

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

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**

Journal of Industrial and Beverage Crops

Volume 5, Nomor 2, Juli 2018

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



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

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

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

Volume 5, Nomor 2, Juli 2018

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

Tanggal 30 Oktober 2015

PENANGGUNG JAWAB

Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

DEWAN EDITOR

Ketua

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

Anggota

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

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

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

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

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

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

EDITOR PELAKSANA

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

Arifa Nofrialdi Chan - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

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

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

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

Alamat Redaksi

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Jl. Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

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

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

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

Sumber Dana

DIPA 2017 Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

PENERBIT

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

MITRA BESTARI

JURNAL TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR

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

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

Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian
Agroekonomi

23. Prof. (R). Dr. Ir. I. Djatnika, MS

Balai Penelitian Tanaman Hias
Fitopatologi

24. Dr. Ir. Nurliani Bermawie

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Pemuliaan Tanaman

PENGANTAR EDITOR

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

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

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

Ketua Dewan Editor

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 5, Nomor 2, Juli 2018

UDC 633.91-153.01: 632.937.1

Widi Amaria, Rita Harni, dan Edi Wardiana

Pengaruh Dosis dan Frekuensi Aplikasi Biofungisida *Trichoderma* terhadap Infeksi *Rigidoporus microporus* pada Benih Karet

J. TIDP 5(2), 49-58

Juli, 2018

Agens hayati *Trichoderma virens* dan *T. amazonicum* sedang dikembangkan dan telah diuji keefektifannya secara *in vitro* dan *in vivo* terhadap *Rigidoporus microporus* penyebab penyakit jamur akar putih (JAP) pada tanaman karet. Peningkatan keefektifan agens hayati tersebut dapat diketahui melalui pengujian dosis dan frekuensi aplikasi. Tujuan penelitian adalah menentukan dosis dan frekuensi aplikasi biofungisida *Trichoderma* spp. yang efektif dalam menekan infeksi *R. microporus* pada benih karet. Penelitian dilaksanakan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi, mulai bulan Juni sampai Desember 2014. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan 14 perlakuan, yaitu kombinasi antara jenis biofungisida (*T. virens* dan *T. amazonicum*), dosis (25, 50, dan 75 g), frekuensi aplikasi (1 dan 2 kali), pembanding positif (biofungisida komersial), dan pembanding negatif (tanpa biofungisida), masing-masing diulang 3 kali. Benih tanaman karet dalam polybag yang digunakan berasal dari biji propelegitim klon GT 1. Perbanyakkan *Trichoderma* spp. menggunakan metode fermentasi pada media cair, sedangkan formulasi biofungisida menggunakan bahan pembawa talk. Pengamatan meliputi populasi *Trichoderma* spp., masa inkubasi, intensitas penyakit, dan penekanan serangan JAP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biofungisida berbahan aktif *T. virens* dan *T. amazonicum* dengan dosis 50 g/tanaman satu kali aplikasi cukup efektif dalam menekan perkembangan infeksi *R. microporus* pada benih karet. Kombinasi antara jenis biofungisida, dosis, dan frekuensi aplikasi, terbukti meningkatkan populasi *Trichoderma* spp. dalam tanah, memperlambat masa inkubasi patogen, menurunkan intensitas penyakit JAP, dan dapat menekan serangan penyakit JAP.

Kata kunci: Biofungisida, dosis, frekuensi aplikasi, jamur akar putih, *Trichoderma*

UDC 631.862:633.73

Iling Sobari, Dibyo Pranowo, dan Edi Wardiana

Pengaruh Pupuk Kandang dengan Penambahan Mikrob Pelarut Fosfat terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kopi Robusta

