sistem kemitraan* (pp. 56–102). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ibrahim, M. S. D., Hartati, R. S., Rubiyo, Purwito, A., & Sudarsono. (2013a). Direct and indirect somatic embryogenesis on Arabica coffee (*Coffea arabica*). *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 14(2), 79–86.
- Ibrahim, M. S. D., Hartati, R. S., Rubiyo, Purwito, A., & Sudarsono. (2013b). Induksi kalus embriogenik dan daya regenerasi kopi Arabika menggunakan 2,4-dichlorophenoxyacetic acid dan 6-benzyladenine. *Buletin Riset Tanaman Rempah Dan Aneka Tanaman Industri*, 4(2), 91–98.
- Ibrahim, M. S. D., Hartati, R. S., Rubiyo, Purwito, A., & Sudarsono. (2015). The induction of primary and secondary somatic embryogenesis for Arabica coffee propagation. *Journal of Tropical Crop Science*, 2(3), 6–13.
- Ibrahim, M. S. D., Sudarsono, Syafaruddin, & Rubiyo. (2012). Pengaruh komposisi media terhadap pembentukan kalus embriogenesis somatik kopi Arabika (*Coffea arabica*). *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 3(1), 13–22.
- Murni, P. (2010). Embriogenesis somatik pada kultur in vitro daun kopi Robusta (*Coffea canephora* var. Robusta chev.). *Biospecies*, 2(2), 22–26.
- Priyono, Florin, B., Rigoreau, M., Ducos, E.-P., Sumirat, U., Mawardi, S., ... Crouzillat, D. (2010). Somatic embryogenesis and vegetative cutting capacity are under distinct genetic control in *Coffea canephora* Pierre. *Plant Cell Rep*, 29, 343–357. <http://doi.org/10.1007/s00299-010-0825-9>
- Rezende, J. C. de, Ferreira, E. A., Pasqual, M., Villa, F., Botelho, C. E., & Carvalh, S. P. de. (2008). Development of *Coffea arabica* L. seedlings obtained from direct somatic embryogenesis. *Coffee Science, Lavras*, 3(1), 30–37.
- Santos-briones, C. D. L., & Hernández-sotomayor, S. M. T. (2006). Coffee biotechnology. *Braz. J. Plant Physiol*, 18(130), 217–227.

- Schulze, J. (2007). Improvements in cereal tissue culture by thidiazuron: A review. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 1(2), 64–79.
- Singh, P., & Dwivedi, P. (2014). Two-stage culture procedure using thidiazuron for efficient micropropagation of *Stevia rebaudiana*, an anti-diabetic medicinal herb. *3 Biotech*, 4, 431–437. <http://doi.org/10.1007/s13205-013-0172-y>
- van Boxtel, J., & Berthouly, M. (1996). High frequency somatic embryogenesis from coffee leaves: Factors influencing embryogenesis, and subsequent proliferation and regeneration in liquid medium. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 44(1), 7–17. <http://doi.org/10.1007/BF00045907>

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
 DAN PENYEGAR**
 Journal of Industrial and Beverage Crops
 Volume 4, Nomor 3, November 2017

**KERAGAMAN GENETIK ANTAR KLON KOPI ROBUSTA LOKAL PAGAR ALAM
 BERDASARKAN ANALISIS MARKA SSR**

***GENETIC VARIABILITY AMONG INDIGENOUS ROBUSTA COFFEE CLONES FROM PAGAR ALAM
 BASED ON SSR MARKERS ANALYSIS***

* Syafaruddin¹⁾, Dani¹⁾, dan Marcia Bunga Pabendon²⁾

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar¹⁾

Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

* *den_ovan@yahoo.com*

Balai Penelitian Tanaman Serealia²⁾

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

(Tanggal diterima: 12 Juli 2017, direvisi: 27 Agustus 2017, disetujui terbit: 30 November 2017)

ABSTRAK

Kopi Robusta (*Coffea canephora* var. *robusta*) merupakan jenis kopi yang paling luas pengembangannya di Indonesia, termasuk wilayah Kota Pagar Alam, Sumatera Selatan. Pada beberapa dekade terakhir, banyak petani di Kota Pagar Alam melakukan seleksi dan rehabilitasi tanaman kopi Robusta secara klonal sehingga terbentuk beberapa populasi klon lokal. Pola tersebut dalam jangka panjang dikhawatirkan akan memusnahkan alel-alel penting dan mereduksi keragaman genetik kopi Robusta lokal di lahan petani. Tujuan penelitian adalah mengetahui keragaman genetik antar klon kopi Robusta lokal Pagar Alam berdasarkan analisis marka SSR. Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi Molekuler, Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros, mulai bulan Februari sampai April 2017. Karakterisasi molekuler 19 klon kopi Robusta lokal Pagar Alam dilakukan menggunakan 33 marka SSR (*Simple Sequence Repeat*) polimorfik. Data biner yang dihasilkan selanjutnya dianalisis menggunakan program PowerMarker untuk mengetahui nilai polimorfisme (PIC), jumlah dan keragaman alel, serta nilai heterozigositas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 33 lokus SSR polimorfik menghasilkan 134 alel dengan rata-rata 4,06 alel/lokus, sedangkan nilai PIC antara 0,09–0,77 dengan rata-rata 0,48. Dari 33 lokus SSR, terdapat 19 lokus (57,58%) yang mempunyai nilai PIC sangat informatif (>0,55). Hasil konstruksi dendrogram menggunakan program NTSYS membagi 19 klon kopi Robusta lokal Pagar Alam menjadi 4 kluster pada koefisien kemiripan genetik 0,53. Salah satu klon, yaitu KPA41 terpisah dalam kluster tersendiri sehingga berpotensi disilangkan dengan klon-klon lainnya. Berdasarkan nilai jarak genetik >0,55 dapat disusun 14 kombinasi persilangan antar klon yang berpotensi meningkatkan keragaman genetik kopi Robusta lokal Pagar Alam.

Kata kunci: *Coffea canephora* var. *robusta*, keragaman genetik, marka SSR, nilai jarak genetik

ABSTRACT

Robusta coffee (Coffea canephora var. robusta) is the most extensive developed in Indonesia, including Pagar Alam, South Sumatra. In the last few decades, many farmers in Pagar Alam conducted clonal selection and rehabilitation of Robusta coffee trees that generated indigenous clonal populations. This pattern in the long period can damage important alleles and reduce the genetic diversity of indigenous Robusta coffee in farmland. The research aimed to know the genetic diversity among indigenous Robusta coffee clones developed in Pagar Alam based on SSR markers. The study was conducted at Molecular Biology Laboratory, Cereals Research Institute, Maros, from February to April 2017. Molecular characterization of 19

indigenous Robusta coffee clones was conducted using 33 polymorphic SSR markers. The resulting binary data was then analyzed using PowerMarker program to determine polymorphism value (PIC), number and diversity of alleles, and heterozygosity values. The results showed that 33 polymorphic SSR loci produced 134 alleles with an average of 4.06 alleles/locus, whereas PIC values ranged from 0.09–0.77 with an average of 0.48. Of the 33 SSR loci, 19 loci (57.58%) exhibited very informative PIC value (> 0.55). Dendrogram generated using NTSYS program divided 19 indigenous Robusta coffee clones into 4 clusters at 0.53 similarity coefficient. KPA41 clone was separated in its own cluster, potentially crossed with other clones. Based on genetic distance values > 0.55 , could arrange 14 combinations of interclonal crosses that potentially increase the genetic variability of indigenous Robusta coffee from Pagar Alam.

Keywords: *Coffea canephora var robusta*, genetic diversity, genetic distance value, microsatellite markers

PENDAHULUAN

Kopi Robusta merupakan jenis kopi yang paling banyak dikembangkan petani di Indonesia, namun produktivitasnya masih rendah, rata-rata kurang dari 1 ton per hektar (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015). Produktivitas ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan Vietnam dan Brasil yang mampu menghasilkan biji kopi 1,5–2,0 ton per hektar (Indonesia-Investment, 2015). Bahkan klon-klon elit kopi Robusta di Brasil mampu mencapai 12 ton/ha pada kondisi manajemen intensif (DaMatta, Ronchi, Maestri, & Barros, 2007). Dengan demikian, peningkatan produktivitas kopi Robusta di tanah air merupakan tantangan bagi para agronom dan pemulia tanaman.

Kopi Robusta bersifat tidak kompatibel menyerbuki sendiri (*self-incompatible*) sehingga cenderung menyerbuk silang (*outcrossing*). Hal ini bertujuan mencegah efek tekanan silang dalam (*inbreeding depression*) (Nowak, Davis, Anthony, & Yoder, 2011). Oleh karena itu, agar dapat berproduksi optimal, harus ditanam dua hingga beberapa klon kopi Robusta yang saling kompatibel (Anim-Kwapong, Anim-Kwapong, & Oppong, 2010) atau dikenal dengan istilah poliklonal (Prastowo *et al.*, 2010). Pada beberapa jenis tanaman *self-incompatible*, kompatibilitas antar klon berkorelasi positif dengan jarak genetiknya (Alves, Silva, de Albuquerque, & Santos, 2017). Sementara itu, jarak genetik berkorelasi positif dengan heterosis nilai tengah tetua (*midparent heterosis*) (Usatov *et al.*, 2014). Dengan demikian, suatu populasi tanaman kopi Robusta yang di dalamnya terdapat keragaman genetik yang luas berpeluang menghasilkan buah dan biji lebih banyak sekaligus menghasilkan keturunan hibrida lebih unggul.

Kendala yang seringkali ditemukan di lapangan adalah kebiasaan petani di beberapa sentra produksi kopi Robusta, terutama Sumatera Selatan, Bengkulu, dan Lampung, yang hanya mengembangkan satu hingga beberapa klon paling disukai. Sebagian petani mengembangkan beberapa klon lokal hasil seleksi petani secara mandiri. Klon-klon terseleksi tersebut dikembangkan secara luas melalui teknik sambung tunas plagiotrop (*tak-ent*) dengan batang bawah berupa

tanaman kopi Robusta yang sudah berumur tua dan tidak produktif. Hasil analisis keragaman genetik yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan penanda molekuler SSR terhadap beberapa klon lokal yang dikembangkan di wilayah Bengkulu menunjukkan keragaman genetik antar klon yang relatif sempit (Syafaruddin, Randriani, Dani, Sulistyorini, & Pabendon, 2014). Hal ini diduga karena klon-klon tersebut merupakan hasil seleksi petani dari populasi *sibling* yang sama.

Pola serupa juga diterapkan oleh petani di Sumatera Selatan, khususnya Kota Pagar Alam sebagai penghasil biji kopi Robusta terbaik di Indonesia. Petani kopi di daerah Kota Pagar Alam telah terbiasa melakukan seleksi pohon induk terbaik dan mengembangkannya melalui teknik sambung *tak-ent*. Kriteria seleksi yang digunakan adalah daya hasil tinggi dan atau ukuran buah/biji besar, serta tipe percabangan lentur (menjuntai). Populasi klonal kopi Robusta di daerah tersebut saat ini telah menyebar luas, menggantikan populasi yang berasal dari biji. Oleh karena itu, analisis keragaman genetik beberapa klon lokal di wilayah tersebut penting dilakukan.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa keragaman genetik *C. canephora* dapat dianalisis menggunakan beberapa tipe marka, antara lain marka isozyme (Montagnon, Guyot, Cilas, & Leroy, 1998), mikrosatelit atau SSR (Cubry *et al.*, 2008; Musoli *et al.*, 2009; Cubry, de Bellis, Pot, Musoli, & Leroy, 2013; Hendre & Aggarwal, 2014) dan RFLP (Gomez *et al.*, 2009). Di antara beberapa marka tersebut, marka SSR diketahui mempunyai keunggulan dibandingkan dengan marka yang lain, yaitu dapat digunakan untuk mengidentifikasi *C. arabica*, *C. canephora*, dan spesies terkait (Combes *et al.*, 2000). Selain itu, marka SSR juga telah digunakan untuk mengetahui polimorfisme antara aksesi *C. arabica* liar dan yang dibudidayakan (Rovelli *et al.*, 2000; Anthony *et al.*, 2002; Baruah *et al.*, 2003; Moncada & McCouch, 2004), serta untuk menganalisis introgresi DNA fragmen dari *C. canephora* dan *C. liberica* ke *C. arabica* (Lashermes *et al.*, 2000; Gichuru *et al.*, 2008; Prakash, Combes, Somanna, & Lashermes, 2002). Dengan demikian, marka SSR

merupakan marka molekuler yang paling ideal untuk mempelajari keragaman genetik, struktur populasi, hubungan filogenetik, dan seleksi berbasis marka (Hendre & Aggarwal, 2014). Penelitian bertujuan mengetahui keragaman genetik antar 19 klon kopi Robusta lokal Pagar Alam berdasarkan analisis marka SSR.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi Molekuler, Balai Penelitian Tanaman Serealia (Balitsereal), Maros, Sulawesi Selatan, mulai bulan Februari hingga April 2017.

Materi Tanaman

Materi tanaman yang digunakan untuk analisis keragaman genetik terdiri atas 19 nomor klon kopi Robusta lokal yang dikembangkan petani di wilayah Kota Pagar Alam (4°1'0"S 103°15'0"E), Sumatera Selatan. Klon-klon lokal tersebut merupakan hasil seleksi individu yang kemudian dikembangkan petani secara klonal menggunakan teknik sambung tunas plagiotrop (*tak-ent*).

Ekstraksi DNA

DNA diekstrak dari bagian daun kopi yang masih muda dan segar menggunakan prosedur CTAB dimodifikasi, seperti yang dijelaskan oleh George *et al.* (2004) dan Khan, Awan, Ahmad, & Khan (2004). Kualitas dan konsentrasi DNA ditentukan dengan migrasi melalui gel agarose 0,8% terhadap konsentrasi DNA standar (λ DNA) 10, 50, 100, dan 200 ng/ μ l. Migrasi DNA dalam gel agarose diekspose dengan menggunakan pewarna etidium bromida. Konsentrasi DNA yang digunakan untuk proses PCR adalah 10 ng/ μ l.

Amplifikasi Marka SSR

Amplifikasi PCR dilakukan dengan menggunakan 34 marka SSR yang telah digunakan sebelumnya oleh Missio *et al.* (2010) dan Syafaruddin *et al.* (2014) (Tabel 1). Proses amplifikasi dilakukan dengan total volume 10,0 μ l, terdiri atas 1,0 μ l DNA genomik dengan konsentrasi 10 ng/ μ l, 0,5 μ l primer SSR *forward* dan *reverse* (konsentrasi 0,5 μ M), 6,25 μ l

PCR mix yang mengandung 0,2 mM masing-masing dNTP dan 1,5 mM MgCl₂ (KAPA2G *Fast ReadyMix*), dan 2,25 μ l air ultrapure steril. Reaksi amplifikasi dilakukan pada suhu yang diatur untuk denaturasi, *annealing* dan *elongasi* pada mesin PCR TC-Plus menggunakan prosedur PCR *touchdown*. Siklus amplifikasi terdiri dari 2 menit awal denaturasi pada suhu 94°C, diikuti dengan 5 siklus denaturasi pada suhu 94°C selama 45 detik, *annealing* selama 1 menit pada suhu 60°C, dengan penurunan suhu 1°C pada setiap siklus, perpanjangan selama 1 menit 30 detik pada suhu 72°C. Kemudian dilanjutkan dengan 30 siklus pada suhu 90°C selama 45 detik, pada suhu 54°C selama 1 menit dan pada suhu 72°C selama 1 menit 30 detik, diikuti perpanjangan selama 8 menit pada suhu 72°C. Pemisahan DNA hasil amplifikasi dilakukan pada gel poliakrilamid non-denaturasi dengan teknik elektroforesis menggunakan alat *dual triple-wide mini-verticals* (C.B.S. Scientific). Proses pewarnaan dan visualisasi pola pita DNA melalui perendaman dalam larutan etidium bromide mengikuti protokol dari C.B.S. Scientific. Hasil *genotyping* klon kopi Robusta lokal yang bersifat diploid diharapkan dapat memberikan maksimum dua alel per individu yang mungkin berbeda dalam posisi gel berdasarkan besarnya alel. Ukuran alel ditentukan dengan menggunakan kontrol *allelic* yang didefinisikan oleh (Cubry *et al.*, 2005).

Analisis Data

Marka SSR yang menghasilkan pita polimorfik selanjutnya diskoring menggunakan format data biner, yaitu 1 jika ada pita, 0 jika tidak ada pita, dan 9 jika fragmen DNA tidak teramplifikasi. Data biner tersebut digunakan untuk melakukan analisis pengelompokan (*clustering*) berdasarkan matriks kesamaan genetik menggunakan program NTSYS-pc, 2.1 (Rohlf, 2000). Sementara nilai jarak genetik diperoleh dengan rumus 1 - nilai kesamaan genetik. Selanjutnya data biner tersebut dimodifikasi menjadi tipe alel untuk tiap-tiap klon kopi Robusta lokal dan digunakan untuk melakukan analisis menggunakan program PowerMarker V3.25 (Liu & Muse, 2005). Informasi yang diperoleh dari program PowerMarker adalah tingkat polimorfisme (*Polymorphism Information Content*, PIC), jumlah dan keragaman alel, frekuensi alel, dan nilai heterozigositas.

Tabel 1. Lokus SSR yang digunakan untuk karakterisasi molekuler 19 klon kopi Robusta lokal Pagar Alam, Sumatera Selatan
Table 1. SSR locus used for molecular characterization of 19 indigenous Robusta coffee clones from Pagar Alam, South Sumatra

Primer	Sekuen	Kisaran alel (bp)
SSRCa003	F: ATG ATT CGT AGG TGG AGT GG R: CTA AGC CGC AAA TGA CAG A	160,80–239,20
SSRCa016	F: AGC AGA TTC CAT CCT TAT CCT R: CCA CTA ATC CAT TCC ATT CC	155,45–191,09
SSRCa019	F: GGG TTA GAT AGA GCA AGA ATG A R: CTG TGA AGG TGT GGA GTT TT	311,00–553,00
SSRCa023	F: GAC CCT TGC CTT TTG TTG R: GCC ATT CAT CCA TTC ATT C	236,75–311,00
SSRCa026	F: GAA TCT GGT GGG CTT TGA R: AAG GAG AGG GGA AGA AAA TG	89,20–104,50
SSRCa052	F: GAT GGA AAC CCA GAA AGT TG R: TAG AAG GGC TTT GAC TGG AC	118,00–229,40
SSRCa062	F: AAG TTA TTA GGG CAA GAG TGG A R: AAGCTCCAAGACCAAGATG	239,20–303,25
SSRCa068	F: ATGTTGTTGG AGG CATTTC R: AGG AGC AGT TGT TGT TTT CC	212,25–249,00
SSRCa080	F: GTTCTTCCGCCGTCAAT R: GAG AAG AGA GAG GAA GGG AAA	163,25–255,20
SSRCa081	F: ACC GTT GTT GGA TAT CTT TG R: GGT TGA ACC TAG ACC TTA TTT	140,00–249,00
SSRCa082	F: GCTTGTTTCCATCGCTAAA R: TTACACGTCAACCCACAAAC	191,83–264,50
SSRCa083	F: TCC AAC AAC ATT AAG CGT ATT C R: GAC AAA CCT GAG GGA AAA GA	131,20–183,66
SSRCa087	F: TCA CTC TCG CAG ACA CAC TAC R: GCA GAG ATG ATC ACA AGT CC	170,60–311,00
SSRCa088	F: TAC CTC TCC TCC TCC TTC CT R: ATT TCT ATG GAC CGG CAA C	100,00–151,00
SSRCa091	F: CGTCTCGTATCACGCTCTC R: TGT TCC TCG TTC CTC TCT CT	131,20–212,25
SSRCa092	F: ATA GCC TGA GCC GTA ACC A R: GGG TAA TTA TGA CGA GGG ACA	192,99–269,66
SSRCa094	F: GTG TCC TAG GGA AGG GTA AG R: GAG TGC TAG GAG AGG GAG AG	190,20–388,33
SSRCa095	F: GAG AGA GCC GAG TGA AGA GA R: GAG AGA GAA GCC ATG ATT TGA	180,40–349,66
CM2FAM	F: TGTGATGCCATTAGCCTAGC R: TCCAACATGTGCTGGTGATT	159,16–221,77
CM8FAM	F: GCCAATTGTGCAAGTGCT R: ATTCATGGGGCCTTTGTCTT	89,20–107,71
CM16HEX	F: TGGGGAAAAGAAGGATATAGACAAGAG R: GAGGGGGGCTAAGGGAATAACATA	200,00–311,00
CarM101	F: TATGTCTCTAACTTTCTATTTT R: AGAGACTACATTTACACAGAAGA	105,14–140,00
CarM048	F: CCAGCAATCCTCCCTCCCACCAC R: TACCGTATGCAGAGACAACAATG	369,00–427,00
CarM049	F: ATGGCAAAGCAAATGTGGGAAGAG	272,25–383,50

Primer	Sekuen	Kisaran alel (bp)
	R: CACCTGAAGAAGATGACAACTAAT	
CarM051	F: GATGTGGAGGAGGCTGCTGCTGAA R: TAGGGCGCCATCTGGTAGGGTTGT	109,00–500,00
CarM092	F: AGGCCAGACTTGTGTTGATTTTGR R: GGCCCTTCTCGCTTTAGTTG	140,00–181,62
CarM096	F: TACTGGGGAAGAATTTATCATC R: TTAGGCCATCCAAGAGTATTC	290,33–427,00
CarM105	F: TGCTCCTACTAAATACCCAAACA R: ATATGCCCAAGAAAATTAGATGAAA	262,77–414,11
CFGA189NED	F: CAT CCA TCC GAA AAC TTC TAA CG R: CAGCACTGGCAAATAGCAACTCTT	239,20–280,00
CFGA502FAM	F: AAGCCACCCAGAAAACAGCACATC R: ATTTGCTTCTCATGTTCCCTTTCA	100,00–269,66
CFGA547aVIC	F: AAGGCATGCGGCGGGAGTAT R: TCGTCAAGGACAAATCCTAAAGC	269,66–553,00
M20	F: CTTGTTTGAGTCTGTCTGCTG R: TTTCCCTCCCAATGTCTGTA	145,50–180,00
CarM052	F: AGCAGCTGCAGCCACAACA R: GAGTAAGAGCCCCAGAGCGTAACCT	275,57–427,00
M24	F: GGCTCGAGATATCTGTTTAG R: TTTAATGGGCATAGGGTCC	89,20–553,00

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi Genetik Marka SSR

Sebanyak 34 lokus SSR digunakan untuk mengamplifikasi 19 klon kopi Robusta lokal Pagar Alam, namun satu lokus (primer CarM096) tidak dapat teramplifikasi dengan sempurna pada semua klon yang digunakan. Sementara itu, 33 lokus lainnya menghasilkan pita polimorfik dan digunakan untuk analisis lebih lanjut. Profil 33 marka SSR polimorfik yang meliputi frekuensi alel, jumlah dan keragaman alel, heterozigositas, dan tingkat polimorfisme (PIC) disajikan pada Tabel 2. Dari tabel tersebut diketahui bahwa rata-rata frekuensi alel adalah 0,58 dengan frekuensi alel tertinggi ditunjukkan oleh primer SSRCa023 (0,95) dan terendah pada primer CarM101 (0,25). Jumlah alel per lokus bervariasi mulai dari 2–9 alel dengan rata-rata 4,06 alel/lokus. Informasi keragaman gen untuk setiap lokus antara 0,10–0,80 dengan rata-rata 0,53, sedangkan nilai heterozigositas antara 0,11–0,94 dengan rata-rata 0,54. Nilai polimorfisme (PIC) untuk 33 marka SSR polimorfik antara 0,09–0,77 dengan rata-rata 0,48, yang menunjukkan tingkat polimorfisme sedang. Botstein, White, Skolnick, & Davis (1980) mengemukakan bahwa nilai PIC (*Polymorphism Information Content*)

dijadikan sebagai standar dalam mengevaluasi marka genetik berdasarkan pita DNA hasil amplifikasi PCR, dengan mengelompokkan nilai PIC menjadi 3 kelas, yaitu PIC >0,5 tergolong sangat informatif, PIC 0,25–0,5 tergolong sedang, dan PIC < 0,25 tergolong rendah. Namun demikian, pada penelitian ini diperoleh 19 lokus SSR (57,58%) yang mempunyai nilai PIC tergolong sangat informatif (Tabel 3). Nilai PIC yang ditunjukkan oleh 19 lokus tersebut sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hendre & Aggarwal (2014).

Lokus yang sangat informatif, yaitu lokus yang memiliki nilai PIC tinggi (>0,5), merupakan sumber informasi penting dalam analisis keragaman genetik karena dapat menghasilkan variasi alel yang tinggi. Oleh karena itu, lokus tersebut dapat diaplikasikan untuk analisis keragaman genetik kopi Robusta yang diketahui mempunyai jumlah marka SSR yang relatif masih terbatas. Lokus-lokus yang sangat informatif juga dapat dipertimbangkan untuk digunakan dalam melakukan sidik jari (*finger printing*) kultivar kopi *C. canephora* secara manual jika marka SNP belum bisa digunakan. Namun demikian perlu pengujian lebih banyak genotipe, selain itu yang perlu diperhatikan adalah lokus-lokus tersebut harus menyebar pada semua kromosom di dalam genom.

Tabel 2. Variasi alel dari 33 marka SSR polimorfik yang digunakan untuk analisis keragaman genetik 19 klon kopi Robusta lokal Pagar Alam, Sumatera Selatan

Table 2. Allelic variation of 33 polymorphic SSR markers used for genetic diversity analysis of 19 indigenous Robusta coffee clones from Pagar Alam, South Sumatra

Marker	Frekuensi alel	Jumlah alel	Keragaman alel	Heterosigositas (%)	PIC
SSRCa003	0,53	3,00	0,60	0,61	0,53
SSRCa016	0,92	2,00	0,15	0,16	0,13
SSRCa019	0,53	2,00	0,50	0,11	0,37
SSRCa023	0,95	2,00	0,10	0,11	0,09
SSRCa026	0,62	2,00	0,47	0,76	0,36
SSRCa052	0,45	5,00	0,70	0,68	0,65
SSRCa068	0,53	5,00	0,63	0,56	0,57
SSRCa080	0,79	2,00	0,33	0,32	0,28
SSRCa081	0,66	6,00	0,54	0,44	0,51
SSRca082	0,61	5,00	0,57	0,42	0,53
SSRCa083	0,47	5,00	0,68	0,72	0,63
SSRCa087	0,32	5,00	0,74	0,84	0,70
SSRCa088	0,45	5,00	0,63	0,84	0,56
SSRCa091	0,34	9,00	0,80	0,63	0,77
SSRCa092	0,39	4,00	0,67	0,74	0,61
SSRCa094	0,56	5,00	0,56	0,71	0,48
SSRCa095	0,28	5,00	0,79	0,89	0,76
CM2FAM	0,61	6,00	0,59	0,58	0,56
CM8FAM	0,58	5,00	0,61	0,53	0,57
CM16HEX	0,68	2,00	0,43	0,63	0,34
CarM101	0,25	7,00	0,79	0,94	0,76
CarM048	0,72	2,00	0,40	0,22	0,32
CarM049	0,84	2,00	0,27	0,21	0,23
CarM051	0,56	5,00	0,60	0,56	0,55
CarM052	0,37	8,00	0,77	0,84	0,74
CarM092	0,50	3,00	0,63	0,50	0,55
CarM105	0,79	2,00	0,33	0,32	0,28
CFGA189NED	0,92	4,00	0,16	0,11	0,15
CFGA502FAM	0,94	2,00	0,10	0,11	0,10
CFGA547aVIC	0,45	3,00	0,63	0,74	0,55
M20	0,61	4,00	0,55	0,61	0,50
M24	0,53	5,00	0,66	0,58	0,63
SSRCa062	0,56	2,00	0,49	0,88	0,37
Jumlah	19,28	134,00	17,48	17,88	15,74
Rata-rata	0,58	4,06	0,53	0,54	0,48

Keterangan: PIC = *Polymorphic Information Content* (tingkat polimorfisme)

Tabel 3. Locus SSR dengan tingkat polimorfisme tinggi pada 19 klon kopi Robusta lokal Pagar Alam, Sumatera Selatan

Table 3. SSR locus with high polymorphism level on 19 Robusta coffee clones derived from Pagar Alam, South Sumatra

Lokus SSR	Jumlah alel per lokus SSR	Polimorfisme (%)
SSRCa091	9,00	0,77
CarM101	7,00	0,76
SSRCa095	5,00	0,76
CarM052	8,00	0,74
SSRCa087	5,00	0,70
SSRCa052	5,00	0,65
SSRCa083	5,00	0,63
M24	5,00	0,63
SSRCa092	4,00	0,61
SSRCa068	5,00	0,57
CM8FAM	5,00	0,57
CM2FAM	6,00	0,56
SSRCa088	5,00	0,56
CarM092	3,00	0,55
CFGA547aVIC	3,00	0,55
CarM051	5,00	0,55
SSRCa003	3,00	0,53
SSRca082	5,00	0,53
SSRCa081	6,00	0,51

Pengelompokan 19 Klon Kopi Robusta Lokal Berdasarkan Marka SSR

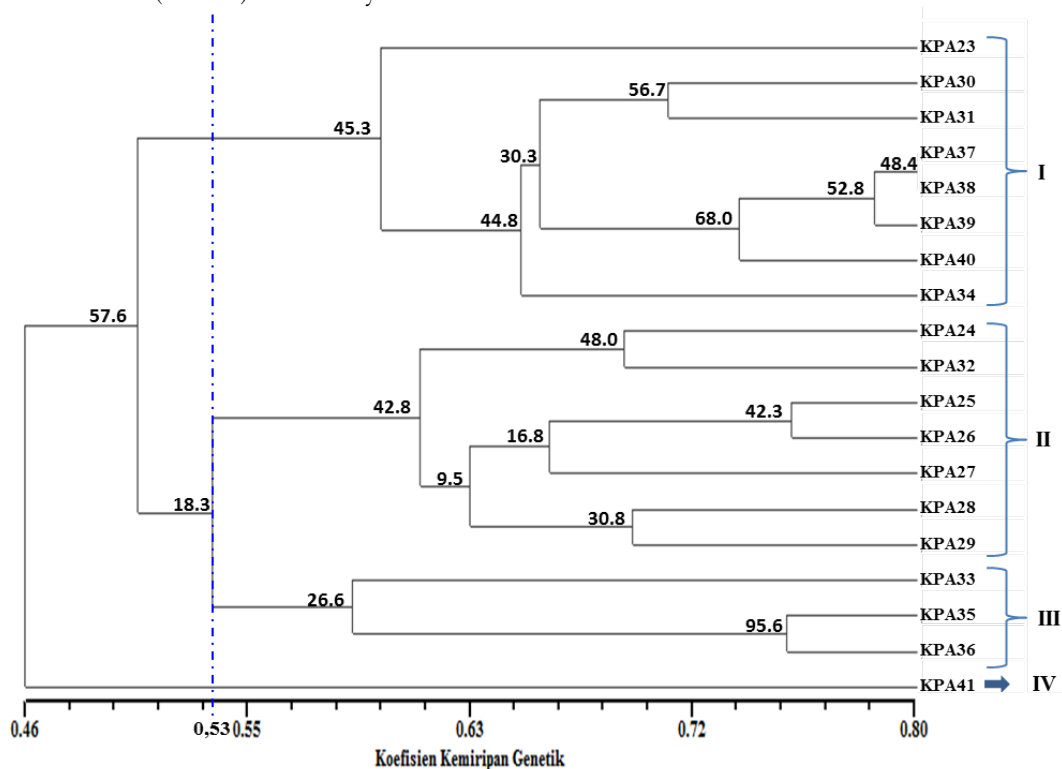
Sebanyak 19 klon kopi Robusta lokal yang digunakan pada penelitian ini berhasil dikelompokkan berdasarkan matriks kesamaan genetik yang terdapat pada program NTSYS (Gambar 1). Dendrogram berbasis UPGMA tersebut mempunyai koefisien kemiripan genetik antara 0,46–0,80, yang menunjukkan bahwa 19 klon yang dianalisis memiliki kemiripan genetik sedang sampai tinggi. Berdasarkan hasil perhitungan koefisien korelasi kofenetik (r), yaitu sebesar 0,87 (*good fit*) (Rohlf, 2000), mengindikasikan bahwa 33 marka SSR yang digunakan dapat menghasilkan dendrogram yang cukup akurat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pejic *et al.* (1998) yang mengemukakan bahwa nilai koefisien korelasi kofenetik (r) menggambarkan akurasi pengelompokan secara genotipik.

Pada tingkat kemiripan genetik 0,53, 19 klon kopi Robusta lokal terbagi menjadi 4 kluster utama, yaitu kluster I (klon KPA23, KPA30, KPA31, KPA34, KPA37, KPA38, KPA39, dan KPA40), kluster II (KPA24, KPA25, KPA26, KPA27, KPA28, KPA29, dan KPA32), kluster III (klon KPA33, KPA35, dan KPA36), dan kluster IV (KPA41). Munculnya kluster

dengan anggota tunggal juga ditunjukkan pada hasil analisis keragaman genetik antar klon kopi Robusta lokal Bengkulu yang juga dikembangkan oleh petani menggunakan teknik sambung tunas plagiotrop (Syafaruddin *et al.*, 2014).

Klon KPA41 diduga memiliki jalur silsilah (*pedigree*) yang berbeda. Salah satu kemungkinannya adalah merupakan keturunan hasil persilangan alami (*spontaneous hybrid*) antara spesies *C. canephora* dengan *C. liberica*. Spesies kopi lainnya, baik Arabika maupun Liberika, seringkali ditanam petani secara campur dengan jenis Robusta sehingga memberikan peluang terjadinya persilangan alami antar spesies (Mishra & Slater, 2012).

Tingkat kepercayaan pengelompokan untuk kluster I, II, dan III berturut-turut adalah 45,3%, 42,8%, dan 26,6%, yang tergolong relatif rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh jumlah marka yang digunakan untuk analisis masih terbatas serta marka SSR yang digunakan mempunyai nilai rata-rata polimorfisme (PIC) sedang ($<0,5$). Meskipun demikian, marka SSR yang digunakan berhasil membedakan setiap individu klon kopi Robusta lokal yang berasal dari Kota Pagar Alam, Sumatera Selatan.



Gambar 1. Dendrogram 19 klon kopi Robusta lokal Pagar Alam, Sumatera Selatan berdasarkan 33 marka SSR. Angka di atas garis menunjukkan tingkat kepercayaan pengelompokan berdasarkan metode Bootstrap.

Figure 1. Dendrogram of 19 indigenous Robusta coffee clones derived from Pagar Alam, South Sumatra based on 33 SSR markers. The number above the line shows the confidence level of the grouping based on the Bootstrap method.

Selain mengelompokkan klon kopi Robusta lokal berdasarkan nilai kesamaan genetiknya, informasi lain yang diperoleh pada penelitian ini adalah estimasi nilai jarak genetik antar klon. Mengetahui nilai jarak genetik antar klon sangat penting bagi pemulia dalam rangka menentukan kombinasi tetua persilangan terbaik. Hasil estimasi nilai jarak genetik antar klon kopi Robusta lokal antara 0,195–0,602 dengan rata-rata umum sebesar 0,434 (Tabel 4). Estimasi nilai jarak genetik terendah ditemukan pada pasangan KPA38 vs KPA37, sedangkan estimasi nilai jarak genetik tertinggi diperoleh pada pasangan KPA41 vs KPA23. Nilai jarak genetik 0,434 tergolong sedang, yang sudah tergambar sebelumnya dari koefisien kemiripan genetik antara 0,46–0,80 (Gambar 1). Persilangan antar klon kopi Robusta dari kelompok berbeda akan menghasilkan efek heterosis yang lebih besar (Dalcomo *et al.*, 2015). Dengan asumsi estimasi jarak genetik >0,55 dapat meningkatkan keragaman genetik (Yu, Wang, Sun, & Liu, 2012), maka dari total 171 peluang kombinasi, terdapat 14 pasang kombinasi yang berpotensi meningkatkan keragaman genetik kopi *C. canephora* (Tabel 5). Dari total 14 pasang kombinasi tersebut, 7 pasang di antaranya melibatkan genotipe KPA41.

Sebagaimana terlihat pada dendrogram, genotipe KPA41 mengelompok sendiri pada kluster IV, sehingga mempunyai peluang lebih besar untuk memiliki pasangan dengan nilai jarak genetik lebih tinggi dari ketiga kluster lainnya. Sebanyak 18 peluang kombinasi dengan genotipe KPA41 memiliki jarak genetik yang lebih besar dari rata-rata jarak genetik. Hal ini menunjukkan bahwa genotipe KPA41 dapat dijadikan sebagai salah satu materi genetik persilangan untuk meningkatkan keragaman genetik kopi *C. canephora*.

Tabel 5 menunjukkan 14 kombinasi tetua dengan nilai jarak genetik >0,55 yang berpotensi meningkatkan keragaman genetik klon kopi Robusta lokal Pagar Alam. Setiap kombinasi tetua persilangan tersebut berasal dari kluster yang berbeda.

Salah satu keuntungan dari analisis kluster (*cluster analysis*) adalah mempermudah dalam mengelompokkan dan mengidentifikasi genotipe-genotipe yang berkerabat dekat atau jauh untuk tujuan pemuliaan. Sebagai contoh, klon KPA41, yang berdiri sendiri pada kluster IV, berpotensi untuk dipilih sebagai materi genetik penting dalam meningkatkan keragaman genetik kopi Robusta Pagar Alam.

Tabel 4. Matriks jarak genetik 19 klon kopi Robusta lokal yang berasal dari Kota Pagar Alam, Sumatera Selatan berdasarkan 33 marka SSR
Table 4. Genetic distance matrix of 19 indigenous Robusta coffee clones derived from Pagar Alam, South Sumatra based on 33 SSR markers

Genotipe	KPA23	KPA24	KPA25	KPA26	KPA27	KPA28	KPA29	KPA30	KPA31	KPA32	KPA33	KPA34	KPA35	KPA36	KPA37	KPA38	KPA39	KPA40	KPA41
KPA23	0,000																		
KPA24	0,480	0,000																	
KPA25	0,500	0,350	0,000																
KPA26	0,481	0,321	0,244	0,000															
KPA27	0,519	0,377	0,422	0,250	0,000														
KPA28	0,516	0,357	0,343	0,268	0,333	0,000													
KPA29	0,440	0,345	0,420	0,381	0,453	0,304	0,000												
KPA30	0,389	0,467	0,522	0,524	0,576	0,530	0,410	0,000											
KPA31	0,430	0,443	0,547	0,538	0,557	0,540	0,457	0,291	0,000										
KPA32	0,494	0,308	0,422	0,414	0,492	0,386	0,393	0,462	0,408	0,000									
KPA33	0,544	0,511	0,489	0,449	0,458	0,425	0,491	0,551	0,443	0,426	0,000								
KPA34	0,436	0,486	0,561	0,543	0,544	0,554	0,482	0,374	0,341	0,494	0,367	0,000							
KPA35	0,512	0,404	0,520	0,476	0,424	0,438	0,424	0,535	0,513	0,459	0,400	0,421	0,000						
KPA36	0,523	0,450	0,490	0,492	0,468	0,458	0,464	0,512	0,524	0,545	0,423	0,416	0,246	0,000					
KPA37	0,372	0,500	0,508	0,506	0,542	0,538	0,429	0,289	0,367	0,537	0,492	0,299	0,463	0,420	0,000				
KPA38	0,402	0,458	0,545	0,506	0,506	0,492	0,425	0,318	0,360	0,557	0,476	0,329	0,462	0,456	0,195	0,000			
KPA39	0,362	0,531	0,565	0,529	0,565	0,492	0,453	0,278	0,356	0,506	0,462	0,363	0,488	0,482	0,198	0,226	0,000		
KPA40	0,411	0,457	0,548	0,480	0,520	0,446	0,416	0,382	0,369	0,514	0,375	0,376	0,432	0,468	0,306	0,253	0,232	0,000	
KPA41	0,602	0,571	0,604	0,484	0,483	0,571	0,543	0,586	0,538	0,563	0,481	0,538	0,484	0,544	0,553	0,543	0,524	0,446	0,000
Rerata	0,467	0,432	0,484	0,456	0,494	0,475	0,449	0,416	0,422	0,511	0,434	0,392	0,429	0,474	0,313	0,341	0,378	0,446	0,000
Jumlah pasangan persilangan	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Jumlah peluang rekombinasi	1	1	3	0	3	2	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Keterangan: Angka yang ditulis biru menunjukkan nilai jarak genetik >0,55

Notes : Numbers written in blue show enetic distance >0,55

Tabel 5. Kombinasi tetua yang berpeluang untuk meningkatkan keragaman genetik kopi Robusta lokal Pagar Alam, Sumatera Selatan
Table 5. Promising parental combinations to increase the genetic variability of indigenous Robusta coffee from Pagar Alam, South Sumatra

Rekombinasi	Klaster	Estimasi Jarak Genetik
KPA23 x KPA41	I vs IV	0,602
KPA24 x KPA41	II vs IV	0,571
KPA25 x KPA34	II vs I	0,561
KPA25 x KPA39	II vs I	0,565
KPA25 x KPA41	II vs IV	0,604
KPA27 x KPA30	II vs I	0,576
KPA27 x KPA31	II vs I	0,557
KPA27 x KPA39	II vs I	0,565
KPA28 x KPA34	II vs I	0,554
KPA28 x KPA41	II vs IV	0,571
KPA30 x KPA41	I vs IV	0,586
KPA32 x KPA37	II vs I	0,557
KPA32 x KPA41	II vs IV	0,563
KPA37 x KPA41	I vs IV	0,553

KESIMPULAN

Marka SSR yang digunakan berhasil mengelompokkan 19 klon kopi Robusta lokal Pagar Alam terbagi ke dalam 4 klaster utama pada tingkat kemiripan genetik 0,53. Keragaman genetik 19 klon kopi *C.canephora* terindikasi sedang sehingga perlu ditingkatkan melalui persilangan klon yang memiliki jarak genetik jauh. Salah satu klon, yaitu KPA41 terpisah dalam klaster tersendiri sehingga berpotensi tinggi untuk menghasilkan keragaman genetik baru yang lebih luas apabila disilangkan dengan klon-klon lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada peneliti tim Balittri (Ir. Handi Supriadi, Ir. Enny Randriani, Januar Firmansyah) yang mengumpulkan aksesori kopi Robusta lokal Pagar Alam (Sumatera Selatan) dan tim di Laboratorium Biologi Molekuler Balitsereal (Haryati, Fristy Damanik, dan Editha Dwijayanti).