J. TIDP 5(2), 59-66

Juli, 2018

Pupuk kandang dan pupuk hayati dapat mensubstitusi peran pupuk kimia dalam memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman. Pupuk kandang berperan sebagai sumber energi mikrob tanah, sedangkan pupuk hayati dengan bahan aktif mikrob pelarut fosfat (MPF) dapat meningkatkan ketersediaan fosfat (P) bagi tanaman. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh pupuk kandang ditambah MPF terhadap pertumbuhan dan hasil 5 klon kopi Robusta. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Pakuwon, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi, mulai Januari 2014 sampai Juni 2017, menggunakan rancangan petak terbagi dengan 3 ulangan. Petak utama adalah 5 klon kopi Robusta (BP 308, SA 237, BP 42, BP 358, dan BGN 371), sedangkan anak petak adalah perlakuan pemupukan (pupuk kandang ayam, domba, dan sapi yang semuanya ditambah MPF), serta pupuk NPK sebagai kontrol. Pengamatan dilakukan terhadap komponen pertumbuhan vegetatif, persentase pembungaan tanaman, dan bobot buah segar. Hasil penelitian menunjukkan 5 klon kopi Robusta yang diuji memiliki respons yang sama terhadap aplikasi pupuk kandang ditambah MPF. Pupuk kandang ayam yang ditambah MPF meningkatkan P-tersedia dan pertumbuhan vegetatif tanaman kopi lebih baik daripada pupuk kandang yang lain, dimana pengaruhnya sama dengan pupuk NPK. Sampai umur 4 tahun, aplikasi pupuk kandang ditambah MPF belum berpengaruh terhadap bobot buah segar.

Kata kunci: Kopi Robusta, mikrob pelarut fosfat, pupuk anorganik, pupuk kandang

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 5, Nomor 2, Juli 2018

UDC 632.936:633.73

Rita Harni, Efi Taufik, dan Samsudin

Pengaruh Minyak dan Ekstrak Tanaman terhadap Perkecambahan Uredospora dan Intensitas Serangan *Hemileia vastatrix**J. TIDP* 5(2), 67-76

Juli, 2018

Penyakit karat daun yang disebabkan oleh *Hemileia vastatrix* merupakan penyakit utama pada kopi Arabika. Serangan patogen ini dapat menurunkan produksi 20%–70%. Fungisida nabati memberi peluang yang lebih baik untuk pengendalian penyakit karat daun karena bersifat ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan. Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh minyak dan ekstrak tanaman terhadap perkecambahan uredospora dan intensitas serangan *H. vastatrix*. Kegiatan dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi, mulai Januari sampai Desember 2016. Minyak tanaman yang digunakan adalah minyak cengkeh, serai wangi, kemiri sunan, dan nimba, sedangkan ekstrak tanaman yang digunakan adalah mahoni, babadotan, dan asap cair. Minyak dan ekstrak tanaman diuji terhadap perkecambahan uredospora *H. vastatrix* secara *in vitro* dan pada benih kopi di rumah kaca. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 9 perlakuan dan 5 ulangan. Benih kopi berumur 6 bulan diperlakukan dengan minyak dan ekstrak tanaman dengan konsentrasi 0,5%. Pada saat bersamaan, tanaman diinokulasi uredospora *H. vastatrix*. Pengamatan dilakukan terhadap gejala serangan, masa inkubasi, serta persentase dan intensitas serangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak tanaman (cengkeh, nimba, serai wangi, dan kemiri sunan) dan ekstrak tanaman (babadotan, mahoni, dan asap cair) dapat menekan perkecambahan uredospora *H. vastatrix*. Minyak nimba dan kemiri sunan serta ekstrak babadotan lebih potensial menekan infeksi *H. vastatrix* pada daun kopi di rumah kaca dengan penurunan intensitas serangan dari 22,2% menjadi 3,6%; 5,2%; dan 7,6% serta dengan daya hambat sebesar 83,8%; 76,6%; dan 65,8%. Minyak nimba dan kemiri sunan serta ekstrak babadotan potensial digunakan untuk mengendalikan karat daun kopi.