DAFTAR PUSTAKA

Alves, R. M., Silva, C.R. S, de Albuquerque, P. S. B., & Santos, D. (2017). Phenotypic and genotypic characterization and compatibility among genotypes to select elite clones of cupuassu. *Acta Amazonica*, 47(3), 175–184. doi:10.1590/1809-4392201602104

Anim-Kwapong, G. J., Anim-Kwapong, E., & Oppong, F. K. (2010). Evaluation of some Robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre ex a. Froehner) clones for optimal density planting in Ghana. *African Journal of Agricultural Research*, 5(1), 84–89. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-80054008736&partnerID=40&md5=8fe5600236818ab8109bb81d99c20c50>

Anthony, F., Astorga-Domian, C. G., Quiros, O., Bertrand, B., Etienne, H., Topart, P., & Lashermes, P. (2002). Genetic diversity of wild and cultivated coffees (*Coffea arabica*), revealed by molecular markers. *Boletin Promecafe*, 96, 7–12.

Baruah, A., Naik, V., Hendre, P. S., Rajkumar, R., Rajendrakumar, P., & Aggarwal, R. K. (2003). Isolation and characterization of nine microsatellite markers from *Coffea arabica* L., showing wide cross-species amplifications. *Molecular Ecology Notes*, 3(4), 647–650. doi:10.1046/j.1471-8286.2003.00544.x

Botstein, D., White, R. L., Skolnick, M., & Davis, R. W. (1980). Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *American Journal of Human Genetics*, 32(3), 314–331. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1686077&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

Combes, M. C., Andrzejewski, S., Anthony, F., Bertrand, B., Rovelli, P., Graziosi, G., & Lashermes, P. (2000). Characterization of microsatellite loci in *Coffea arabica* and related coffee species. *Molecular Ecology*, 9, 1171–1193.

- Cubry, P., de Bellis, F., Pot, D., Musoli, P., Legnate', H., Leroy, T., & Dufour, M. (2005). Genetic diversity analyses and linkage disequilibrium evaluation in some natural and cultivated populations of *Coffea canephora*. In *Proceedings of the 4th Plant Genomics European Meeting, Amsterdam, 20–23 September 2005*.
- Cubry, P., de Bellis, F., Pot, D., Musoli, P., & Leroy, T. (2013). Global analysis of *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (Rubiaceae) from the Guineo-Congolese region reveals impacts from climatic refuges and migration effects. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60(2), 483–501. doi:10.1007/s10722-012-9851-5
- Cubry, P., Musoli, P., Legnaté, H., Pot, D., de Bellis, F., Poncet, V., ... Leroy, T. (2008). Diversity in coffee assessed with SSR markers: structure of the genus *Coffea* and perspectives for breeding. *Genome*, 51(1), 50–63. doi:10.1139/G07-096
- Dalcom, J. M., Vieira, H. D., Ferreira, A., Lima, W. L., Ferrão, R. G., Fonseca, A. F. A., ... Partelli, F. L. (2015). Evaluation of genetic divergence among clones of conilon coffee after scheduled cycle pruning. *Genetics and Molecular Research*, 14(4), 15417–15426. doi:10.4238/2015.November.30.19
- 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. doi:10.1590/S1677-04202007000400014
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2015). *Statistik perkebunan Indonesia 2014-2016: Kopi*. (E. Subiyantoro & Y. Arianto, Eds.). Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- George, M. L., Regalado, E., Li, W., Cao, M., Dahlan, M., Pabendon, M., ... Hoisington, D. (2004). Molecular characterization of Asian maize inbred lines by multiple laboratories. *Theor Appl Genet.*, 109(1), 80–91.
- Gichuru, E. K., Agwanda, C. O., Combes, M. C., Mutitu, E. W., Ngugi, E. C. K., Bertrand, B., & Lashermes, P. (2008). Identification of molecular markers linked to a gene conferring resistance to coffee berry disease (*Colletotrichum kahawae*) in *Coffea arabica*. *Plant Pathology*, 57(6), 1117–1124.
- Gomez, C., Dussert, S., Hamon, P., Hamon, S., Kochko, A. de, & Poncet, V. (2009). Current genetic differentiation of *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehn in the Guineo-Congolian African zone: Cumulative impact of ancient climatic changes and recent human activities. *BMC Evolutionary Biology*, 9(1), 167. doi:10.1186/1471-2148-9-167
- Hendre, P. S., & Aggarwal, R. K. (2014). Development of genic and genomic SSR markers of Robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner). *PLoS ONE*, 9(12), 1–34. doi:10.1371/journal.pone.0113661
- Indonesia-Investment. (2015). Coffee. Retrieved from <https://www.indonesia-investments.com/business/commodities/coffee/ite m186?>
- Khan, I. A., Awan, F. S., Ahmad, A., & Khan, A. A. (2004). A modified mini-prep method for economical and rapid extraction of genomic DNA in plants. *Plant Molecular Biology Reporter*, 22(1), 89–89. doi:10.1007/bf02773355
- Lashermes, P., Andrzejewski, S., Bertrand, B., Combes, M. C., Dussert, S., Graziosi, G., ... Anthony, F. (2000). Molecular analysis of introgressive breeding in coffee (*Coffea arabica* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 100, 139–146. Retrieved from <http://link.springer.com/article/10.1007/s001220 050019>
- Liu, K., & Muse, S. V. (2005). PowerMaker: An integrated analysis environment for genetic maker analysis. *Bioinformatics*, 21(9), 2128–2129. doi:10.1093/bioinformatics/bti282
- Mishra, M. K., & Slater, A. (2012). Recent advances in the genetic transformation of coffee. *Biotechnology Research International*, 2012, 1–17. doi:10.1155/2012/580857
- Missio, R., Caixeta, E., Zambolin, E., Zambolin, L., Cruz, C., & Sakiyama, N. (2010). Polymorphic information content of SSR markers for *Coffea* spp. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 10, 89–94.
- Moncada, P., & McCouch, S. (2004). Simple sequence repeat diversity in diploid and tetraploid *Coffea* species. *Genome*, 47(3), 501–509. doi:10.1139/g03-129
- Montagnon, C., Guyot, B., Cilas, C., & Leroy, T. (1998). Genetic parameters of several biochemical compounds from green coffee, *Coffea canephora*. *Plant Breeding*, 117, 576–578.
- Musoli, P., Cubry, P., Aluka, P., Billot, C., Dufour, M., De Bellis, F., ... Leroy, T. (2009). Genetic differentiation of wild and cultivated populations: diversity of *Coffea canephora* Pierre in Uganda. *Genome*, 52(7), 634–646. doi:10.1139/G09-037
- Nowak, M. D., Davis, A. P., Anthony, F., & Yoder, A. D. (2011). Expression and trans-specific polymorphism of self-incompatibility rnses in *Coffea* (Rubiaceae). *PLoS ONE*, 6(6). doi:10.1371/journal.pone.0021019

- Pejic, I., Ajmone-Marsan, P., Morgante, M., Kozumplick, V., Castiglioni, P., Taramino, G., & Motto, M. (1998). Comparative analysis of genetic similarity among maize inbred lines detected by RFLPs, RAPDs, SSRs, and AFLPs. *Theoretical and Applied Genetics*, 97(8), 1248–1255. doi:10.1007/s001220051017
- Prakash, N. S., Combes, M. C., Somanna, N., & Lashermes, P. (2002). AFLP analysis of introgression in coffee cultivars (*Coffea arabica* L.) derived from a natural interspecific hybrid. *Euphytica*, 124(3), 265–271. doi:10.1023/A:1015736220358
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubiyo, Siswanto, Indrawanto, C., & Munarso, S. J. (2010). *Budidaya dan Pasca Panen Kopi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Retrieved from http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2012/08/perkebunan_budidaya_kopi.pdf
- Rohlf, F. J. (2000). *NTSYSpc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.1*. Applied Biostatistics Inc.
- Rovelli, P., Mettullo, R., Anthony, F., Anzueto, F., Lashermes, P., & Graziosi, G. (2000). Microsatellites in *Coffea arabica* L. In T. Sera, C. R. Soccol, A. Pandey, & S. Roussos (Eds.), *Coffee biotechnology and quality: Proceedings of the 3rd international seminar on biotechnology in the Coffee Agro-Industry, Londrina, Brazil* (pp. 123–133). Dordrecht: Springer Netherlands. doi:10.1007/978-94-017-1068-8_9
- Syafaruddin, Randriani, E., Dani, Sulistyorini, I., & Pabendon, M. B. (2014). Genetic variability of 15 Robusta coffee genotypes selected by farmer based on SSRs markers. *J. TIDP*, 1(2), 87–94.
- Usatov, A. V., Klimenko, A. I., Azarin, K. V., Gorbachenko, O. F., Markin, N. V., Tikhobaeva, V. E., ... Getmantseva, L. (2014). The relationship between heterosis and genetic distances based on SSR markers in *Helianthus annuus*. *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 9(3), 270–276. doi:10.3844/ajabssp.2014.270.276
- Yu, R. H., Wang, Y. L., Sun, Y., & Liu, B. (2012). Analysis of genetic distance by SSR in waxy maize. *Genetics and Molecular Research*, 11(1), 254–260.

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
 DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
 Volume 4, Nomor 3, November 2017

**ANALISIS USAHA TANI DAN RANTAI TATA NIAGA KOPI ROBUSTA
 DI BENGKULU**

FARMING ANALYSIS AND MARKETING CHAIN OF ROBUSTA COFFEE IN BENGKULU

* Dewi Listyati, Bedy Sudjarmoko, Abdul Muis Hasibuan, dan Enny Randriani

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

* *dewi_listyati@yahoo.com*

(Tanggal diterima: 07 Juli 2017, direvisi: 01 September 2017, disetujui terbit: 28 November 2017)

ABSTRAK

Kopi merupakan sumber pendapatan petani di Bengkulu dengan nilai ekonomi cukup tinggi. Hal ini mendorong pemerintah menggalakkan pengembangan kopi sebagai komoditas unggulan untuk meningkatkan perekonomian masyarakat. Tujuan penelitian adalah mengetahui pendapatan usaha tani dan gambaran umum pemasaran kopi Robusta di Bengkulu. Penelitian dilakukan secara survei di Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu, mulai bulan Mei sampai Agustus 2014. Data dikumpulkan dari 40 orang responden yang meliputi petani, pedagang pengumpul desa, pedagang pengumpul kecamatan, dan pedagang besar. Analisis data menggunakan tabulasi silang, kemudian dijelaskan secara deskriptif. Hasil analisis menunjukkan bahwa usaha tani kopi memberikan pendapatan yang cukup baik. Hal ini dicerminkan oleh pendapatan usaha tani kopi Robusta sebesar Rp8.417.600,00/ha dengan nilai R/C-ratio 1,87. Rantai pemasaran kopi Robusta melibatkan petani sebagai produsen, pedagang pengumpul tingkat desa dan kecamatan sebagai penampung awal, kemudian menjual ke pedagang besar/agen dan eksportir. Saluran pemasaran kopi di Bengkulu cukup efisien dengan nilai persentase margin pemasaran yang relatif rendah dan merata serta bagian yang diterima produsen lebih dari 50%.

Kata kunci: Kopi, pendapatan petani, tata niaga, usaha tani

ABSTRACT

Coffee farming is economically important for farmers in Bengkulu and the demand/consumption is also increasing which prompted the government to promote its development to improve the community economy. This research aimed to find the economic contributions of coffee farming and a general overview of its marketing by survey method, conducted from May to August 2014 in Rejang Lebong, Bengkulu. Data were collected from 40 respondents (farmers, traders at village and district level, wholesalers, and exporters), analyzed by cross tabulations, which then explained descriptively. The result showed that coffee farming in Bengkulu provides reasonable revenue for farmers, which can reach up to IDR8,417,600.00/ha with a value of R/C ratio of 1.87 for Robusta coffee farmers. The coffee chain marketing of Robusta coffee involving farmers as producers, traders at village or subdistrict level as initial gatherers who sell to wholesalers. Coffee marketing in Bengkulu is fairly efficient with relatively low market margin and the producers receive more than 50%.

Keywords: Coffee, farmer income, farming, marketing

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang mempunyai nilai ekonomi penting bagi Indonesia. Pada tahun 2014 luas perkebunan kopi mencapai 1.230.495 ha dengan produksi 643.857 ton kopi beras. Ekspor kopi Indonesia mencapai 384.815 ton, senilai US\$1.039.340.705 (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015). Perkebunan kopi di Indonesia mayoritas (96,19%) merupakan perkebunan rakyat (PR) yang diusahakan oleh 1.765.401 petani, sedangkan sebagian kecil lainnya dikelola oleh perkebunan negara dan swasta. Jenis tanaman kopi yang banyak diusahakan adalah kopi Robusta, sekitar 73,13%, sedangkan sisanya kopi Arabika (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015). Produksi kopi Robusta di Indonesia sebagian besar (59,54%) berada di tiga provinsi yang dikenal sebagai segitiga emas kopi Robusta, yaitu Sumatera Selatan, Lampung, dan Bengkulu dengan luas areal berturut-turut 249.381, 154.168, dan 86.666 ha (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015).

Kopi memiliki nilai ekonomi cukup tinggi sehingga di beberapa daerah dengan agroklimat sesuai, seperti Bengkulu, dijadikan sebagai komoditas unggulan. Sejalan dengan pengembangan potensi daerah, penetapan kopi sebagai komoditas unggulan diharapkan mampu mendukung peningkatan perekonomian masyarakat. Permasalahan yang dihadapi sampai saat ini adalah rendahnya produktivitas tanaman dan mutu hasil, serta lemahnya posisi tawar dalam penentuan harga. Sebagian petani belum menggunakan teknologi budi daya secara benar, demikian pula dalam penanganan pascapanen. Kopi yang dihasilkan petani pada umumnya memiliki mutu yang rendah. Hal ini disebabkan buah kopi yang dipanen bukan hanya yang sudah merah, tetapi juga yang masih hijau karena rawan pencurian. Selama ini petani terpaksa menjaga kebun dan memanen buah kopi lebih cepat sehingga hasil panen berupa campuran antara buah yang sudah berwarna merah dan yang masih hijau. Hasil penelitian Sugiarti (2010) di Bermani Ulu juga mengungkapkan bahwa keamanan menjadi kendala jika panen buah kopi menunggu sampai berwarna merah semua.

Beberapa penyebab rendahnya produktivitas tanaman kopi adalah pemeliharaan tanaman yang kurang intensif, bahan tanam bukan dari klon unggul, serangan hama/penyakit, atau umur tanaman yang sudah tua. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman adalah dengan melakukan pemeliharaan secara intensif, rehabilitasi menggunakan teknik sambung, atau peremajaan menggunakan benih unggul. Hal tersebut dimaksudkan agar mutu dan produktivitas kopi semakin meningkat sehingga

berdampak nyata terhadap peningkatan pendapatan petani.

Momentum membaiknya harga dan meningkatnya kebutuhan kopi dalam beberapa tahun terakhir mendorong pemerintah daerah menggalakkan pengembangan tanaman kopi, termasuk di Bengkulu dan daerah sentra kopi lainnya. Sampai dengan tahun 2021, ekspor kopi Robusta Indonesia diprediksi akan terus meningkat dengan laju pertumbuhan sebesar 1,6% per tahun (Chandra, Ismono, & Kasymir, 2013).

Pengembangan kopi di beberapa daerah yang sesuai akan berhasil jika petani sebagai pelaku usaha tani memperoleh pendapatan yang layak sehingga tidak beralih ke tanaman lain yang diperkirakan lebih menguntungkan. Petani saat ini menghadapi permasalahan produktivitas tanaman dan mutu produk kopi yang rendah, serta terbatasnya akses pasar. Dengan kondisi demikian, perlu diketahui apakah usaha tani kopi di Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu masih menguntungkan dan layak dilanjutkan.

Penelitian bertujuan mengetahui pendapatan usaha tani dan gambaran umum pemasaran kopi Robusta di Bengkulu. Informasi ini dipandang penting untuk mendapatkan gambaran pendapatan petani dari usaha tani kopi dalam hubungannya dengan pengembangan kopi nasional.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di salah satu sentra produksi kopi Robusta, yaitu di Kecamatan Bermani Ulu dan Curup Utara, Kabupaten Rejang Lebong, Provinsi Bengkulu, mulai bulan Mei sampai Agustus 2014.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan metode survei, sedangkan penentuan lokasi penelitian dilakukan secara *purposive* dengan pertimbangan lokasi tersebut merupakan sentra atau daerah yang potensial untuk pengembangan kopi dan berpeluang untuk menjadi sentra produksi utama kopi nasional di masa depan.

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara langsung terhadap 40 responden yang meliputi 32 petani, 3 pedagang pengumpul tingkat desa, 3 pedagang pengumpul tingkat kecamatan, dan 2 pedagang besar. Pengumpulan data primer dilakukan dengan bantuan daftar pertanyaan yang sudah disiapkan. Data sekunder diperoleh dari Direktorat Jenderal Perkebunan dan Dinas Perkebunan setempat.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan tabulasi silang dan dijelaskan secara deskriptif. Analisis usaha tani menggunakan formula sebagai berikut:

$$P = TR - TC$$

Keterangan:

- P = pendapatan atau keuntungan bersih (Rp)
TR = total *revenue*/penerimaan/keuntungan kotor (Rp)
TC = total *cost*/biaya usaha tani (Rp)

Disamping itu, dilihat juga ratio antara biaya dan penerimaan usaha tani dengan formula sebagai berikut:

$$R/C\text{-ratio} = TR/TC$$

Keterangan:

- R/C-ratio = *revenue and cost ratio*
TR = total *revenue*/penerimaan/keuntungan kotor (Rp)
TC = total *cost*/biaya usaha tani (Rp)

Jika nilai $R/C > 1$ maka usaha tani menguntungkan, sedangkan jika nilai $R/C \leq 1$ maka usaha tani tidak menguntungkan (Soekartawi, 1989).

Gambaran model-model saluran pemasaran kopi Robusta di Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu diperoleh melalui wawancara dengan beberapa pihak yang berperan atau terlibat dalam pemasaran kopi. Selanjutnya, dilakukan analisis margin untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh masing-masing lembaga pemasaran dengan menggunakan rumus:

$$M = H_j - H_b$$

Keterangan:

- M = margin pemasaran (Rp/kg)
H_j = harga penjualan pada pelaku pasar (Rp/kg)
H_b = harga pembelian pada pelaku pasar (Rp/kg)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Provinsi Bengkulu secara geografis terletak pada 2°16'–3°31' LS 101°01'–103°41' BT. Provinsi ini di sebelah utara berbatasan dengan Provinsi Sumatera Barat, di sebelah timur dengan Provinsi Jambi dan Sumatera Selatan, sebelah barat dengan Samudera Indonesia, serta sebelah selatan dengan Samudera Indonesia dan Provinsi Lampung. Luas wilayah Provinsi Bengkulu seluruhnya 19.919,33 km², yang secara administratif terbagi menjadi 9 kabupaten dan 1 kota, serta 124 kecamatan.

Data statistik perkebunan menunjukkan Kabupaten Kepahiang dan Rejang Lebong merupakan sentra utama penghasil kopi Robusta di provinsi Bengkulu. Kontribusi produksi kopi dari kedua kabupaten tersebut mencapai 57,90% dari total produksi kopi Robusta di Provinsi Bengkulu. Kabupaten Rejang Lebong merupakan sentra produksi kopi Robusta terbesar kedua di Provinsi Bengkulu. Pada tahun 2014 produksinya mencapai 13.402 ton atau 24,46% dari total produksi kopi Robusta Provinsi Bengkulu.