Kata kunci: Ekstrak tanaman, *H. vastatrix*, minyak tanaman, penyakit karat daun kopi

UDC 633.72-152.61

Budi Martono dan Syafaruddin

Analisis Keragaman Genetik 21 Genotipe Teh [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] Berdasarkan Penanda RAPD*J. TIDP* 5(2), 77-86

Juli, 2018

Keragaman genetik dalam koleksi plasma nutfah tanaman merupakan salah satu syarat penting dalam upaya merakit varietas unggul baru. Informasi mengenai keragaman genetik dapat diperoleh melalui analisis menggunakan penanda molekuler *random amplified polymorphic* DNA (RAPD). Tujuan penelitian adalah mengetahui keragaman genetik 21 genotipe teh menggunakan penanda RAPD. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Seameo Biotrop, Bogor, mulai bulan Juli sampai September 2013. DNA genom diisolasi dari sampel daun teh, selanjutnya diamplifikasi menggunakan primer OPA 03, OPA 05, OPB 04, OPB 06, OPC 06, dan OPD 08. Hasil elektroforesis diubah ke dalam bentuk data biner. Perhitungan koefisien kesamaan genetik dan analisis kluster menggunakan perangkat lunak NTSYS-pc versi 2.10. Hasil penelitian diperoleh 50 pita polimorfik (94,34%) dan 3 pita monomorfik (5,66%). Analisis kluster berdasarkan jarak genetik Nei menggunakan metode *unweighted pair-group method with arithmetic* (UPGMA) memisahkan 21 genotipe teh ke dalam 2 kluster utama pada nilai kesamaan genetik 0,48. Kelompok 1 terdiri dari 20 genotipe, sedangkan kelompok 2 hanya terdiri dari satu genotipe (Sin 27). Rentang matriks nilai kesamaan genetik adalah 28%–92%. Kesamaan genetik terendah (28%) ditunjukkan pasangan genotipe GMB 4 dan Sin 27, sedangkan yang tertinggi (92%) antara genotipe AS 2 dan AS 1. Informasi yang diperoleh dan didukung dengan karakter agronomis dapat dimanfaatkan dalam program pemuliaan maupun konservasi plasma nutfah teh.

Kata kunci: *Camellia sinensis*, keragaman genetik, penanda RAPD

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 5, Nomor 2, Juli 2018

UDC 631.816.1:633.72

Erdiansyah Rezamela, Yati Rachmiati, dan Tito Trikamulya

Pengaruh Dosis dan Interval Pemupukan Zn-30% terhadap Produksi dan Komponen Hasil Tanaman

J. TIDP 5(2), 87-94

Juli, 2018

Kekurangan unsur seng (Zn) pada tanaman teh [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan produksi pucuk. Penambahan unsur Zn untuk mengatasi dampak kekahatan Zn pada umumnya diberikan melalui daun, berupa pupuk seng sulfat (Zn-22,75%) dalam bentuk garam oksida. Saat ini telah didapatkan pupuk mikro dengan kandungan seng yang lebih tinggi (Zn-30%). Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh dosis dan interval pemberian pupuk mikro Zn-30% melalui daun terhadap produksi dan komponen hasil pucuk tanaman teh. Penelitian dilaksanakan di Kebun Pasirmalang Afdeling Wetan Blok Pakurendeng II, PT Perkebunan Nusantara VIII, Pangalengan, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, dengan ketinggian tempat ± 1.600 m di atas permukaan laut (dpl), mulai bulan November 2016 sampai Juni 2017. Tanaman teh yang diamati adalah klon GMB 7 yang telah produktif. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor dan 4 ulangan. Faktor pertama adalah: (1) pupuk Zn-30% dosis 300 g/ha, (2) pupuk Zn-30% dosis 250 g/ha, (3) pupuk Zn-30% dosis 200 g/ha, dan (4) pupuk ZnSO_4 dosis 2 kg/ha. Faktor kedua adalah interval pemupukan, yaitu: (1) 1 kali dan (2) 2 kali aplikasi setelah pemetikan. Pengamatan dilakukan terhadap produksi pucuk dan komponen hasil teh. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi pupuk mikro Zn-30% sebanyak 300 g/ha dengan interval 1 kali setelah pemetikan menghasilkan pucuk lebih tinggi daripada dosis 250 dan 200 g/ha, tetapi tidak berbeda nyata dengan aplikasi pupuk ZnSO_4 pada interval 2 kali aplikasi. Aplikasi pupuk Zn, baik dalam bentuk garam oksida maupun seng sulfat, dapat meningkatkan persentase pucuk peko dan mengurangi jumlah pucuk burung.