Kabupaten Rejang Lebong, dengan ibu kota Curup, luas wilayahnya mencapai 1.515,76 km² dengan ketinggian tempat 500–2.000 m dpl. Ibu kota Kabupaten Rejang Lebong berjarak 81,40 km dari ibu kota Provinsi Bengkulu. Secara administratif, Kabupaten Rejang Lebong terbagi menjadi 15 kecamatan dengan 156 desa/kelurahan, meliputi 29 kelurahan, 102 desa swadaya, dan 25 desa tertinggal. Mayoritas penduduknya bekerja di sektor pertanian (52,62%), sektor pertambangan (0,9%), industri (4,08%), air minum (0,2%), konstruksi (4,91%), perdagangan (17,19%), angkutan dan komunikasi (2,89%), perbankan dan lembaga keuangan lainnya (1,46%), serta jasa/lainnya (15,75%) (Badan Pusat Statistik Provinsi Bengkulu, 2013)

Kopi merupakan sumber pendapatan bagi 17.115 kepala keluarga (KK) petani kopi Robusta dan 287 KK petani kopi Arabika. Sebagai gambaran keadaan perkebunan kopi di Rejang Lebong, berdasarkan data tahun 2011–2012, tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas areal, produksi, dan produktivitas kopi pada perkebunan rakyat di Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu (2011–2012)
Table 1. Planting area, production, and productivity of small holders coffee plantations in Rejang Lebong, Bengkulu (2011–2012)

Jenis kopi	Tahun	Luas areal (ha)				Produksi (kg/ha)	Produktivitas (kg/ha)	Petani (KK)
		TBM	TM	TR/TTM	Jumlah			
Robusta	2011	1,015	19,042	998	21,055	13,938	732	16,891
	2012	1,345	20,513	1,525	23,383	14,200	692,24	17,115
Arabika	2011	55	242	682	979	168	694	918
	2012	21	215	37	273	144	669,77	287

Keterangan : TM = tanaman menghasilkan; TBM = tanaman belum menghasilkan; TR/TTM = tanaman rusak/tanaman tidak menghasilkan; KK = kepala keluarga (Sumber: BPS Provinsi Bengkulu, 2013)

Notes : TM = producing plant; TBM = immature coffee plant; TR/TTM = damaged/unproductive coffee plant; KK = households (Source: BPS Provinsi Bengkulu, 2013)

Pasar dunia lebih menghendaki kopi Arabika, namun yang lebih banyak diusahakan petani adalah kopi Robusta karena pada umumnya kondisi agroklimat di Indonesia lebih sesuai untuk jenis tersebut. Tabel 1 memperlihatkan bahwa jenis tanaman kopi yang banyak dikembangkan masyarakat di Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu adalah Robusta (98,85%).

Luas areal tanaman kopi perkebunan rakyat di Bengkulu pada tahun 2014 adalah 86.666 ha, terdiri atas tanaman belum menghasilkan (TBM), tanaman menghasilkan (TM), dan tanaman rusak/tanaman tidak menghasilkan (TR/TTM), masing-masing seluas 7.655 ha (8,83%), 73.155 ha (84,41%), dan 5.856 ha (6,76%). Permasalahan utama yang dihadapi dalam pengembangan kopi di Provinsi Bengkulu adalah rendahnya produktivitas dan kualitas produk, serta keterbatasan akses terhadap pasar dan infrastruktur (Sugandi *et al.*, 2014). Kondisi tanaman kopi di wilayah Bengkulu pada saat ini umumnya kurang terawat dan sebagian sudah tua sehingga produktivitasnya rendah. Produktivitas tanaman kopi dapat ditingkatkan melalui intensifikasi dan peremajaan atau rehabilitasi tanaman menggunakan teknik sambung tunas/entres yang berasal dari klon unggul anjuran maupun klon unggul lokal. Program “kopi sambung” oleh Dinas Perkebunan Provinsi Bengkulu sudah berjalan beberapa tahun, namun karena keterbatasan anggaran dan sumber entres, baru mencakup beberapa lokasi di Kabupaten Kepahiang dan Rejang Lebong.

Karakteristik Petani Responden

Karakteristik petani dapat memengaruhi sikap petani dalam menerima informasi dan inovasi teknologi yang akan berdampak pada usaha tani dan pendapatannya. Keberhasilan dari suatu usaha tani, antara lain dipengaruhi oleh karakteristik petani, yaitu umur petani, pengalaman, pendidikan, dan lain

sebagainya. Sebagaimana yang diungkapkan Asih (2009), karakteristik petani (umur yang masih produktif, tingkat pendidikan, dan pengalaman yang cukup dalam berusaha tani) dapat memotivasi petani lebih intensif dalam meningkatkan usahanya. Menurut Hartatri, Neilson, Arifin, & Fujita (2010), umur dan pengalaman petani dapat memengaruhi produksi dan produktivitas tanaman kopi sehingga pada akhirnya berpengaruh pada pendapatan yang diperoleh petani. Karakteristik petani responden (umur, pendidikan, jumlah tanggungan keluarga, luas lahan, dan pengalaman usaha tani) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik petani responden di Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu, 2014

Table 2. Characteristics of the farmer respondents in Rejang Lebong, Bengkulu, 2014

Uraian	(%)
Umur petani :	
< 25 tahun	0
25–40 tahun	59,4
>40–55 tahun	25,0
>55 tahun	15,6
Pendidikan:	
Tidak sekolah	3,1
SD	50,0
SMP	25,0
SMA	12,5
PT	9,4
Jumlah Tanggungan keluarga:	
< 3 orang	40,6
3–5 orang	50,0
>5 orang	9,4
Pengalaman usaha tani kopi:	
< 5 tahun	6,3
5–10 tahun	2,9
>10 tahun	71,8
Luas lahan kopi:	
< 1 ha	3,7
1–2 ha	81,5
>2 ha	14,8

Petani kopi Robusta di Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu sebagian besar berada pada umur produktif 25–55 tahun (84,4%), rata-rata pendidikan SD dan SMP (75%), jumlah tanggungan keluarga 3–5 orang, dan luas usaha tani kopi 1–2 hektar, dengan pengalaman usaha tani kopi sudah lebih dari 10 tahun (71,8%) (Tabel 2).

Kondisi umum tanaman kopi di Kabupaten Rejang Lebong saat ini banyak yang sudah tua dan kurang terawat sehingga produktivitasnya rendah. Meskipun pengalaman usaha tani kopi di Kabupaten Rejang Lebong mayoritas (71,8 %) sudah berlangsung lebih dari 10 tahun, namun banyak petani yang tidak merawat kebun kopinya dengan baik. Petani biasanya baru ke kebun jika tanaman kopinya mendekati masa panen. Pada saat panen tidak dilakukan pemetikan secara selektif terhadap buah yang sudah berwarna merah/masak saja, tetapi juga buah yang masih hijau sehingga berakibat mutu biji kopi yang dihasilkan rendah. Sebagian besar petani kopi belum menerapkan teknologi budi daya kopi anjuran karena keterbatasan kepemilikan modal dan pengetahuan. Sementara itu, kepemilikan modal dan pengetahuan ini sangat berkaitan dengan tingkat pendidikan. Menurut Listyati, Sudjarmoko, & Hasibuan (2013), pendapatan dan kemampuan modal petani untuk menerapkan teknologi budi daya kopi sesuai anjuran dipengaruhi oleh tingkat pendidikan. Pengetahuan dan ketrampilan pengelolaan usaha tani kopi berperan sangat penting dalam upaya menghasilkan produksi yang optimal dan berkualitas sehingga mencapai keuntungan usaha tani yang layak. Penambahan pengetahuan dan teknologi dapat dilakukan secara non formal, seperti melalui metode penyuluhan dan demplot.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa luas lahan usaha tani kopi milik petani di Bengkulu pada umumnya 1–2 hektar. Petani yang lahannya kurang dari 1 hektar sebanyak 3,7%, sedangkan yang lebih dari 2 hektar sebanyak 14,8%. Pada umumnya populasi tanaman kopi per hektar 2.500–3.000 pohon. Tanaman kopi milik petani di Bengkulu sebagian besar (64,86%) telah berumur lebih dari 15 tahun (rata-rata 15,76 tahun),

bahkan 29,73%-nya lebih dari 20 tahun. Hal ini berkaitan dengan produktivitas kopi yang semakin menurun. Upaya rehabilitasi tanaman untuk meningkatkan produksi sudah dilakukan sebagian petani di Bengkulu dengan cara grafting atau sambung.

Usaha Tani Kopi Robusta

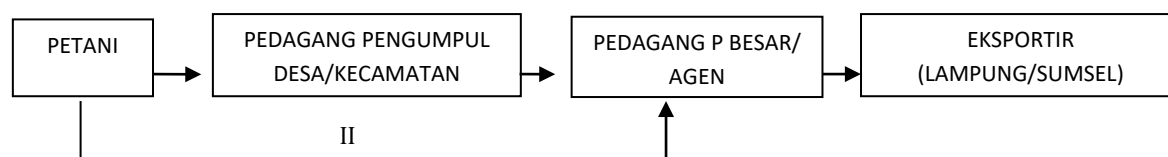
Usaha tani kopi memberikan pendapatan yang cukup baik meskipun dalam memelihara tanaman kopi masih belum sepenuhnya sesuai anjuran. Hasil analisis menunjukkan rata-rata produktivitas kopi Robusta di Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu sebesar 976,19 kg biji kering/ha/tahun. Rata-rata harga jual biji kopi beras sebesar Rp18.500,00/kg sehingga penerimaan usaha tani kopi per tahun sebesar Rp18.059.500,00. Biaya tunai dan tidak tunai masing-masing sebesar Rp3.386.900,00 dan Rp6.255.000,00 per tahun sehingga biaya totalnya sebesar Rp9.641.900,00. Dengan demikian, pendapatan atas biaya tunai Rp14.672.600,00 per tahun, sedangkan pendapatan atas biaya total Rp8.417.600,00 (Tabel 3). Hasil tersebut hampir sama dengan yang diperoleh Aklimawati, Yusianto, & Mawardi (2014), yaitu rata-rata produktivitas tanaman kopi Robusta di Sumbawa sebesar 900 kg/ha/tahun sehingga nilai produksi yang diperoleh petani sebesar Rp16.200.000,00/ha/tahun.

Nilai R/C atas biaya tunai sebesar 5,33, yang berarti setiap Rp1000,00 biaya yang dikeluarkan, petani akan memperoleh penerimaan sebesar Rp5330,00. R/C atas biaya total sebesar 1,87, artinya untuk setiap Rp1.000,00 biaya yang dikeluarkan, petani akan memperoleh penerimaan sebesar Rp1.870,00.

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas kopi Robusta (umur >15,76 tahun) di Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu, sebesar 976,19 kg biji kering/ha/tahun. Produktivitas kopi tersebut tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian Suhendra, Nurung, & Reswita (2012), yaitu 953 kg/ha/tahun untuk usaha tani kopi tradisional, sedangkan yang mengusahakan “kopi sambung” dapat mencapai 2.281 kg/ha/tahun. Kopi sambung adalah hasil perbanyakan menggunakan teknik sambung tunas plagiotrop.

Tabel 3. Pendapatan usaha tani kopi Robusta di Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu, 2014
Table 3. Revenue of Robusta coffee farming in Rejang Lebong, Bengkulu, 2014

Uraian	Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu		
	Jumlah	Harga satuan (Rp)	Nilai (Rp)
Produksi kopi beras (kg)	976,19	18.500	18.059.500
Biaya tunai			3.386.900
- Pupuk (macam-macam)	2-3	2.000-10.000	740.000
- Herbisida (liter)	8	55.000	440.000
- Karung (lembar)	20	3000	60.000
- Sewa pulper/huller (kg)	976,19	400	390.475
- Transport (kg)	976,19	150	146.425
- Pajak		10.000	10.000
- Tenaga kerja luar keluarga (HOK)	40	40.000	1600.000
Biaya tidak tunai			6.255.000
- Sewa lahan		3.000.000	3.000.000
- Penyusutan			215.000
- Tenaga kerja dalam keluarga (HOK)	76	40.000	3.040.000
Total biaya			9.641.900
Pendapatan atas biaya tunai			14.672.600
Pendapatan atas biaya total			8.417.600
R/C atas biaya tunai			5,33
R/C atas biaya total			1,87



Gambar 1. Rantai pemasaran kopi di Bengkulu
Figure 1. The coffee marketing chain in Bengkulu

Rantai Pemasaran

Petani dalam memilih saluran pemasaran pada umumnya didasarkan pada pertimbangan jarak, kemudahan, keterikatan faktor ekonomi (pinjam modal), dan kekerabatan. Apalagi jika ternyata harga tidak jauh berbeda maka banyak petani memilih menjual kepada pedagang pengumpul desa.

Pemasaran kopi Robusta di Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu, secara umum melibatkan pedagang pengumpul di tingkat desa/kecamatan yang menampung hasil kopi dari petani. Selanjutnya, oleh pedagang pengumpul, kopi tersebut dijual ke pedagang besar yang ada di kabupaten, kemudian dijual ke pedagang antar provinsi atau langsung dijual ke eksportir atau pabrik pengolah yang ada di Lampung, dan Palembang, Sumatera Selatan. Besarnya margin yang diterima pedagang bervariasi dari yang terkecil Rp100,00-200,00/kg, Rp500,00-1000,00/kg atau Rp1000,00-2000,00/kg, sedangkan untuk eksportir

lebih besar dari itu. Secara umum rantai pemasaran kopi Robusta di Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu dapat dilihat pada Gambar 1.

Hasil penelitian ini hampir sama dengan hasil penelitian Sugiarti (2010) yang menyebutkan bahwa saluran pemasaran kopi secara umum di kecamatan Bermani Ulu Raya, Rejang Lebong, Bengkulu adalah petani kopi, pedagang pengumpul desa, pedagang besar, dan konsumen. Hasil penelitian Fauziah & Ihwana (2015) di Kabupaten Garut, Jawa Barat menyebutkan bahwa saluran pemasaran kopi melibatkan petani sebagai penghasil kopi (bentuk buah gelondong) dengan pengumpul (proses pengupasan, fermentasi, dan pengeringan), penjual (kopi gabah), eksportir (kopi beras dan *roasting*), dan penjual akhir sampai ke konsumen (kopi bubuk). Hasil penelitian lainnya yang dilakukan di Sumbawa, rantai pemasaran kopi dimulai dari pedagang pengumpul tingkat dusun/kampung yang membeli biji kopi dari petani dan menjualnya ke

pedagang pengumpul desa, selanjutnya pedagang pengumpul desa menjual ke pedagang besar, kemudian pedagang besar menjual ke eksportir di Surabaya (Aklimawati *et al.*, 2014). Hasil penelitian Soetriono (2010) di Tanggamus, Malang, dan Jember menggambarkan rantai pemasaran kopi melibatkan petani dengan pedagang pengumpul tingkat I, II, dan III, serta eksportir dan pabrik pengolah. Hasil penelitian Desiana, Rochdiani, & Pardani (2017) di Ciamis, saluran pemasaran kopi Robusta melibatkan petani, pedagang pengumpul, pedagang besar, dan konsumen industri. Konsumen industri tidak hanya membeli kopi dari pedagang besar, tetapi juga memperoleh langsung dari pedagang pengumpul. Dari saluran pemasaran tersebut, bagian harga yang diterima petani (*farmers share*) adalah 94,35%–98,14% dari harga yang dibayarkan konsumen.

Margin Pemasaran

Kopi yang dipasarkan petani di Kabupaten Rejang Lebong berupa biji kopi beras. Biji kopi

diperoleh melalui pengupasan kulit buah kopi menggunakan mesin *pulper*, penjemuran, dan pemisahan kulit tanduk menggunakan mesin *huller* hingga menghasilkan biji kopi beras yang diperdagangkan di tingkat eksportir ke berbagai konsumen. Hasil analisis margin pemasaran produk kopi yang dijual petani disajikan pada Tabel 4.

Harga jual biji kopi beras yang diterima oleh petani dari pedagang pengumpul tingkat desa/kecamatan sebesar Rp18.500,00/kg (84,09% dari bagian harga yang dibayarkan oleh eksportir). Pedagang pengumpul tingkat desa/kecamatan menerima harga pembelian sebesar Rp19.500,00/kg (88,64% dari bagian harga yang dibayarkan oleh eksportir). Sedangkan pedagang besar menerima harga pembelian sebesar Rp20.500,00/kg (93,18% dari bagian harga yang dibayarkan oleh eksportir).

Tabel 4. Margin tata niaga kopi Robusta untuk biji kopi beras di Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu, 2014

Table 4. Margin trading system for Robusta coffee in Rejang Lebong, Bengkulu, 2014

Uraian	Nilai (Rp/kg)	Persentase (%)
Petani		
Harga di tingkat petani *	18.500	84,09
Pedagang pengumpul (desa/kecamatan)		
a. Harga beli	18.500	84,09
b. Total biaya	500	2,27
c. Margin	1.000	4,54
d. Keuntungan	500	2,27
e. Harga jual dipedagang pengumpul I atau II **	19.500	88,64
Pedagang besar		
a. Harga beli	19.500	88,64
b. Total biaya	500	2,27
c. Margin	1.000	4,54
d. Keuntungan	500	2,27
e. Harga jual di pedagang besar	20.500	93,18
Eksportir		
a. Harga beli	20.500	93,18
b. Total biaya	500	2,27
c. Margin	1.500	6,82
d. Keuntungan	1.000	4,54
e. Harga jual di tingkat eksportir	22.000	100,00
Konsumen		
Harga di tingkat konsumen ***	-	-
Total:		
Biaya pemasaran	1.500	6,82
Margin	3.500	15,91
Keuntungan	2.000	9,09

Keterangan: * biji kopi beras, ** wilayah operasi pemasaran pedagang ini relatif sama, *** tidak dilakukan wawancara

Notes : * coffee beans, ** marketing area of both traders relatively similar, *** without interview

Dari hasil penelitian ini, menjual kopi dalam bentuk kopi beras lebih menguntungkan dibanding dengan penelitian Fauziah & Ihwana (2015) yang menjual kopi dalam bentuk kopi gelondong. Artinya, petani dapat ikut menikmati nilai tambah (*value added*) dari produk yang dipasarkan. Jika menjual kopi beras maka bagian harga yang diterima (*farm gate price*) sebesar 84,09% dari bagian harga yang dibayarkan oleh eksportir. Fenomena ini sejalan dengan hasil penelitian Fauziah & Ihwana (2015) bahwa keuntungan yang lebih besar dapat diperoleh dengan menjual dalam bentuk gabah (kopi HS) yang harganya lebih tinggi, selain itu juga diperoleh limbah kopi yang dapat dimanfaatkan untuk pupuk atau pakan ternak. Kopi yang telah diolah terlebih dahulu oleh petani akan memberikan *farm gate price* yang lebih tinggi bagi petani, serta mampu memberikan margin yang lebih adil bagi pelaku pemasaran kopi (petani, pedagang pengumpul tingkat desa/kecamatan, pedagang besar, dan eksportir). Hal ini terlihat dari besarnya margin tata niaga yang lebih merata di antara pelaku pemasaran kopi.

KESIMPULAN

Usaha tani kopi Robusta di Bengkulu memberikan pendapatan keluarga yang cukup baik, dicirikan oleh besarnya nilai pendapatan usaha tani, baik yang dihitung berdasarkan biaya tunai maupun biaya total. Secara umum, petani kopi Robusta menjual hasil panennya berupa kopi beras. Rantai pemasaran kopi Robusta memiliki dua rantai, melibatkan petani sebagai produsen, pedagang pengumpul tingkat desa atau kecamatan sebagai penampung awal, pedagang besar atau agen, dan eksportir atau pabrikan. Saluran pemasaran kopi di Bengkulu mempunyai nilai persentase margin pemasaran yang relatif rendah dan merata, serta bagian yang diterima produsen lebih dari 50% sehingga dianggap cukup efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Afrizon, M.Si. (BPTP Bengkulu) dan Bapak Sutoyo (kelompok tani di Bengkulu), serta rekan-rekan peneliti dan teknisi litkayasa di Balittri yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aklimawati, L., Yusianto, & Mawardi, S. (2014). Karakteristik mutu dan agribisnis kopi Robusta di lereng gunung Tambora, Sumbawa. *Pelita Perkebunan*, 30(2), 159–180.
- Asih, D. N. (2009). Analisis karakteristik dan tingkat pendapatan usaha tani bawang merah di Sulawesi Tengah. *J. Agroland*, 16(1), 53–59.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bengkulu. (2013). *Provinsi Bengkulu dalam angka 2013*. Bengkulu: CV. Nagarindo Cipta Persada.
- Chandra, D., Ismono, R. H., & Kasymir, E. (2013). Prospek perdagangan kopi Robusta Indonesia di pasar internasional. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*, 1(1), 10–15.
- Desiana, C., Rochdiani, D., & Pardani, C. (2017). Analisis saluran pemasaran biji kopi Robusta (suatu kasus di Desa Kalijaya Kecamatan Banjarsari Kabupaten Ciamis). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa AGROINFO GALUH*, 4(2), 162–173.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2015). *Statistik perkebunan Indonesia 2014-2016 kopi*. M. E. Subiyantoro, Y. Arianto, W. K. Zuraina, E. Pudjianto, A. Udin, N. Kurniawati, & S. N. Damarjati, Eds. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Fauziah, U., & Ihwana, A. (2015). Analisis rantai nilai distribusi kopi di Kabupaten Garut. *Jurnal Kalibrasi*, 1(13), 1–8.
- Hartatri, F., Neilson, J., Arifin, B., & Fujita, Y. (2010). Livelihood strategies of smallholder coffee farmers in South Sulawesi and East Nusa Tenggara (Flores) Kesempatan Pengembangan Agribisnis Indonesia Bagian Timur (EI-ADO). In *Proceedings for the 23rd International Conference on Coffee Science 2010*, Bali, Indonesia. (pp. 1091–1094). Denpasar: Association for Science and Information on Coffee (ASIC): Switzerland.
- Listyati, D., Sudjarmoko, B., & Hasibuan, A. M. (2013). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi benih unggul kopi di Lampung. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 4(2), 165–174. <http://doi.org/10.21082/jtidp.v4n2.2013.p165-174>
- Soetrisno. (2010). Strategi peningkatan daya saing agribisnis kopi Robusta dengan model daya saing *tree five*. In *Prosiding Seminar Nasional Peningkatan Daya Saing Agribisnis Berorientasi Kesejahteraan Petani* (pp. 91–108). Bogor: Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian.

- Sugandi, D., Fauzi, E., Farmanta, H. Y., Bidi, H., Wawan, A., & Putra, E. (2014). *Analisis kebijakan dan penyusunan ROK 2015-2019*. Bengkulu.
- Sugiarti, S. (2010). Analisis pemasaran kopi di Kecamatan Bermani Ulu Raya Kabupaten Rejang Lebong. *Jurnal AGRISEP*, 9(2), 130–136.
- Suhendra, D., Nurung, M., & Reswita, R. (2012). Analisis pendapatan usaha tani pada kopi tradisional dan kopi sambung di Desa Lubuk Kembang, Kec. Curup Utara, Kab. Rejang Lebong. *Jurnal AGRISEP*, 11(1), 61–68.
- Soekartawi. (1989). *Prinsip dasar manajemen hasil-hasil pertanian: Teori dan aplikasinya*. Jakarta: Rajawali Pers.

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 4, Nomor 3, November 2017

**ANALISIS PENYUSUNAN PRIORITAS KEGIATAN DALAM MENDUKUNG
DIBERLAKUKANNYA KEWAJIBAN FERMENTASI BIJI KAKAO**

**PRIORITY SETTING ANALYSIS IN IMPLEMENTING THE REGULATION OF COCOA BEAN
FERMENTATION REQUIREMENT**

* Bedy Sudjarmoko, Dewi Listyati, dan Abdul Muis Hasibuan

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

(Tanggal diterima: 23 Agustus 2017, direvisi: 15 September 2017, disetujui terbit: 30 November 2017)

ABSTRAK

Kakao merupakan komoditas perkebunan yang berperan penting dalam perekonomian nasional. Namun, kakao Indonesia masih dihadapkan pada masalah di bidang produksi, pengolahan, dan pemasaran. Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014 untuk meningkatkan daya saing dan nilai tambah biji kakao Indonesia, mendukung pengembangan industri berbahan baku kakao dalam negeri, memberikan perlindungan pada konsumen dari peredaran biji kakao yang tidak memenuhi persyaratan mutu, meningkatkan pendapatan petani kakao, dan mempermudah penelusuran kembali kemungkinan terjadinya penyimpangan produksi dan peredaran. Tujuan penelitian adalah menyusun rekomendasi prioritas kegiatan yang harus dilakukan untuk mendukung Permentan Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014. Penelitian dilaksanakan di Sumatera Barat, Jawa Barat, Jawa Timur, Yogyakarta, dan DKI Jakarta, mulai bulan Januari sampai Desember 2016. Penelitian dilakukan dengan metode survei dan data diolah dengan analisis hierarki proses (AHP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa prioritas kegiatan yang harus dicapai untuk mendukung Permentan Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014 adalah: (1) memberlakukan kebijakan nasional tentang pengolahan biji kakao fermentasi yang diimplementasikan secara tegas, konsisten, dan kontinu; (2) melaksanakan diversifikasi produk sekunder kakao yang mampu dilakukan petani dengan biaya murah, mudah, dan didukung teknologi tepat guna; (3) melakukan kampanye untuk meningkatkan kesadaran nasional akan pentingnya ketahanan energi yang dilakukan secara kontinu, masif, dan intensif; (4) memacu investor/pengusaha industri hilir kakao berskala besar dan usaha berskala kecil sampai menengah di pedesaan untuk secara konsisten menjalankan industri pengolahan kakao; (5) melaksanakan intensifikasi, rehabilitasi, dan peremajaan tanaman kakao agar produksi mencukupi kebutuhan baku industri kakao domestik.

Kata kunci: Analisis hierarki proses (AHP), biji, fermentasi, kakao, pemasaran

ABSTRACT

Cocoa is a strategic commodity with an important role in Indonesian economy. Despite being the world's third largest cocoa producer and exporter after Ivory Coast and Ghana, Indonesia still faces a number of problems in production, processing, and marketing. The government issued Permentan Nomor 67/Permentan/OT.140 /5/2014 which aims to improve the competitiveness and added value of Indonesian cocoa, support national cocoa postharvest industries, protect the consumers of unqualified cocoa beans, increase cocoa farmers' income, and facilitate the tracing for production and circulation deviation. The study aimed to develop a strategic priority recommendation in achieving the goals of Permentan Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014. The study was conducted in West Sumatra, West Java, East Java, Yogyakarta, and DKI Jakarta from January to

December 2016. The study was conducted by survey method and the data was analyzed analytic hierarchy process (AHP). The results indicated that priorities should be put forward on: 1) implementing national regulation on cocoa beans fermentation consistently and continuously; 2) product diversification with affordable and achievable cost and technology; 3) a massive, continuous, and intensive campaign on social awareness of the importance of sustainable energy; 4) stimulating small to big scale cocoa processing industries; 5) intensification, rehabilitation, and rejuvenation of the cocoa farming to meet the domestic demand for cocoa.

Keywords: Analysis hierarchy process (AHP), bean, cocoa, fermented, marketing

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara penghasil kakao ketiga terbesar dunia, masih dihadapkan pada beberapa masalah yang sangat serius dan perlu ditangani dengan segera. Masalah-masalah tersebut meliputi bidang produksi (rendahnya produktivitas tanaman, hanya 850 kg/hektar dibanding potensinya yang mencapai 2 ton/hektar), gangguan OPT, bidang pengolahan (rendahnya mutu produk akibat pengolahan tanpa fermentasi), dan bidang perdagangan (adanya diskriminasi tarif bea masuk kakao olahan Indonesia oleh sejumlah negara Eropa yang besarnya mencapai 7%–9%, sementara produk yang sama dari negara-negara Afrika dibebaskan dari tarif bea masuk) (Widiana, 2007; Mochtar & Darma, 2011; Sudjarmoko, 2013).

Pemerintah telah mengeluarkan kebijakan yang dituangkan dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014 sebagai rancangan solusi terhadap permasalahan tersebut. Peraturan ini merupakan dasar dalam memenuhi persyaratan mutu biji kakao yang beredar dan diperdagangkan di Indonesia. Tujuan peraturan ini adalah: (1) meningkatkan daya saing dan nilai tambah biji kakao Indonesia, (2) meningkatkan pendapatan petani kakao, (3) mendukung pengembangan industri berbahan baku kakao dalam negeri, (4) memberikan perlindungan pada konsumen dari peredaran biji kakao yang tidak memenuhi persyaratan mutu, dan (5) mempermudah penelusuran kembali kemungkinan terjadinya penyimpangan produksi dan peredaran biji kakao.

Pemasaran biji kakao dilaksanakan oleh lembaga unit fermentasi dan pemasaran biji kakao (UFP-BK) yang diwajibkan untuk menyertakan surat keterangan asal biji kakao (SKAL-BK). UFP-BK merupakan unit usaha yang dibentuk oleh satu atau lebih kelompok tani (Poktan), gabungan kelompok tani (Gapoktan), atau pelaku usaha sebagai tempat kegiatan penanganan, pengolahan, dan pemasaran biji kakao. SKAL-BK adalah surat keterangan yang diterbitkan oleh UFP-BK yang menerangkan asal biji kakao dan telah memenuhi persyaratan mutu sebagai pelengkap administrasi dalam proses perdagangan dan/atau peredaran biji kakao.

UFP-BK dalam mengedarkan atau memperdagangkan biji kakao, dapat: (1) menjalin kerjasama kemitraan usaha dengan industri pengolahan dan eksportir berdasarkan asas manfaat dan keberlanjutan yang saling menguntungkan serta dituangkan dalam kontrak/kerjasama perjanjian, (2) menggunakan mekanisme sistem resi gudang, dan (3) menggunakan mekanisme pasar lelang.

Pasar kakao dewasa ini semakin banyak menghadapi tuntutan persyaratan, baik pasar domestik maupun internasional. Salah satu tuntutan persyaratan tersebut terkait dengan cara memproduksi kakao yang baik tanpa mengganggu atau merusak lingkungan, dan sesuai dengan dinamika perubahan tuntutan konsumen. Tantangan bagi komoditas kakao saat ini adalah meningkatkan produksi dan produktivitas, serta mutu biji kakao. Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014 dikeluarkan untuk merespon hal tersebut. Bila penerapan Permentan tersebut dapat berjalan lancar, maka tujuan membangun produk kakao yang sesuai dengan standar pasar atau dinamika perubahan tuntutan konsumen, serta ketentuan yang berlaku akan lebih mudah untuk dicapai.

Pelaksanaan kewajiban ini diharapkan dapat meningkatkan mutu biji kakao yang beredar. Hal tersebut juga sebagai dasar dalam pemenuhan persyaratan mutu biji kakao sesuai Peraturan Menteri Pertanian Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014, sehingga sesuai dengan kebutuhan pasar atau dinamika perubahan tuntutan konsumen.

Fermentasi biji kakao menjadi langkah awal yang harus dilakukan untuk mendapatkan aroma dan citarasa kakao yang enak dan baik (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004; Agussalim, Wijanarko, & Sutisna, 2009; Sukotjo, Palilati, Djukrana, Saleh, & Hatani, 2014). Adanya kewajiban melakukan fermentasi diharapkan akan meningkatkan nilai ekspor produk hilir kakao karena telah memenuhi standar yang dipersyaratkan, baik klasifikasi, syarat mutu, cara pengambilan contoh, cara uji, syarat penandaan, cara pengemasan, maupun rekomendasi. Apabila ketentuan ini dilakukan secara benar dan baik, maka semua pelaku usaha di sektor hulu dan hilir akan sama-sama diuntungkan.

Industri pengolahan kakao di Indonesia saat ini mengalami pertumbuhan yang sangat pesat. Hal ini dapat dilihat dari meningkatnya jumlah perusahaan yang bergerak dalam bidang tersebut. Jika pada tahun 2010 baru tercatat 15 perusahaan, maka pada tahun 2015 telah mencapai 19 perusahaan. Kapasitas industri pengolahan kakao juga terus meningkat dari 345 ribu ton menjadi 765 ribu ton per tahun dengan kenaikan investasi mencapai 350 juta dolar AS. Kondisi ini membuat pemerintah menjadikan industri kakao sebagai salah satu andalan bagi Indonesia karena berperan strategis bagi perekonomian nasional.

Agar tujuan diberlakukannya Peraturan Menteri Pertanian Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014 dapat tercapai, perlu mendapat dukungan dalam wujud rekomendasi prioritas kegiatan yang harus dilakukan sebagai strategi pelaksanaannya. Penelitian bertujuan menyusun rekomendasi prioritas kegiatan yang harus dilakukan untuk mendukung diberlakukannya Peraturan Menteri Pertanian Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kotamadya Payakumbuh (Sumatera Barat), Kabupaten Garut (Jawa Barat), Kabupaten Gunung Kidul (Yogyakarta), DKI Jakarta, dan Kabupaten Malang (Jawa Timur), mulai bulan Januari–Desember 2016 menggunakan metode survei.

Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian berupa data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan dari responden berdasarkan hasil wawancara secara mendalam (*in depth interview*), menggunakan kuesioner. Responden penelitian terdiri atas: (1) petani kakao sebanyak 84 orang (masing-masing 34 orang di Kabupaten Gunung Kidul, 32 orang di Kabupaten Lima Puluh Kota, dan 18 orang di Kabupaten Garut), (2) kelompok tani pengolah biji kakao sebanyak 3 kelompok (masing-masing 2 kelompok tani di Gunung Kidul dan 1 kelompok tani di Lima Puluh Kota), dan (3) pengolah produk kakao sebanyak 3 unit (masing-masing 1 unit di Payakumbuh, 1 unit di Garut, dan 1 unit di Malang). Pengambilan responden penelitian (petani kakao, kelompok tani, dan unit pengolah produk kakao ditetapkan secara *purposive*.

Data sekunder dikumpulkan dari Dinas Pertanian Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan Kabupaten Lima Puluh Kota, Dinas Perkebunan dan Kehutanan Kotamadya Payakumbuh,

Dinas Kehutanan dan Perkebunan Gunung Kidul, dan Direktorat Jenderal Perkebunan.

Analisis Data

Analisis data menggunakan analisis kuantitatif, yaitu *analysis hierarchy process* (AHP) (Bourgeois, 2005; Saaty, 2008). Analisis dilakukan untuk menyusun prioritas kegiatan yang harus dilakukan guna mendukung tercapainya tujuan dari pemberlakuan kewajiban fermentasi biji kakao.

a. Analisis hierarki proses (AHP)

Tiga prinsip utama dalam pemecahan masalah dalam AHP, yaitu: *decomposition*, *comparative judgement*, dan *logical consistency*. Prosedur dalam AHP meliputi tahapan sebagai berikut: (1) identifikasi/dekomposisi masalah, (2) penyusunan hierarki, (3) penilaian/pembobotan untuk membandingkan elemen-elemen, (4) penyusunan matriks dan uji konsistensi, (5) penetapan prioritas pada masing-masing hierarki, (6) sintesis dari prioritas, dan (7) pengambilan/penetapan keputusan (Saaty & Vargas, 2012).

1. Identifikasi/dekomposisi masalah

Dekomposisi masalah adalah langkah menguraikan secara sistematis tujuan (*goal*) yang telah ditetapkan ke dalam struktur hingga tujuan dapat dicapai secara rasional. Dengan kata lain, tujuan (*goal*) yang utuh didekomposisi atau dipecahkan ke dalam unsur penyusunnya. Apabila unsur tersebut merupakan kriteria yang dipilih seyogianya mencakup semua aspek penting terkait dengan tujuan yang ingin dicapai. Namun, harus tetap mempertimbangkan bahwa kriteria yang dipilih benar-benar mempunyai makna bagi pengambilan keputusan dan tidak mempunyai makna atau pengertian yang sama. Oleh karena itu, walaupun kriteria pilihan hanya sedikit namun mempunyai makna yang besar terhadap tujuan yang ingin dicapai.

2. Penyusunan hierarki

Setelah kriteria ditetapkan, selanjutnya menentukan alternatif atau pilihan penyelesaian masalah (Gambar 1). Hierarki utama (hierarki I) adalah tujuan/fokus/*goal* yang akan dicapai atau penyelesaian persoalan atas masalah yang dikaji. Hierarki kedua (hierarki II) adalah kriteria apa saja yang harus dipenuhi oleh semua alternatif penyelesaian agar layak untuk menjadi pilihan yang paling ideal, sedangkan hierarki III adalah alternatif atau pilihan penyelesaian masalah.

3. Penilaian/pembobotan untuk membandingkan elemen-elemen

Apabila proses dekomposisi telah selesai dan hierarki telah tersusun dengan baik, selanjutnya dilakukan

penilaian perbandingan berpasangan (pembobotan) pada tiap-tiap hierarki berdasarkan tingkat kepentingan relatifnya. Dalam melakukan perbandingan, digunakan skala dasar Bourgeois (2005) yang memakai skala antara 0,1 sampai dengan 1,9 seperti tercantum pada Tabel 1.

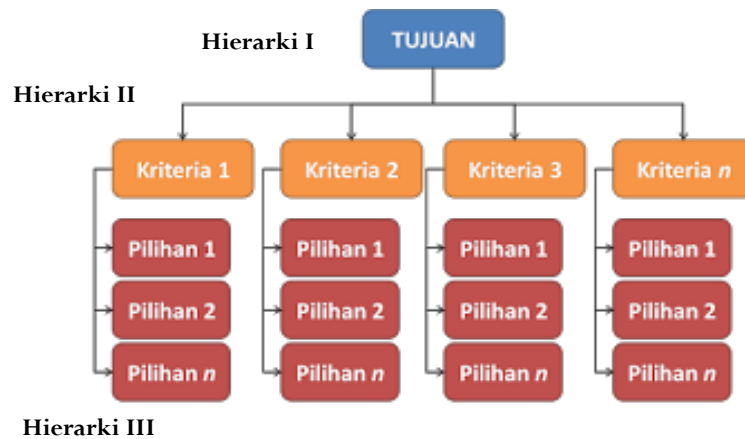
4. Penyusunan matriks dan uji konsistensi atau matrik pendapat individu

Apabila proses pembobotan telah selesai, langkah selanjutnya adalah menyusun matriks berpasangan untuk melakukan normalisasi bobot tingkat kepentingan pada tiap-tiap elemen pada hierarkinya masing-masing.

Formulasi matrik individu adalah sebagai berikut :

$$A = (a_{ij}) = \begin{array}{c|cccc} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \hline C_1 & 1 & & & \\ C_2 & & 1 & & \\ \hline & & & & \\ \hline C_n & a_{1n} & a_{2n} & & 1 \end{array}$$

$C_1, C_2, \dots, C_n$ adalah set elemen pada setiap tingkat keputusan dalam hierarki. Kuantifikasi pendapat dari hasil komparasi berpasangan membentuk matrik $n \times n$. Nilai a_{ij} merupakan nilai matrik pendapat hasil komparasi yang mencerminkan nilai kepentingan C_i terhadap C_j .



Gambar 1. Hierarki dalam *analytical hierarchy process (AHP)*

Figure 1. Hierarchy in *analytical hierarchy process (AHP)*

Tabel 1. Skala penilaian berdasarkan metode Bourgeois (2005)

Table 1. Assessment score by Bourgeois (2005) method

Hasil penilaian	Nilai A	Nilai B
A sangat jauh lebih baik/disukai dibanding B	1,9	0,1
A jauh lebih baik/disukai dibanding B	1,6	0,4
A sedikit lebih baik/disukai dibanding B	1,3	0,7
A sama dengan B	1,0	1,0
A sedikit kurang baik/disukai dibanding B	0,7	1,3
A jauh kurang baik/disukai dibanding B	0,4	1,6
A sangat jauh kurang baik/disukai dibanding B	0,1	1,9

Selanjutnya dilakukan penyusunan matrik pendapat gabungan dengan tujuan untuk membentuk matrik yang mewakili matrik-matrik pendapat individu yang ada menggunakan formula sebagai berikut :

$$G_{ij} \text{ (matrik gabungan)} = \sqrt[m]{\sum_{i=1}^m a_{ij} (k)}$$

m = jumlah responden

a_{ij} = matrik individu

Dilanjutkan dengan melakukan pengolahan horisontal untuk menyusun prioritas elemen keputusan pada hierarki keputusan, menggunakan formula :

$$V_{ei} \text{ (vektor eigen)} = \sqrt[m]{\sum_{j=1}^n v_{ij}}, I = 1, 2,$$

V_{ei} = vector eigen

m = jumlah responden

n = jumlah elemen yang dibandingkan

5. Penetapan prioritas pada masing-masing hierarki

Penetapan prioritas pada tiap-tiap hierarki dilakukan melalui proses iterasi atau perkalian matriks. Langkah pertama yang dilakukan adalah merubah bentuk fraksi nilai-nilai pembobotan ke dalam bentuk desimal. Metode yang sama diteruskan pada tingkatan hierarki selanjutnya, atau pilihan-pilihan alternatif.

$$V_{pi} \text{ (vektor prioritas)} = \frac{VE_i}{\sum_{i=1}^n VE}$$

eV_{Pi} = elemen vektor prioritas ke-i

Perhitungan nilai eigen maksimum (λ_{max}) menggunakan rumus :

$$VA \text{ (vektor antara)} = a_{ij} \times VP \text{ dengan } VA = (v_{a_{ij}})$$

$$V_{Bi} \text{ (nilai eigen)} = \frac{VA}{VP}$$

$$\lambda_{maks} \text{ (nilai eigen maks)} = \frac{\sum V_{Bi}}{n}$$

6. Menyusun sintesis dari prioritas atau penetapan prioritas pada masing-masing hierarki

Penetapan prioritas pada tiap-tiap hierarki dilakukan melalui proses iterasi atau perkalian matriks. Langkah pertama yang dilakukan adalah merubah bentuk fraksi nilai-nilai pembobotan ke dalam bentuk

desimal. Metode yang sama diteruskan pada tingkatan hierarki selanjutnya, atau pilihan-pilihan alternatif.

7. Pengambilan/penetapan keputusan

Penarikan kesimpulan dilakukan dengan mengakumulasi nilai atau bobot global yang merupakan nilai sensitivitas masing-masing elemen. Kesimpulan utamanya adalah aspek kekuatan yang perlu diperhatikan karena merupakan prioritas utama.

b. Focus group discussion (FGD)

Penentuan kriteria untuk menyusun skala prioritas kegiatan dilakukan melalui kelompok diskusi terarah atau *focus group discussion (FGD)*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peraturan Menteri Pertanian Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014 merupakan dasar dalam memenuhi persyaratan mutu biji kakao yang beredar dan diperdagangkan di Indonesia, dan ditetapkan akan berlaku efektif pada tanggal 12 Mei 2016. Akan tetapi, karena usulan dan desakan dari sebagian besar pemangku kepentingan kakao nasional, akhirnya pemberlakuannya ditunda.

Analisis Hierarki Proses (AHP)

a. Identifikasi/dekomposisi masalah

Pada tahap identifikasi/dekomposisi masalah, pengambilan keputusan dimulai dengan penentuan tujuan, identifikasi pilihan-pilihan (prioritas), dan perumusan kriteria untuk memilih prioritas. Tujuan yang sudah ditentukan adalah menyusun rekomendasi prioritas kegiatan yang harus dilakukan untuk mendukung tercapainya tujuan diberlakukannya Peraturan Menteri Pertanian Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014.