Kata kunci: Dosis, interval aplikasi, komponen hasil, pucuk teh, pupuk Zn

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
 DAN PENYEGAR**
 Journal of Industrial and Beverage Crops
 Volume 5, Nomor 2, July 2018

UDC 633.91-153.01: 632.937.1

Widi Amaria, Rita Harni, and Edi Wardiana

Effect of Dosage and Application Frequencies of Trichoderma Biofungicide on Rigidoporus microporus Infection in Rubber

J. TIDP 5(2), 49-58
 July, 2018

Biological agents *Trichoderma virens* and *T. amazonicum* have been developed and examined for their effectiveness through in vitro and in vivo approaches against *Rigidoporus microporus*, the cause of white root disease (WRD) in rubber. The effectiveness of these bio-agents can be determined by testing the dosage and frequency of *Trichoderma* spp. biofungicide application. The research aimed to investigate the effective dose and application frequency of *Trichoderma* spp. biofungicide on *R. microporus* infection in rubber seedling. The experiment was conducted in laboratory and screen house of Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute (IIBCRI), Sukabumi, from June to December 2014. A randomized block design was used with 14 treatments and 3 replications, i.e biofungicide combination (*T. virens* and *T. amazonicum*), dosage (25, 50, and 75 g), application frequencies (1 and 2 times application), and two controls (positive and negative). Rubber seedlings used were propellgitium seeds of GT1 clone planted in polybags. *Trichoderma* spp. was multiplied using fermentation method in liquid medium, whereas biofungicide was formulated using talc as carrier. Observed variables including *Trichoderma* spp. population number, incubation period, attack intensity, and WRD attack suppression. The results showed that *T. virens* and *T. amazonicum* biofungicides with 50 g/plant dose at one application was the most effective and efficient in suppressing *R. microporus* development on rubber seedlings. The type, dosage, and frequencies of application increased *Trichoderma* spp. population in soil, prolonged the pathogen's incubation period, decreased WRD attack intensity, and suppress the attack of WRD disease.

Keywords: Application frequency, biofungicide, dosage, *Trichoderma*, white root disease

UDC 631.862:633.73

ling Sobari, Dibyo Pranowo, and Edi Wardiana

Effect of Farmyard Manure Added with Phosphate Solubilizing Microbes on Robusta Coffee's Growth and Yield

J. TIDP 5(2), 59-66
 July, 2018

Farmyard manure and biofertilizer is able to substitute chemical fertilizers in improving the plants growth and production. The manure acts as the energy source for soil microbes, while biofertilizer with phosphate solubilizing microbes (PSM) can increase phosphate (P) availability for plants. The research aimed to investigate the effect of farmyard manure added with PSM on growth and yield of 5 Robusta coffee clones, conducted at Pakuwon Experimental Station, Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute (IIBCRI), Sukabumi, from January 2014 to June 2017. A split plot design was used with 3 replications. The main plot factors were 5 Robusta coffee clones (BP 308, SA 237, BP 42, BP 358, and BGN 371), whereas the subplot factors were types of fertilizers (chicken, sheep, and cow manure added with PMS), and NPK fertilizers as control. Variables observed were components of vegetative growth, percentage of flowering plants, and weight of fresh berries. The results showed that 5 Robusta coffee clones used exhibited similar responses to the PMS-added farmyard manure application. Chicken manure added with PMS enhanced P-available and improved vegetative growth of coffee plants better than other farmyard manure, similar with the effect of NPK fertilizers. Up to 4 years old plants, the PM-added farmyard manure application did not affect the weight of fresh berries.

Keywords: Farmyard manure, inorganic fertilizer, phosphate solubilizing microbe, Robusta coffee

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 5, Nomor 2, July 2018

UDC 632.936:633.73

Rita Harni, Efi Taufik, and Samsudin

Effect of Plant Oils and Extracts on Uredospores of *Hemileia vastatrix* Germination and Attack Intensity

J. TIDP 5(2), 67-76

July, 2018

Rust disease caused by fungus *Hemileia vastatrix* is a major disease of Arabica coffee, which reduces yield by 20%–70%. Botanical fungicide is a potential alternative because environmentally friendly and safe to humans health. The research aimed to analyze the effect of oils and extracts of fungicidal plants on uredospore germination and attack intensity of *H. vastatrix*. The research was conducted in laboratory and greenhouse of Indonesian Industrial and Beverages Crops Research Institute (IIBCRI), Sukabumi, from January to December 2016. The plant oils were of cloves, citronella, *Reutealis trisperma*, and neem, while the plant extracts used were mahogany, *Ageratum conyzoides*, and wood vinegar. Those oils and extracts were assessed on uredospores germination of *H. vastatrix*, both in vitro and on coffee seedlings in the greenhouse. A complete randomized block design was used with 9 treatments and 5 replications. The oils and extracts at 5% concentration were applied on coffee leaves of 6 months old plants then inoculated with *H. vastatrix* uredospores simultaneously. Attack symptoms, incubation period, attack percentage and intensity were observed. The results showed that plant oils and extracts used in present study effectively reduced the uredospores germination of *H. vastatrix*. However, oils of neem and *R. trisperma* as well as *A. conyzoides* extract are more potential to suppress *H. vastatrix* infection in coffee leaves in greenhouse and reduced attack intensity from 22.2% to 3.6%; 5.2%; and 7.6% with inhibitory level at 83.8%; 76.6%; and 65.8%, respectively. Therefore, they are considered as potential biocontrols for rust disease.

Keywords: *H. vastatrix*, plant extract, plant oil, rust leaf disease

UDC 633.72-152.61

Budi Martono and Syafaruddin

Genetic Variability of 21 Tea Genotypes [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] Based on RAPD Markers

J. TIDP 5(2), 77-86

July, 2018

Knowing the genetic diversity in the tea germplasms collection is one of important conditions for assembling new superior varieties. Information of genetic diversity can be obtained through analysis using RAPD molecular markers. The study aimed to determine the genetic diversity of 21 tea genotypes based on RAPD markers. The research was conducted in Integrated Laboratory, Seameo Biotrop, Bogor, from July to September 2013. Genomic DNA was isolated from 21 tea genotypes leaf samples, then amplified with primer OPA 03, OPA 05, OPB 04, OPB 06, OPC 06, and OPD 08. Electrophoresis result was converted into binary data. The genetic similarity and cluster analysis calculation was done using NTSYS-pc version 2.10. In this research, 50 polymorphic bands (94,34%) and 3 monomorphic band (5,66%) were obtained. Cluster analysis based on Nei's genetic distance using the unweighted pair-group method with arithmetic (UPGMA) divided 21 tea genotypes into two groups at a genetic similarity value of 0,48. Group 1 consisted of 20 tea genotypes, while the second group comprised only a one genotype (Sin 27). The range of genetic similarity matrix was between 28%–92%, the lowest genetic similarity (28%) was found between GMB 4 and Sin 27 genotypes, while the highest (92%) was found between AS 2 and AS 1 genotypes. The information obtained can be utilized in breeding programs with the support of agronomic characters as well as in the conservation of tea germplasm.