Pilihan strategi yang ditetapkan untuk mencapai tujuan tersebut terdiri atas:

1. Kebijakan nasional tentang pengembangan fermentasi biji kakao yang diimplementasikan secara konsisten, kontinu, disertai dukungan konkrit berupa kebijakan subsidi, insentif fiskal dan non fiskal;
2. Kampanye untuk meningkatkan kesadaran nasional akan pentingnya kewajiban fermentasi biji kakao yang dilakukan secara masif dan intensif;
3. Peningkatan produksi dan produktivitas tanaman kakao untuk menjamin ketersediaan bahan baku melalui intensifikasi, rehabilitasi, dan peremajaan

tanaman kakao secara terencana yang dilakukan secara konsisten;

4. Diversifikasi produk sekunder kakao, didukung oleh teknologi tepat guna yang murah, mudah, dan banyak tersedia;
5. Memacu investor/pengusaha dan produsen olahan kakao berskala besar, kecil/menengah di pedesaan untuk terus konsisten melaksanakan bisnis/industri hilir kakao.

Sedangkan kriteria yang ditetapkan untuk menyusun skala prioritas adalah:

1. Waktu yang diperlukan untuk mencapai tujuan,
2. Biaya yang tersedia untuk mencapai tujuan,
3. Kemudahan teknis yang diperlukan untuk mencapai tujuan,
4. Efektivitas dalam mencapai tujuan,
5. Urgensi dalam arti tujuan bersifat responsif terhadap isu-isu penting, aktual, dan terkini.

b. Perbandingan elemen dan penilaian kriteria

Tabel 2 menggambarkan hasil perbandingan antar kriteria yang akan digunakan dalam menentukan skala prioritas, menggunakan skala Bourgeois (2005) seperti disajikan pada Tabel 1. Kriteria efektivitas memiliki bobot yang paling tinggi dibanding kriteria lainnya. Kriteria efektivitas dengan total nilai 5,80 dan memiliki bobot prioritas sebesar 0,29. Hal ini menunjukkan bahwa kriteria efektivitas menjadi kriteria yang paling penting untuk menentukan skala prioritas.

Tabel 2. Hasil penilaian terhadap kriteria yang sudah ditetapkan
Table 2. Assessment score on predefined criterias

Kriteria	Waktu	Biaya	Kemudahan	Efektivitas	Urgensi	Total	Bobot prioritas
Waktu	-	1	0,7	0,4	0,4	2,50	0,13
Biaya	1	-	0,7	0,4	0,4	2,50	0,13
Kemudahan	1,3	1,3	-	0,7	0,7	4,00	0,20
Efektivitas	1,6	1,6	1,3	-	1,3	5,80	0,29
Urgensi	1,6	1,6	1,3	0,7	-	5,20	0,25
Total	-	-	-	-	-	20,00	1,00

Tabel 3. Penilaian strategi yang dipilih berdasarkan kriteria waktu
Table 3. Assessment of selected strategies based on time criteria

Waktu	Kebijakan	Diversifikasi	Bahan baku	Investor	Kampanye	Total	Bobot prioritas
Kebijakan	-	1,6	1,3	1,6	1,9	6,40	0,320
Diversifikasi	0,4	-	0,7	1	1,3	3,40	0,170
Bahan baku	0,7	1,3	-	1,3	1,6	4,90	0,245
Investor	0,4	1	0,7	-	1,3	3,40	0,170
Kampanye	0,1	0,7	0,4	0,7	-	1,90	0,095

Tabel 4. Penilaian strategi yang dipilih berdasarkan kriteria biaya
Table 4. Assessment of selected strategy based on cost criteria

Biaya	Kebijakan	Diversifikasi	Bahan baku	Investor	Kampanye	Total	Bobot prioritas
Kebijakan	-	0,4	1	1,3	1,6	4,30	0,215
Diversifikasi	1,6	-	1,3	1,6	1,9	6,40	0,320
Bahan baku	1	0,7	-	1,3	1,9	4,60	0,230
Investor	0,7	0,4	0,7	-	1,6	3,40	0,170
Kampanye	0,4	0,1	0,4	0,4	-	1,30	0,065

Kriteria lainnya yang juga memiliki bobot penting adalah urgensi dengan nilai 5,20 dan bobot prioritas sebesar 0,25. Urgensi mencerminkan seberapa responsif dalam merespon isu-isu penting, aktual, dan terkini dalam mengembangkan fermentasi biji kakao. Kriteria urgensi menjadi kriteria yang menduduki peringkat kedua.

c. Penilaian strategi

Pada Tabel 3 sampai 8 disajikan hasil penilaian dan perhitungan terhadap masing-masing strategi berdasarkan kriteria yang sudah ditentukan. Tabel 3 menjelaskan hasil penilaian strategi menggunakan kriteria waktu. Semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan pengembangan kakao nasional, nilai yang diberikan akan semakin kecil.

Dari segi waktu, strategi kebijakan menduduki peringkat pertama dengan total nilai sebesar 6,40 dan bobot prioritas sebesar 0,32. Artinya, kebijakan membutuhkan waktu yang paling cepat dibanding strategi lainnya. Peringkat kedua adalah bahan baku dengan total nilai 4,90 dan bobot prioritas sebesar 0,245, selanjutnya diikuti oleh diversifikasi, investor, dan kampanye.

Tabel 4 menjelaskan bahwa pemilihan strategi berdasarkan kriteria biaya yang diperlukan. Semakin tinggi biaya yang diperlukan, nilai yang akan diberikan semakin kecil dan sebaliknya.

Tabel 5. Penilaian strategi yang dipilih berdasarkan kriteria kemudahan
Table 5. Assessment of selected strategy based on convenience criteria

Kemudahan	Kebijakan	Diversifikasi	Bahan baku	Investor	Kampanye	Total	Bobot prioritas
Kebijakan	-	0,7	1,3	0,7	0,5	3,10	0,155
Diversifikasi	1,3	-	1,3	1,6	1,3	5,50	0,275
Bahan baku	0,7	0,7	-	0,7	0,4	2,50	0,125
Investor	1,3	0,4	1,3	-	0,4	3,40	0,170
Kampanye	1,6	0,7	1,6	1,6	-	5,50	0,275

Tabel 6. Penilaian strategi yang dipilih berdasarkan kriteria efektivitas
Table 6. Assessment of selected strategy based on effectivity criteria

Efektivitas	Kebijakan	Diversifikasi	Bahan baku	Investor	Kampanye	Total	Bobot prioritas
Kebijakan	-	0,4	0,4	0,4	0,7	1,90	0,095
Diversifikasi	1,6	-	1	0,7	1,3	4,60	0,230
Bahan baku	1,6	1	-	0,7	1,6	4,90	0,245
Investor	1,6	1,3	1,3	-	1,6	5,80	0,290
Kampanye	1,3	0,7	0,4	0,4	-	2,80	0,140

Tabel 7. Penilaian strategi yang dipilih berdasarkan kriteria urgensi
Table 7. Assessment of selected strategy based on urgency criteria

Urgensi	Kebijakan	Diversifikasi	Bahan baku	Investor	Kampanye	Total	Bobot prioritas
Kebijakan	-	1	0,7	0,4	1,3	3,40	0,170
Diversifikasi	1	-	0,7	0,7	1,3	3,70	0,185
Bahan baku	1,3	1,3	-	1	1,6	5,20	0,260
Investor	1,6	1,3	1	-	1,6	5,50	0,275
Kampanye	0,7	0,7	0,4	0,4	-	2,20	0,110

Strategi diversifikasi membutuhkan biaya lebih murah dibandingkan dengan pilihan strategi lainnya, yaitu dengan total nilai 6,40 dan bobot sebesar 0,32. Selanjutnya secara berturut-turut diikuti oleh strategi bahan baku, kebijakan, investor, dan kampanye dengan total nilai masing-masing sebesar 4,60; 4,30; dan 1,30 serta bobot prioritas sebesar 0,230; 0,215; 0,170; dan 0,065.

Pada Tabel 5 memperlihatkan pemilihan strategi berdasarkan kriteria kemudahan. Semakin mudah secara teknis untuk dilakukan, nilai yang diberikan akan semakin tinggi dan sebaliknya.

Diversifikasi dan kampanye memperoleh penilaian tertinggi dengan tingkat kemudahan yang sama, yaitu dengan nilai sebesar 5,50 dan bobot 0,275. Prioritas selanjutnya adalah investor, kebijakan, dan bahan baku, masing-masing dengan nilai 3,40; 3,10; dan 2,50; serta bobot prioritas masing-masing sebesar 0,170; 0,155; dan 0,125. Dengan demikian, di antara kelima strategi tersebut, bahan baku merupakan strategi yang tersulit untuk dilakukan.

Tabel 6 menyajikan hasil penelitian terhadap kriteria efektivitas. Berdasarkan kriteria tersebut, prioritas strategi yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Investor dengan total nilai sebesar 5,80 dengan bobot prioritas sebesar 0,290;
2. Bahan baku mendapat total nilai sebesar 4,90 dengan bobot prioritas sebesar 0,245;
3. Diversifikasi dengan total nilai sebesar 4,60 dan bobot prioritas sebesar 0,230;
4. Kampanye dengan total nilai sebesar 2,80 dan bobot prioritas sebesar 0,140;
5. Kebijakan dengan total nilai sebesar 1,90 dan bobot prioritas sebesar 0,095.

Dari kriteria urgensi, prioritas strategi yang harus dilakukan dapat dilihat pada Tabel 7. Urutan prioritas strategi yang harus dilakukan adalah sebagai berikut: investor dengan total nilai sebesar 5,50 dengan bobot prioritas sebesar 0,275; bahan baku mendapat total nilai sebesar 5,20 dengan bobot prioritas sebesar 0,260; diversifikasi dengan total nilai sebesar 3,70 dan bobot prioritas sebesar 0,185; kebijakan dengan total nilai sebesar 3,40 dan bobot prioritas sebesar 0,170; kampanye dengan total nilai sebesar 2,20 dan bobot prioritas sebesar 0,110.

Tabel 8. Sintesis hasil penilaian terhadap strategi pengembangan kakao di Indonesia
Table 8. Result of synthesis assesment on cocoa development strategy in Indonesia

Uraian			Investor	Kebijakan	Kampanye	Diversifikasi	Bahan baku
Strategi	Hasil	Prioritas kriteria	0,13	0,130	0,200	0,290	0,260
Kebijakan	10,20	0,170	0,320	0,215	0,155	0,095	0,170
Diversifikasi	13,90	0,231	0,170	0,320	0,275	0,230	0,185
Bahan baku	13,40	0,223	0,250	0,230	0,125	0,245	0,260
Investor	13,90	0,232	0,170	0,170	0,170	0,290	0,275
Kampanye	8,70	0,144	0,100	0,065	0,725	0,140	0,110

d. Sintesis penilaian

Tahap akhir yang dilakukan dalam penggunaan AHP sebagai model untuk pengambilan keputusan adalah melakukan sintesis penilaian. Sintesis dilakukan dengan jalan membuat penjumlahan dari bobot yang diperoleh pada setiap pilihan masing-masing kriteria setelah diberi bobot dari kriteria. Hasil dari sintesis penilaian yang telah dilakukan selanjutnya disajikan pada Tabel 8.

Berdasarkan sintesis yang dilakukan terhadap lima kriteria yang digunakan (waktu, biaya, kemudahan, efektivitas, dan urgensi), prioritas strategi yang harus dilakukan dalam mengembangkan komoditas tanaman penghasil kakao di Indonesia adalah sebagai berikut:

1. Strategi kebijakan (kebijakan nasional kewajiban fermentasi biji kakao yang diimplementasikan secara konsisten, kontinu, disertai dukungan konkrit berupa kebijakan subsidi, insentif fiskal, dan non fiskal) dan bahan baku (peningkatan produksi dan produktivitas tanaman kakao untuk menjamin ketersediaan bahan baku, melalui intensifikasi, rehabilitasi, dan peremajaan tanaman kakao secara terencana dan konsisten), secara bersama-sama menduduki skala prioritas utama. Hal ini ditunjukkan oleh total nilai sebesar 13,90 (tertinggi).
2. Strategi kampanye (kampanye untuk meningkatkan kesadaran nasional akan pentingnya kewajiban fermentasi biji kakao yang dilakukan secara masif, kontinu, dan intensif) menduduki peringkat ketiga. Hal ini ditunjukkan oleh nilai total sebesar 13,40 yang berada pada peringkat ketiga setelah instrumen kebijakan dan bahan baku.
3. Strategi investor (memacu investor/pengusaha dan produsen olahan kakao berskala besar, kecil/menengah di pedesaan untuk terus konsisten melaksanakan bisnis/industri hilir kakao) menempati prioritas keempat. Hal ini ditunjukkan oleh nilai total sebesar 10,20 yang peringkatnya berada di bawah kebijakan, diversifikasi, dan kampanye.
4. Strategi diversifikasi (diversifikasi produk sekunder kakao, didukung oleh teknologi tepat guna yang

murah, mudah, dan banyak tersedia) menempati peringkat kelima. Hal ini ditunjukkan oleh total nilai sebesar 8,70 yang peringkatnya berada di bawah kebijakan, bahan baku, kampanye, dan investor.

Pentingnya faktor kebijakan yang diimplementasikan secara konsisten dalam pengembangan agribisnis kakao secara nasional serta dukungan kebijakan fiskal dikemukakan oleh Arsyad & Yusuf (2008) dan Maswadi (2011). Dradjat & Herman (2009) juga melaporkan pentingnya peningkatan produksi dan produktivitas tanaman kakao untuk menjamin ketersediaan bahan baku melalui intensifikasi, rehabilitasi, dan peremajaan tanaman kakao secara terencana yang dilakukan secara konsisten.

KESIMPULAN

Kewajiban fermentasi biji kakao telah diatur dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 67/Permentan/OT.140/5/2014. Strategi yang harus dilakukan agar kewajiban fermentasi biji kakao di Indonesia efektif dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan, harus dilakukan berdasarkan prioritas kegiatan sebagai berikut: (a) memberlakukan kebijakan nasional tentang pengolahan biji kakao fermentasi yang diimplementasikan secara tegas, konsisten, kontinu; (b) melaksanakan intensifikasi, rehabilitasi, dan peremajaan tanaman kakao secara konsisten agar kebutuhan bahan baku industri kakao domestik terjamin; (c) melakukan kampanye untuk meningkatkan kesadaran nasional akan pentingnya fermentasi biji kakao; (d) memacu investor/pengusaha industri hilir kakao berskala besar, menengah, dan kecil untuk konsisten menjalankan industri pengolahan kakao; serta (e) melaksanakan diversifikasi produk sekunder kakao yang mampu dilakukan petani dengan biaya murah, mudah, dan didukung ketersediaan teknologi tepat guna.

Agar kewajiban fermentasi biji kakao di Indonesia berhasil dengan baik, maka: (1) pemberlakuan kebijakan nasional tentang kewajiban fermentasi biji

kakao harus disertai dukungan konkrit berupa kebijakan subsidi, insentif fiskal, dan non fiskal; (2) peningkatan produktivitas kakao harus menjamin ketersediaan bahan baku melalui intensifikasi, rehabilitasi, peremajaan, dan perluasan harus dilakukan secara konsisten; dan (3) strategi kampanye, memacu investor, dan melaksanakan diversifikasi produk sekunder kakao harus tetap dilakukan mengikuti dua strategi sebelumnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) yang telah mendanai penelitian ini melalui DIPA Balittri TA 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Agussalim, Wijanarko, R. D. T., & Sutisna, E. (2009). *Petunjuk teknis budidaya dan pasca panen kakao mendukung rencana usaha bersama program usaha agribisnis pedesaan*. (Sumiati, Ed.). Kendari: Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Pertanian.
- Arsyad, M., & Yusuf, S. (2008). Assessing the impact of oil prices and interest rate policies: The case of Indonesian cocoa. *Ryoku Journal of Economic Studies*, 48(1), 65–92.
- Bourgeois, R. (2005). Analytical hierarchy process: An overview. Bogor: UNCPSA-UNESCAP.
- Dradjat, B., & Herman. (2009). Keragaan dan usulan alternatif strategi pengembangan bisnis ekspor kakao Indonesia. *Pelita Perkebunan*, 25(2), 141–160.
- Maswadi. (2011). Agribisnis kakao dan produk olahannya berkaitan dengan kebijakan tarif pajak di Indonesia. *J. Tek. Perkebunan & PSDL*, 1(2), 23–30.
- Mochtar, H. A., & Darma, R. (2011). Prospek industri pengolahan kakao di Makassar: Analisis potensi kelayakan usaha. *Jurnal Agrisistem*, 7(1), 46–63.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. (2004). *Panduan lengkap budidaya kakao: Kiat mengatasi permasalahan praktis*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka.
- Saaty, T. L. (2008). European journal of pure and applied mathematics. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 1(1), 122–196.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2012). *Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process* (Vol. 175). Boston, MA: Springer US. <http://doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6>
- Sudjarmoko, B. (2013). Dampak pemberlakuan kebijakan bea keluar terhadap ekspor kakao Indonesia. *Media Komunikasi Perkebunan Tanaman Industri dan Penyegar*, 1(4), 19.
- Sukotjo, E., Palilati, A., Djukrana, Saleh, S., & Hatani, L. (2014). The engineering of organization to increase added the value cocoa beans in South Konawe Regency. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 3(11), 683–694.
- Widiana, A. (2007). Kebijakan perdagangan Uni Eropa terhadap ekspor Indonesia dan pola ekspor Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 9(2), 63–81.

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 4, Nomor 3, November 2017

**PENGARUH TINGKAT KEMATANGAN BUAH, SERTA LAMA FERMENTASI DAN
PENYANGRAIAN BIJI TERHADAP KARAKTER FISIKOKIMIA KOPI ROBUSTA**

***EFFECTS OF FRUIT MATURITY, BEAN FERMENTATION AND ROASTING TIME ON PHYSICO-
CHEMICAL CHARACTERS OF ROBUSTA COFFEE***

* Elsera Br Tarigan dan Juniaty Towaha

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

(Tanggal diterima: 30 Agustus 2017, direvisi: 13 September 2017, disetujui terbit: 30 November 2017)

ABSTRAK

Kopi Robusta merupakan jenis kopi yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia. Kualitas citarasa dari jenis kopi ini pada umumnya masih rendah karena penanganan panen dan pascapanen yang diterapkan oleh petani masih sederhana. Citarasa kopi dipengaruhi oleh tingkat kematangan buah serta lama fermentasi dan penyangraian biji. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh tingkat kematangan buah serta lama fermentasi dan penyangraian biji terhadap karakter fisikokimia kopi Robusta. Penelitian dilaksanakan di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), mulai bulan Mei sampai Juli 2017, menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga faktor. Faktor pertama adalah tingkat kematangan buah (merah dan kuning kemerahan), faktor kedua lama fermentasi biji (24 dan 36 jam), dan faktor ketiga adalah lama penyangraian biji (10 dan 13 menit). Parameter mutu fisik biji yang dianalisis adalah persentase serangga hidup, kadar air, kadar kotoran, dan banyaknya biji cacat. Sedangkan parameter mutu kimia bubuk kopi yang dianalisis adalah kadar air, abu, lemak, protein, kafein, dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mutu fisik biji kopi hasil fermentasi berupa kadar air dan jumlah biji cacat dipengaruhi oleh tingkat kematangan buah dan lama fermentasi, sedangkan kadar kotoran dipengaruhi oleh interaksi dari kedua faktor tersebut. Mutu kimia kopi bubuk berupa kadar lemak dan kadar kafein dipengaruhi oleh interaksi antara tingkat kematangan buah, lama fermentasi, dan penyangraian. Kadar air dan protein dipengaruhi oleh interaksi antara tingkat kematangan buah dengan lama fermentasi, dan interaksi antara tingkat kematangan buah dan lama penyangraian. Kadar abu dipengaruhi oleh lama penyangraian, dan pH dipengaruhi oleh lama fermentasi dan penyangraian.

Kata kunci: Fermentasi, fisikokimia, kematangan, kopi Robusta, penyangraian

ABSTRACT

Robusta coffee is the most widely cultivated coffee in Indonesia. However, flavor quality of coffee is low due to improper harvesting and postharvest handling by farmers. Flavor quality mostly determined by fruit maturity level, fermentation and roasting time. The research aimed to investigate the effect of fruit maturity level, fermentation and roasting time on the physico-chemical characteristics of Robusta coffee. The research was conducted at Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute (IIBCRI), from May to July 2017, used a completely randomized block design with 3 factors. The first factor was fruit maturity level (red and reddish yellow), second factor was bean fermentation (24 and 36 hours) and the third factor was roasting time (10 and 13 minutes). Physical quality covered percentage of live insects, moisture content, foreign materials and amount of defective beans. Chemical quality covered moisture content, ash, fat, protein, caffeine and acidity. The results showed that physical quality of fermented beans i.e. moisture content and amount of defective beans were affected by fruit maturity level and fermentation time, while foreign materials is affected by the interaction between these two factors. Chemical quality of coffee i.e. fat and caffeine content were affected by the interaction between fruit maturity level, and fermentation and roasting time. Water and protein content were affected by interaction between fruit

maturity level and fermentation time, and interaction between fruit maturity level and roasting time. The ash content is affected by the roasting time, whereas pH is affected by fermentation time and roasting time.

Keywords: Fermentation, maturity, physico-chemical, roasting, Robusta coffee

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu minuman yang paling banyak dikonsumsi di dunia (Toci, Neto, Torres, & Farah, 2013), sekaligus merupakan komoditas perdagangan terbesar kedua setelah minyak bumi (Sunarharum, Williams, & Smyth, 2014). Indonesia sebagai produsen kopi terbesar ke-4 dunia, setelah Brazil, Vietnam, dan Kolombia (International Coffee Organization, 2017), menghasilkan nilai ekspor kopi mencapai US\$ 1.189,551 juta pada tahun 2015 (BPS, 2015). Indonesia berpeluang untuk menjadi produsen kopi nomor 1 dunia apabila mampu meningkatkan produktivitas dan citarasa kopi Robusta yang dominan dikembangkan oleh petani. Salah satu upaya untuk memperbaiki citarasa kopi Robusta adalah dengan melakukan penanganan panen dan pasca panen yang baik.

Kualitas fisik dan citarasa kopi dipengaruhi oleh bahan tanam, budi daya, cara panen, pengolahan, dan penyimpanannya (Borém *et al.*, 2013). Proses penanganan saat panen, pengolahan, dan penyangraian dalam menghasilkan produk akhir merupakan tahapan penentu kualitas produk kopi. Panen kopi biasanya dilihat dari tingkat kematangan buah dan dilakukan pada saat buah telah berwarna merah (buah sudah berumur 10–11 bulan) (Yusianto, 2016). Proses pengolahan kopi ada dua metode, yaitu proses pengolahan basah dan kering. Metode pengolahan basah dilakukan dengan cara merendam biji kopi dalam air, yang bermanfaat untuk memperlembut aroma buah yang tajam serta sensasi pahit yang sering terjadi pada minuman kopi Robusta (International Trade Center, 2017). Di samping itu, juga bermanfaat untuk mengurai lapisan lendir (*mucilage*) pada biji kopi secara lebih cepat sehingga mudah dibersihkan, sekaligus menghilangkan mikroorganisme yang ada pada permukaannya. Hal terpenting pada saat melakukan pengolahan basah adalah waktu yang dibutuhkan selama perendaman harus tepat (Yusianto & Widyotomo, 2013).

Proses penyangraian merupakan tahap akhir yang akan menentukan aroma kopi yang dihasilkan. Klasifikasi penyangraian berdasarkan derajat warna dibagi menjadi tiga, yaitu *light*, *medium*, dan *dark* (Vignoli, Viegas, Bassoli, & Benassi, 2014). Proses penyangraian ini akan menentukan kandungan lemak dan protein pada biji kopi yang berperan sebagai prekursor aroma dan *flavor* kopi (Czech *et al.*, 2016). Kandungan lemak dan protein inilah yang berperan

penting dalam menentukan mutu seduhan kopi (Passos *et al.*, 2013). Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh kematangan buah saat panen serta lama fermentasi dan penyangraian biji terhadap karakter fisikokimia kopi Robusta.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Pakuwon, Unit Pengolahan Kopi dan Kakao, dan Laboratorium Terpadu Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), mulai bulan Mei sampai Juli 2017. Bahan yang digunakan adalah buah kopi Robusta yang diperoleh dari Kebun Percobaan Pakuwon yang terletak pada ketinggian 450 m dpl (di atas permukaan laut), koordinat 6° 49' 58,0"S dan 106° 44' 28,4"E. Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 faktor. Faktor pertama adalah tingkat kematangan buah (merah dan kuning kemerahan), faktor kedua adalah lama fermentasi (24 dan 36 jam), dan faktor ketiga adalah lama penyangraian (10 dan 13 menit) pada suhu 180°C.

Buah kopi Robusta dipanen pada bulan Juli 2017 dengan dua tingkat kematangan buah berdasarkan warna kulitnya, yaitu merah dan kuning kemerahan, masing-masing sebanyak 10 kg. Buah hasil panen kemudian disortir untuk memisahkan ranting, daun, kerikil, dan kotoran lainnya. Buah yang sudah disortir kemudian di-*pulper* untuk memisahkan kulit buah dengan biji. Selanjutnya, biji kopi yang masih diselimuti lendir (*pulp*) difermentasi dengan cara direndam dalam air bersih selama 24 dan 36 jam. Setelah fermentasi selesai, biji kopi dicuci menggunakan air bersih sebelum dikeringkan dengan pengering tipe *hybrid* selama 4 hari hingga kadar airnya mencapai $\pm 12,5\%$. Proses selanjutnya, kulit tanduk pada biji dikupas secara mekanis menggunakan mesin *huller*. Biji kopi beras (*green beans*) yang diperoleh kemudian disangrai pada suhu 180°C selama 10 dan 13 menit. Selanjutnya, biji kopi digiling menjadi bubuk untuk digunakan sebagai sampel pengujian mutu kimia.

Pada penelitian ini diamati mutu fisik dan kimia biji kopi dari hasil perlakuan tingkat kematangan buah dan lama fermentasi, sedangkan mutu kimia bubuk kopi dianalisis dari perlakuan tingkat kematangan buah, lama fermentasi dan penyangraian.

Mutu Fisik Biji Sebelum Disangrai

Pengukuran mutu fisik biji dilakukan sebelum disangrai. Biji kopi beras yang dihasilkan dari proses tersebut di atas dianalisis mutu fisiknya berdasarkan SNI 01-2907-2008 (Badan Standardisasi Nasional, 2008). Sampel biji kopi beras sebanyak 300 g diambil secara acak untuk bahan pengamatan mutu fisik. Variabel yang diamati meliputi persentase biji normal, serangga hidup, bau abnormal, kadar air, kadar kotoran, dan jumlah biji cacat.

Mutu Kimia Bubuk Kopi

Pengukuran mutu kimia bubuk kopi dilakukan setelah selesai semua proses pengolahan kopi menjadi siap seduh. Mutu kimia bubuk kopi yang akan diukur meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar kafein, dan tingkat keasamaan (pH).

1. Kadar air

Pengukuran kadar air biji kopi dilakukan dengan metode gravimetri, mengacu pada SNI 01-2907-2008 (Badan Standardisasi Nasional, 2008). Sampel ditimbang sebanyak 2 g dan selanjutnya dikeringkan dalam oven (105°C; 4 jam). Sampel yang sudah dioven kemudian diletakkan dalam desikator dan ditimbang.

2. Kadar abu

Kadar abu ditentukan dengan metode gravimetri berdasarkan SNI 01-2907-2008 (Badan Standardisasi Nasional, 2008). Sampel ditimbang sebanyak 2 g, kemudian diabukan dengan tanur (300°C; 1,5 jam), lalu suhu dinaikkan (550°C; 2,5 jam). Sampel selanjutnya dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang bobotnya.

3. Kadar lemak

Penentuan kadar lemak menggunakan metode *soxhlet* yang dimodifikasi (AOAC, 2005). Sampel biji kopi yang telah disangrai dimasukkan ke dalam selongsong kertas saring. Sampel kemudian diekstrak menggunakan pelarut heksana selama 2,5 jam. Hasilnya dioven pada suhu 105°C selama 15 menit. Sampel

kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang bobot akhirnya.

4. Kadar protein

Kadar protein ditentukan dengan metode destruksi menggunakan pelarut asam sulfat. Sampel hasil destruksi kemudian diencerkan dengan akuades dan selanjutnya dilakukan destilasi. Proses berikutnya sampel dibasakan dengan NaOH dan destilasi lanjut menggunakan asam borat. Proses akhir, yaitu titrasi dengan asam sulfat (AOAC, 2000b).

5. Kadar kafein

Kadar kafein ditentukan dengan metode spektrofotometri. Sampel ditimbang sebanyak 1 g kemudian dilarutkan dengan akuades dan disaring. Ke dalam filtrat selanjutnya ditambahkan CaCO₃ dan kloroform, disaring kembali dengan corong pisah, dirotavapor, dan diencerkan. Sampel pengenceran diukur absorbansinya pada panjang gelombang 275 nm (AOAC, 1990).

6. Tingkat keasaman (pH)

Keasaman pada kopi diukur dengan metode pH metri. Sebanyak 5 g ditimbang dan diencerkan dengan akuades (1:5). Larutan sampel diaduk selama 30 menit dan diukur keasamannya dengan pH meter (AOAC, 2000a).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Tingkat Kematangan Buah dan Lama Fermentasi terhadap Mutu Fisik Biji

Hasil analisis mutu fisik kopi Robusta menunjukkan perlakuan tingkat kematangan buah dan waktu fermentasi biji menghasilkan biji yang bersih dari serangga hidup dan tidak berbau busuk. Akan tetapi, kedua perlakuan tersebut berpengaruh nyata terhadap kadar air, kotoran, dan jumlah biji cacat. Interaksi antara kedua perlakuan (tingkat kematangan buah dan lama fermentasi biji) hanya memengaruhi persentase kadar kotoran (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai peluang hasil analisis ragam untuk peubah beberapa parameter mutu fisik
Table 1. Probability value of variance analysis for physical quality parameter

Perlakuan	Serangga hidup	Biji berbau busuk dan kapang	Kadar air	Kadar kotoran	Jumlah biji cacat/300 g
Tingkat kematangan buah	0	0	0,027 *	0,001 **	0,018 *
Lama fermentasi biji	0	0	0,002 *	0,015 *	0,000 **
Interaksi	0	0	0,062	0,004 **	0,547

Keterangan : * nyata pada taraf 5%, ** nyata pada taraf 1%

Note : * significant at 5%, ** significant at 1%

Tabel 2. Pengaruh tingkat kematangan dan lama fermentasi terhadap kadar air dan nilai cacat pada kopi sebelum disangrai
Table 2. Effect of maturity level and fermentation time on moisture content and defective beans of unroasted coffee

Perlakuan	Kadar air (%)	Jumlah biji cacat/ 300 g
Tingkat kematangan buah:		
Kuning kemerahan	7,65 b	130,78 a
Merah	8,85 a	127,70 b
Lama fermentasi:		
24 Jam	9,45 a	139,80 a
36 Jam	7,05 b	118,68 b

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

Tabel 3. Interaksi tingkat kematangan dan lama fermentasi terhadap persentase kotoran kopi sebelum sangrai
Table 3. Interaction of color and fermentation time on foreign materials of unroasted coffee

Tingkat kematangan buah	Lama fermentasi	Kotoran (%)
Kuning kemerahan	24	0,15 bc
Kuning kemerahan	36	0,13 c
Merah	24	0,20 b
Merah	36	0,31 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada taraf 5%
Note : Numbers followed by the same letters are not significantly different according to Tukey test at 5% levels

Kadar air pada biji kopi sebelum disangrai cukup baik, yaitu 7,05%–9,45% (Tabel 2). Apabila kadar air biji kopi >12% akan memacu pertumbuhan mikrob pada saat penyimpanan, sedangkan <8,5% akan berpengaruh terhadap meningkatnya butir patah dan menurunkan kualitas (Farah, 2012). Buah yang dipanen dalam kondisi matang sempurna (berwarna merah) menghasilkan biji kopi dengan kadar air lebih tinggi dan nilai cacat lebih kecil dibandingkan dengan buah yang masih berwarna kuning kemerahan. Hal berbeda ditunjukkan oleh pengaruh waktu fermentasi biji. Waktu fermentasi lebih lama menghasilkan biji kopi dengan kadar air lebih rendah dan nilai cacat lebih kecil (Tabel 2).

Hasil pengamatan menunjukkan nilai cacat yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan oleh biji kopi yang sudah terserang oleh hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*), sehingga menyebabkan biji menjadi berlubang. Ukuran biji kopi Robusta yang digunakan dalam penelitian ini termasuk tipe kecil karena lolos ayakan diameter 6,5 mm dan tidak lolos ayakan diameter 5,5 mm (Badan Standardisasi Nasional, 2008).

Hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh interaksi antara tingkat kematangan buah dan lama fermentasi biji terhadap persentase kotoran (Tabel 3). Kopi dengan tingkat kotoran terendah, yaitu 0,13%

diperoleh pada perlakuan tingkat kematangan kuning kemerahan yang difermentasi selama 36 jam dan tidak berbeda nyata dengan tingkat kematangan kuning kemerahan yang difermentasi selama 24 jam, yaitu 0,15%. Perlakuan tersebut berbeda nyata dengan tingkat kematangan merah yang difermentasi selama 24 dan 36 jam dengan nilai kotoran masing-masing 0,20% dan 0,31%.

Pengaruh Tingkat Kematangan Buah, serta Lama Fermentasi dan Penyangraian terhadap Mutu Kimia Bubuk Kopi

Hasil analisis ragam pengaruh tingkat kematangan, lama fermentasi, dan penyangraian terhadap kandungan fisikokimia bubuk kopi meliputi kadar air, abu, lemak, protein, kafein, dan pH (tingkat keasaman) dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil analisis menunjukkan terdapat pengaruh interaksi antar 2 faktor perlakuan, yaitu antara tingkat kematangan buah dengan lama fermentasi biji (Tabel 4 dan 5) dan tingkat kematangan buah dengan lama penyangraian biji (Tabel 4 dan 6) terhadap kadar air dan protein. Interaksi antar ketiga faktor perlakuan nyata terhadap kadar lemak dan kafein, sedangkan perlakuan tunggal lama penyangraian nyata terhadap kadar abu dan pH, dan perlakuan tunggal lama fermentasi nyata terhadap pH (Tabel 4).

Tabel 4. Nilai analisis ragam pengaruh tingkat kematangan, lama fermentasi, dan penyangraian untuk peubah kadar air, abu, lemak, protein, kafein, dan pH

Table 4. Probability value of variance analysis on maturity level, fermentation, and roasting time, for moisture content, ash, fat, protein, caffeine, and pH value variables

Perlakuan	Kadar air	Kadar Abu	Kadar lemak	Kadar protein	Kadar kafein	pH
Tingkat kematangan buah	0,105	0,721	0,016 *	0,579	0,000 **	0,126
Lama fermentasi	0,907	0,273	0,000 **	0,043 *	0,000 **	0,004 **
Lama penyangraian	0,001 **	0,000 *	0,000 **	0,126	0,000 **	0,032 *
Interaksi tingkat kematangan buah dan lama fermentasi	0,025 *	0,324	0,309	0,003 *	0,000 **	0,962
Interaksi tingkat kematangan buah dan lama penyangraian	0,013 *	0,102	0,001 **	0,000 **	0,000 **	0,672
Interaksi lama fermentasi dan lama penyangraian	0,249	0,055	0,001 **	0,327	0,002 **	0,741
Interaksi tingkat kematangan buah dengan lama fermentasi dan lama penyangraian	0,932	0,570	0,006*	0,153	0,000 **	0,224

Keterangan : * nyata pada taraf 5%; ** nyata pada taraf 1%

Note : * significant at 5%; ** significant at 1%

Tabel 5. Interaksi antara tingkat kematangan buah dengan lama fermentasi terhadap kadar air dan protein

Table 5. Interaction between maturity level and fermentation time on moisture and protein content

Tingkat kematangan buah	Lama fermentasi (jam)	Kadar air (%)	Kadar protein (%)
Merah	24	1,36 ab	2,53 ab
Merah	36	1,07 b	2,49 b
Kuning kemerahan	24	1,29 ab	2,45 b
Kuning kemerahan	36	1,58 a	2,59 a

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

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

Buah kopi berwarna kuning kemerahan yang difermentasi selama 36 jam menghasilkan biji kopi beras dengan kadar air dan protein yang lebih tinggi daripada buah warna merah dengan fermentasi 36 jam, sedangkan kombinasi lainnya menghasilkan kadar air dan protein yang sama (Tabel 5). Kadar air pada bahan pangan berperan dalam menjaga ketahanan dan mutu (Bradley, 2010), sedangkan protein terkait dengan rasa pahit pada kopi. Semakin rendah kandungan protein, maka rasa pahit kopi menjadi semakin berkurang (Marcone, 2004).

Buah kopi yang dipanen saat berwarna kuning kemerahan dan kemudian biji berasnya disangrai selama 10 menit menghasilkan biji dengan kadar air lebih tinggi, tetapi kadar proteinnya relatif rendah dan tidak berbeda dengan buah yang dipanen warna merah yang disangrai 10 menit. Buah yang dipanen berwarna merah dan disangrai selama 10 menit menghasilkan kadar protein lebih tinggi, tetapi tidak berbeda dengan buah yang dipanen warna kuning kemerahan yang disangrai selama 13 menit (Tabel 6). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa semakin lama waktu sangrai, kadar

air semakin berkurang karena adanya efek evaporasi (Corrêa *et al.*, 2016). Kadar abu merupakan representasi kandungan mineral pada kopi atau seluruh bahan anorganik dalam produk yang tersisa setelah dilakukan pengabuan, sedangkan keasaman merupakan salah satu penentu citarasa kopi. Persentase kadar abu kopi Robusta pada semua perlakuan sebesar 14,54%–21,12%, sedangkan nilai pH 5,70–5,9 (Tabel 7). Nilai keasaman tersebut hampir sama dengan yang diperoleh Andari, Wulandari, & Robin (2014), yaitu sebesar 5,8–5,9.

Perlakuan lama fermentasi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu, tetapi nyata terhadap pH. Fermentasi selama 36 jam menghasilkan pH biji lebih tinggi daripada fermentasi 24 jam. Sedangkan pengaruh lama penyangraian nyata terhadap kadar abu dan pH. Proses penyangraian selama 10 menit menghasilkan kadar abu dan pH yang lebih rendah daripada penyangraian selama 13 menit. Semakin lama proses fermentasi dan penyangraian, memberikan kecenderungan semakin tinggi kadar abu dan pH (Tabel 7).

Tabel 6. Interaksi antara tingkat kematangan buah dengan lama penyangraian terhadap kadar air dan protein
Table 6. Interaction between maturity level and roasting time on moisture and protein content

Tingkat kematangan buah	Lama penyangraian (menit)	Kadar air (%)	Kadar protein (%)
Merah	10	1,36 b	2,61 a
Merah	13	1,10 b	2,41 b
Kuning kemerahan	10	1,91 a	2,46 b
Kuning kemerahan	13	0,95 b	2,59 a

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

Tabel 7. Pengaruh lama fermentasi dan penyangraian terhadap kadar abu dan pH
Table 7. Effect of fermentation and roasting time on ash content and pH

Perlakuan	Kadar abu (%)	pH
Lama fermentasi:		
24 jam	17,47 a	5,70 b
36 jam	18,19 a	5,91 a
Lama penyangraian:		
10 menit	14,54 b	5,74 b
13 menit	21,12 a	5,87 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata uji Tukey 1%
Note : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Tukey test at 1% levels

Interaksi antara tingkat kematangan buah dengan lama fermentasi dan lama penyangraian berpengaruh nyata terhadap kadar lemak dan kafein. Buah kopi yang dipanen warna kuning kemerahan, kemudian difermentasi selama 36 jam dan disangrai selama 13 menit menghasilkan kadar lemak yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi lainnya. Hal yang sama terjadi juga pada peubah kadar kafein, kecuali bila dibandingkan dengan buah yang dipanen warna merah, kemudian difermentasi 24 jam dan disangrai selama 13 menit tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 8).

Kafein merupakan hasil metabolit sekunder dan menjadi salah satu komponen penting pada kopi. Senyawa ini berperan sebagai penyegar dan memiliki efek terhadap sistem pencernaan, susunan syaraf pusat otak, dan sistem urinasi (Mulato & Suharyanto, 2012). Walaupun senyawa kafein menimbulkan rasa pahit, senyawa tersebut tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap citarasa kopi, dan hanya menyumbang rasa pahit (*bitterness*) sekitar 10% (Widyotomo & Mulato, 2007). Hasil analisis terhadap kandungan kafein pada semua perlakuan tergolong kecil, yaitu 0,58%–

0,83% (Tabel 8) dibandingkan dengan kandungan rata-rata kafein kopi Robusta, yaitu 2,3% (Oestreich-Janzen, 2010). Hal ini diduga akibat proses fermentasi yang dapat menurunkan kadar kafein.

Lama fermentasi dan penyangraian berpengaruh secara nyata terhadap kadar lemak dan kafein (Tabel 8). Kopi yang direndam dan disangrai lebih lama memiliki kadar lemak dan kafein yang lebih besar. Hal ini disebabkan kadar air yang menurun membuat kadar senyawa proksimat lainnya meningkat. Lemak kopi terdapat pada lapisan lilin pelindung biji dan pada minyak kopi. Buffo & Cardelli-Freire (2004) dan Speer & Kölling-Speer (2006) menyatakan bahwa kandungan lemak pada kopi berperan dalam memberikan citarasa pada seduhan kopi, yaitu meningkatkan *body* (rasa kental) dan *milky* (rasa lemak). Kadar lemak pada perlakuan tingkat kematangan, lama fermentasi, dan penyangraian, yaitu 8,99%–10,80%. Kandungan lemak kopi Robusta yang diuji jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kopi Arabika Gayo, yaitu 5,66% (Hayati, Marliah, & Rosita, 2012). Kadar lemak pada perlakuan lama fermentasi biji selama 36 jam lebih tinggi daripada 24 jam.

Tabel 8. Pengaruh interaksi tingkat kematangan buah dengan lama fermentasi dan penyangraian terhadap kadar lemak dan kafein
Table 8. Effect of maturity level with the length of fermentation and roasting time on fat and caffeine content

Tingkat kematangan buah	Lama fermentasi (jam)	Lama penyangraian (menit)	Kadar lemak (%)	Kadar kafein (%)
Merah	24	10	8,99 d	0,64 d
Merah	24	13	9,43 cd	0,82 a
Merah	36	10	9,40 cd	0,60 e
Merah	36	13	10,02 b	0,62 d
Kuning kemerahan	24	10	9,05 d	0,70 c
Kuning kemerahan	24	13	9,61 bc	0,75 b
Kuning kemerahan	36	10	9,13 d	0,58 e
Kuning kemerahan	36	13	10,80 a	0,83 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata uji Tukey 1%

Note : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Tukey test at 1% levels

KESIMPULAN

Mutu fisik biji kopi hasil fermentasi dipengaruhi oleh tingkat kematangan buah dan lama fermentasi. Buah kopi yang dipanen warna merah menghasilkan biji hasil fermentasi dengan kadar air lebih tinggi dan jumlah biji cacat yang lebih rendah daripada biji yang dipanen warna kuning kemerahan. Namun demikian, biji yang dipanen warna merah dan difermentasi selama 36 jam menghasilkan kadar kotoran yang lebih tinggi.

Kadar lemak dan kadar kafein kopi bubuk dipengaruhi oleh interaksi antara tingkat kematangan buah, lama fermentasi, dan lama penyangraian. Buah kopi yang dipanen kuning kemerahan, kemudian difermentasi selama 36 jam dan disangrai selama 13 menit menghasilkan kadar lemak dan kafein yang relatif lebih tinggi. Kadar air dan protein dipengaruhi oleh interaksi antara tingkat kematangan buah dengan lama fermentasi, dan interaksi antara tingkat kematangan buah dengan lama penyangraian. Semakin lama proses fermentasi dan atau proses penyangraian menyebabkan kadar abu dan pH akan semakin tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Ejem dan Ibu Karmila yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian, serta kepada Ir. Edi Wardiana, M.Si. yang telah membantu dalam analisis data dan saran-saran dalam penyusunan karya tulis ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andari, E. S., Wulandari, E., & Robin, D. M. C. (2014). Efek larutan kopi Robusta terhadap kekuatan tekan resin komposit nanofiller. *Stomatognatic*, 11(1), 6–11.
- AOAC. (1990). *Caffeine content* (assosiatio). Assosiation of Official Analycal Chemistry (AOAC).
- AOAC. (2000a). *Ash content* (assosiatio). Assosiation of Official Analycal Chemistry (AOAC).
- AOAC. (2000b). *Protein content* (assosiatio). Assosiation of Official Analycal Chemistry (AOAC).
- AOAC. (2005). *Fat content* (assosiatio). Assosiation of Official Analycal Chemistry (AOAC).
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 01-2907-2008, Biji kopi, 1–12.
- Borém, F. M., Ribeiro, F. C., Figueiredo, L. P., Giomo, G. S., Fortunato, V. A., & Isquierdo, E. P. (2013). Evaluation of the sensory and color quality of coffee beans stored in hermetic packaging. *Journal of Stored Products Research*, 52, 1–6. doi.org/10.1016/j.jspr.2012.08.004
- BPS. (2015). *Ekspor kopi menurut negara tujuan utama, 2000-2015*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bradley, R. L. (2010). Moisture and total solids analysis. In *Food analysis* (pp. 85–104). Springer, Boston, MA.
- Buffo, R. A., & Cardelli-Freire, C. (2004). Coffee flavour: An overview. *Flavour and Fragrance Journal*, 19(2), 99–104. doi.org/10.1002/ffj.1325

- Corrêa, P. C., Oliveira, G. H. H. de, Oliveira, A. P. L. R. de, Vargas-Elías, G. A., Santos, F. L., & Baptestini, F. M. (2016). Preservation of roasted and ground coffee during storage part 1: Moisture content and repose angle. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola E Ambiental*, 20(6), 581–587. doi.org/10.1590/18071929/agriambi.v20n6p581-587
- Farah, A. (2012). 2 Coffee constituents. In Yi-Fang Chu (Ed.), *Coffee: Emerging health effects and disease prevention* (3rd edition) (pp.21-58). Blackwell Publishing Ltd.
- Hayati, R., Marliah, A., & Rosita, F. (2012). Sifat kimia dan evaluasi sensori bubuk kopi Arabika. *Florateg*, 66–75.
- Czech, H., Schepler, C., Klingbeil, S., Ehlert, S., Howell, J., & Zimmermann, R. (2016). Resolving coffee roasting-degree phases based on the analysis of volatile compounds in the roasting off-gas by photoionization time-of-flight mass spectrometry (PI-TOFMS) and statistical data analysis: Toward a PI-TOFMS roasting model. *J Agric Food Chem*, 64(25), 5223–5231. doi: 10.1021/acs.jafc.6b01683.
- International Coffee Organization, (ICO). (2017). Monthly coffee market report -September 2017, 1–6.
- International trade center. (2017). Wet processing of Robusta.
- Marcone, M. F. (2004). Composition and properties of Indonesian palm civet coffee (kopi luwak) and Ethiopian civet coffee. *Food Research International*, 37(9), 901–912. doi.org/10.1016/j.foodres.2004.05.008
- Mulato, S., & Suharyanto, E. (2012). *Kopi, seduhan & kesehatan*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Oestreich-Janzen, S. (2010). *Chemistry of Coffee*. Elsevier Ltd.
- Passos, M. E. A. dos, Moreira, C. F. F., Pacheco, M. T. B., Takase, I., Lopes, M. L. M., & Valente-mesquita, V. L. (2013). Proximate and mineral composition of industrialized biscuits. *Food Science and Technology*, 33(June), 323–331. doi.org/10.1590/S0101-20612013005000046
- Speer, K., & Kölling-Speer, I. (2006). The lipid fraction of the coffee bean. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18(1), 201–216. doi.org/10.1590/S1677-04202006000100014
- Sunarharum, W. B., Williams, D. J., & Smyth, H. E. (2014). Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. *Food Research International*, 62, 315–325. doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.030
- Toci, A. T., Neto, V. J. M. F., Torres, A. G., & Farah, A. (2013). LWT - Food science and technology: Changes in triacylglycerols and free fatty acids composition during storage of roasted coffee. *LWT - Food Science and Technology*, 50(2), 581–590. doi.org/10.1016/j.lwt.2012.08.007
- Vignoli, J. A., Viegas, M. C., Bassoli, D. G., & Benassi, M. de T. (2014). Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of Arabica and Robusta coffees. *Food Research International*, 61, 279–285. doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.006
- Widyotomo, S., & Mulato, S. (2007). Kafein: Senyawa penting pada biji kopi. *Warta Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Indonesia*, 23(1), 44–50.
- Yusianto. (2016). *Panen dan pengolahan produk hulu kopi dalam: Kopi "sejarah, botani, proses produksi, pengolahan, produk hilir dan sistem kemitraan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Yusianto, & Widyotomo, S. (2013). Mutu dan citarasa kopi Arabika hasil beberapa perlakuan fermentasi: Suhu, jenis wadah, dan penambahan agens fermentasi. *Pelita Perkebunan*, 29(3), 220–239.

MITRA BESTARI
JURNAL TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR
VOLUME 4 NOMOR 3 2017

Dr. Prof. Dr. Ir. I.G.A.A. Ambarawati, M.Ec., Ph.D.

Universitas Udayana - Sosial Ekonomi Pertanian

Dr. Ika Roostika Tambunan, S.P., M.Si

Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik - Biologi Molekuler

Dr. Amzul Rifin, S.P., M.A.

Institut Pertanian Bogor - Agribisnis

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

Institut Pertanian Bogor - Pascapanen Pertanian

Reflinur, SP., MSi., Ph.D

Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik - Bioteknologi

INDEKS SUBYEK

A

adopsi · 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 39, 154
 agroekologi · 1, 4, 5, 9, 18, 19
 akses · 67, 69, 70, 71, 73, 75, 76, 78, 79, 80, 136, 146
 alel · 15, 20, 21, 23, 79, 84, 133, 137, 138, 139, 140
 analisis data · 44, 67, 145, 158
 analisis diskriminan · 70, 73, 75, 76, 78
 analisis faktor · 67, 70, 71
 Analisis hierarki proses · 153, 158

B

bahan organik · 13, 51, 52, 53, 55, 57, 59, 109, 115, 118, 119, 126
base line survey · 23, 26
 Bengkulu · 101, 135, 136, 142, 145, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 151, 153, 154
bootstrap · 20

C

Cervus 2.0 · 20
Cobb-Douglas Stochastic Frontier · 34, 35
 C-organik · 5, 9, 51, 107, 109, 111, 113, 115, 117, 118, 119, 123
 Cropwat 8.0 · 5, 6, 8, 13
 CTAB · 13, 14, 18, 79, 83, 137

D

DARwin · 13, 14, 20, 27
 defisit air · 1, 3, 9, 14, 16, 17, 18
 dendrogram · 67, 68, 82, 85, 86, 87, 133, 142, 144
 DNA · 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 26, 27, 79, 82, 83, 87, 89, 136, 137, 139, 148
Dystrandeps · *See* Inseptisols

E

eigenvalue · 71
 elektroforesis · 19, 137
 entres · 38, 39, 123, 150
 evapotranspirasi · 7, 8, 11, 12, 14, 15, 16

F

fermentasi · 23, 25, 27, 28, 31, 61, 68, 78, 82, 84, 154, 153, 155, 156, 158, 160, 161, 162, 165, 166, 161, 163, 166, 167, 168, 169, 170,

171, 172, 173, 174, 175, 177

FGD · 26, 160
 filogenetik · 13, 20, 23, 24, 25, 26, 137
 frontier stokastik · 35, 33, 37

G

gel poliakrilamid · 19, 21, 79, 83, 137
 GenAEx 6.501 · 20
 genetika · 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 47, 42, 48, 50, 65, 69, 73, 82, 79, 80, 83, 84, 87, 102, 121, 123, 133, 135, 136, 137, 139, 142, 144, 145, 146
 genom · 15, 79, 139
 genotipe · 15, 16, 20, 23, 47, 43, 44, 45, 47, 84, 79, 124, 139, 144

H

hama · 23, 25, 27, 28, 31, 33, 37, 38, 36, 37, 45, 55, 60, 69, 75, 78, 82, 84, 89, 91, 92, 93, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 99, 101, 102, 103, 106, 107, 108, 124, 147, 169
 PBK · 16, 25, 36, 69, 75, 78, 82
 penggerek buah kopi · 101, 169
Hapludults · *See* Ultisols
Helopeltis sp. · 25, 98
H. antonii · 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 102
 heterozigositas · 20, 21, 23, 133, 137, 139

I

insektisida · 33, 36, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 104
 Klorpirifos · 95, 100
 Lamda sihalotrin · 95, 100
 neonikotinoid · 89, 91, 92, 93, 96, 99
 organofosfat · 89, 91, 92, 93, 96, 98
 piretroid · 89, 91, 92, 93, 96, 97, 98, 100, 102
 Tiametoksam · 95, 100
 Inseptisols · 9
 irigasi suplemen · 1, 3, 4, 6, 9, 14, 16, 17, 18
 isolat · 61, 62, 67, 68

J

Jakarta · 18, 19, 32, 34, 44, 45, 51, 68, 87, 103, 104, 108, 125, 136, 148, 154, 153, 154, 157, 161, 176
 Jawa Timur · 16, 47, 43, 49, 50, 101, 102, 108,

153, 157

K

kakao · 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 41, 43, 44, 45, 47, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 57, 59, 61, 60, 61, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 67, 69, 70, 71, 73, 75, 76, 78, 79, 81, 82, 84, 79, 83, 84, 83, 84, 86, 87, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 107, 109, 110, 111, 113, 115, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 153, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 165, 166, 161
Forastero · 23, 81
kakao mulia · 42
Theobroma cacao L. · 18, 19, 13, 14, 27, 22, 24, 81, 82, 84, 79, 80, 81, 91, 103
Kanhapludults · See Ultisols
kapasitas tukar kation · 1, 5, 10, 109
karet · 19, 26, 49, 51, 52, 53, 54, 53, 55, 57, 58, 59, 67
kebijakan · 93, 154, 153, 155, 160, 162, 164, 165, 166, 161
kejenuhan basa · 5, 10, 109
keragaman genetik · 13, 14, 15, 16, 21, 23, 26, 27, 73, 76, 79, 84, 89, 133, 135, 136, 137, 139, 140, 144, 146
kesesuaian lahan · 1, 5, 9, 18
klaster berhierarki · 67, 70
kopi · 37, 69, 87, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 132, 133, 134, 136, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 142, 143, 144, 146, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 151, 153, 154, 163, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177
Arabika · 87, 102, 124, 126, 127, 128, 132, 133, 136, 142, 147, 149, 150, 174, 177
citarasa · 42, 156, 163, 165, 172, 173, 174, 177
kafein · 163, 167, 170, 171, 173, 174, 175
mutu fisik · 163, 166, 167
mutu kimia · 163, 166, 167
Robusta · 99, 101, 102, 103, 106, 107, 108, 109, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 132, 133, 134, 136, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 142, 143, 144, 146, 148, 149, 145, 147, 148, 149, 150,

152, 153, 154, 155, 151, 153, 154, 163, 165, 166, 167, 169, 172, 174, 176, 177

L

Lampung · 1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 18, 19, 16, 35, 37, 38, 33, 35, 37, 41, 43, 44, 62, 101, 108, 125, 135, 147, 149, 153, 154
linkage group · 18, 22
lokus · 18, 20, 21, 22, 23, 133, 139, 140

M

marka molekuler · 13, 15, 26, 136
metabolit sekunder · 57, 59, 60, 61, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 173
metaxenia · 43, 44, 45, 47, 51
molekul bioaktif · 57
mortalitas · 89, 93, 95, 104
multivariate · 70, 89

N

Neighbour Joining · 23, 24
nilai tambah · 151, 153, 155

P

patogen · 59, 61, 62, 65, 68, 119
pemasaran · 145, 148, 149, 153, 154, 155, 151, 153, 154, 153, 155
penyakit · 25, 26, 27, 23, 25, 27, 28, 31, 37, 38, 36, 37, 42, 53, 54, 55, 57, 59, 60, 61, 60, 61, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 78, 124, 147
vascular streak dieback · 57, 58, 59, 68
penyerbukan buatan · 43
persilangan · 13, 14, 15, 16, 18, 21, 24, 25, 26, 47, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 59, 123, 133, 142, 144, 146
pestisida · 36, 45, 68, 93, 94, 99, 104
pH · 1, 2, 5, 9, 10, 18, 53, 55, 61, 68, 107, 109, 111, 113, 115, 118, 123, 163, 165, 167, 170, 171, 172, 173, 175
PIC · 13, 14, 20, 21, 79, 80, 83, 84, 85, 133, 135, 137, 139, 140, 142
plasma nutfah · 13, 14, 25, 27, 67, 69, 71
poliakrilamid · 19
polimorfik · 13, 16, 20, 21, 79, 83, 84, 86, 133, 137, 139, 140
potato dextrose agar · 61
primer · 1, 5, 13, 19, 20, 21, 23, 35, 36, 37, 41, 60, 83, 84, 83, 137, 139, 148, 157
pupuk organik · 52, 53, 113

pupuk anorganik · 49, 52, 53, 54, 55

R

R/C-ratio · 145, 149

rancangan percobaan · 52

petak terpisah · 49, 52

rehabilitasi · 35, 38, 33, 37, 39, 41, 43, 133, 147, 150, 152, 153, 161, 165, 166, 161

rentan · 37, 62, 82, 95, 98, 123

resisten · 89, 92, 93, 95, 96, 98, 102, 110

resistensi · 89, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 102, 104

LC · 96

responden · 26, 33, 145, 148, 150, 157, 160

rotasi varimax · 71, 73

S

sambung-samping · 35, 37, 33, 34, 37, 39, 41, 42, 43

Schmidt & Ferguson · 6, 11, 43

spectrum diseminasi multi channel · 23, 32

spesifik lokasi · 25, 32

Sumatera Barat · 23, 24, 25, 26, 27, 30, 32, 33, 34, 37, 57, 61, 60, 79, 83, 101, 149, 153, 157

survei · 1, 5, 23, 26, 27, 28, 35, 145, 148, 153, 157

T

tanah · 1, 5, 8, 9, 13, 14, 16, 18, 19, 26, 47, 43, 49, 51, 52, 53, 54, 53, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 70, 93, 98, 103, 102, 107, 109, 110, 111, 115, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 123, 135

latosol · 49, 50, 52, 57

Ultisols · 9

tata niaga · 145, 151

TBM · 49, 51, 52, 53, 150

Thermo Scientific NanoDrop · 19

Trichoderma spp. · 57, 58, 59, 60, 61, 62, 60, 61, 63, 64, 65, 67

T. amazonicum · 57, 59, 61, 63, 64, 65, 66, 67

T. atroviride · 57, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66

T. hamatum · 57, 59, 61, 63, 64, 65, 66

T. virens · 57, 59, 61, 63, 64, 65, 66, 67

T. viride · 57, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67

U

unggul lokal · 13, 14, 16, 18, 23, 24, 26, 79, 150

UPGMA · 79, 80, 83, 142

usaha tani · 24, 25, 37, 39, 44, 45, 145, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 153, 154

V

variabilitas · 15, 79, 80, 83, 84

varietas unggul · 14, 16, 25, 38, 67, 69, 81, 83, 123

X

xenia · 47, 48, 42, 43, 44, 45, 47, 49, 50, 51

Y

Yogyakarta · 103, 104, 109, 136, 153, 154, 157, 177

INDEKS PENULIS

A

Abdul Muis Hasibuan · 145, 153
Aidha Utami · 89
Ali Nurmansyah · 89
Anis Herliyati Mahsunah · 57
Anna Fariyanti · 31

B

Bariot Hafif · 1
Bedy Sudjarmoko · 145, 153

C

Cici Tresniawati · 41, 79

D

Dadang · 89
Dani · 41, 81, 85, 87, 133, 134, 143
Dewi Listyati · 145, 153
Dewi Mulia Sari · 31
Dewi Sukma · 13
Dibyo Pranowo · 99

E

Edi Wardiana · 41, 55, 67, 105, 170
Elseira Br Tarigan · 163
Enny Randriani · 141, 145

G

Gunawan Djajakirana · 107
Gusti Indriati · 99

I

I Wayan Laba · 89
Iling Sobari · 99
Ilham Nur Ardhi Wicaksono · 79
Indah Sulistyorini · 79
Iswandi Anas · 107

J

Juniaty Towaha · 67, 163

K

Khaerati · 99, 106
Kurnia Dewi Sasmita · 107

M

Marcia Bunga Pabendon · 133
Meynarti Sari Dewi Ibrahim · 121

N

Netti Tinaprilla · 31
Nur Kholilatul Izzah · 79
Nusyirwan Hasan · 23

R

Rifda Roswita · 23
Rita Harni · 57
Rr. Sri Hartati · 121
Rubiyo · 13

S

Saefudin · 49, 53, 56
Sudarsono · 13
Sudirman Yahya · 107
Syafaruddin · 57, 133
Syaiful Anwar · 107

W

Widi Amaria · 57

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

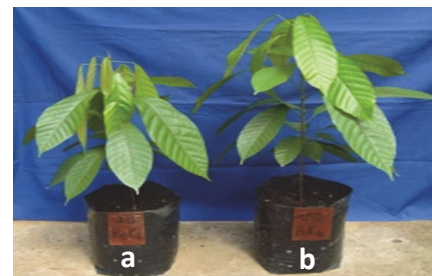
Table 1. Effect of various shading trees on percentage of fruit set of coffee at 9 months old

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

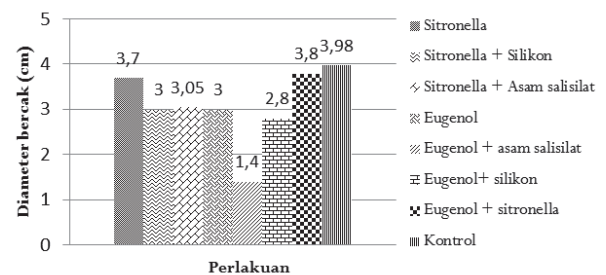
Contoh penampilan gambar/foto:



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

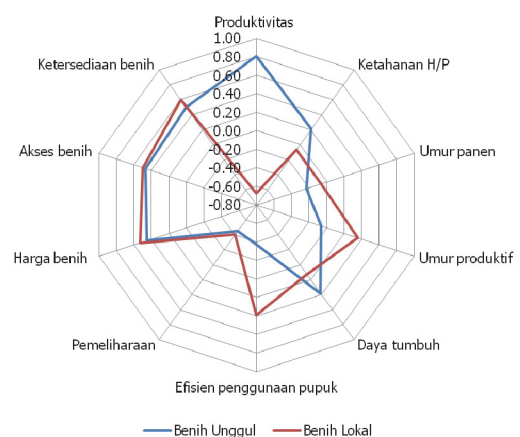
Figure 1. Growth of hybrid cacao seedlings: (a) without treatment and (b) with seed treatment and planting medium

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