Keywords: *Camellia sinensis*, genetic variability, RAPD marker

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 5, Nomor 2, July 2018

UDC 631.816.1:633.72

Erdiansyah Rezamela, Yati Rachmiati, and Tito Trikamulya

Effect of Dosage and Interval of Zn-30% Fertilization on Production and Yield Components of Tea

J. TIDP 5(2), 87-94

July, 2018

Zinc deficiency (Zn) in tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] may inhibit growth and decreases shoots production. To overcome the deficiency, zinc is generally given in the form of zinc sulphate fertilizer (Zn 22.75%) through foliar application. Today there is a micro-fertilizer with a higher zinc concentration (Zn-30%). The research aimed to determine the effect of dosage and application interval of Zn-30% micro fertilizer on production and yield component of tea shoot. The experiment was conducted in Pasirmalang Estate, Afdeling Wetan Block Pakurendeng II, PT Perkebunan Nusantara VIII Pangalengan Bandung, West Java, altitude $\pm 1,600$ m asl, from November 2016 to June 2017. The tea clone used was productive GMB 7. Experiments were designed by randomized block design with 2 factors and 4 replications. The first factor is Zn-30% that consisted of 4 levels i.e. Zn-30% with a dose of 300, 250, and 200 g/ha respectively, and ZnSO_4 with a dose of 2 kg as control. The second factor is interval of application that consisted of 2 levels, once and twice applications after plucking. Variables observed were production and yield components of tea shoot. The results showed that application of Zn-30% with a dose of 300 g/ha in one time interval of application after plucking effectively increased shoot production compared to other doses, but not significantly different with ZnSO_4 in two time interval of application. Application of Zn, either in the form of oxide salt or zinc sulphate, increased the percentage of pecco shoots and reduces number of banji shoots.

Keywords: Application interval, dosage, tea shoot, yield components, Zn fertilizer

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

Volume 5, Nomor 2, Juli 2018

Pengaruh Dosis dan Frekuensi Aplikasi Biofungisida <i>Trichoderma</i> terhadap Infeksi <i>Rigidoporus microporus</i> pada Benih Karet (Widi Amaria, Rita Harni, Edi Wardiana)	49-58
Pengaruh Pupuk Kandang dengan Penambahan Mikrob Pelarut Fosfat terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kopi Robusta (Iing Sobari, Dibyo Pranowo, Edi Wardiana)	59-66
Pengaruh Minyak dan Ekstrak Tanaman terhadap Perkecambahan Uredospora dan Intensitas Serangan <i>Hemileia vastatrix</i> (Rita Harni, Efi Taufik, Samsudin)	67-76
Analisis Keragaman Genetik 21 Genotipe Teh [<i>Camellia sinensis</i> (L.) O. Kuntze] Berdasarkan Penanda RAPD (Budi Martono, Syafaruddin)	77-86
Pengaruh Dosis dan Interval Pemupukan Zn-30% terhadap Produksi dan Komponen Hasil Tanaman (Erdiansyah Rezamela, Yati Rachmiati, Tito Trikamulyana)	87-94

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

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
 DAN PENYEGAR**
 Journal of Industrial and Beverage Crops
 Volume 5, Nomor 2, Juli 2018

**PENGARUH DOSIS DAN FREKUENSI APLIKASI BIOFUNGISIDA *Trichoderma*
 TERHADAP INFEKSI *Rigidoporus microporus* PADA BENIH KARET**

***EFFECT OF DOSAGE AND APPLICATION FREQUENCIES OF Trichoderma BIOFUNGICIDE ON
 Rigidoporus microporus INFECTION IN RUBBER***

* Widi Amaria, Rita Harni, dan Edi Wardiana

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

(Tanggal diterima: 21 Maret 2018, direvisi: 11 April 2018, disetujui terbit: 31 Juli 2018)

ABSTRAK

Agens hayati *Trichoderma virens* dan *T. amazonicum* sedang dikembangkan dan telah diuji keefektifannya secara *in vitro* dan *in vivo* terhadap *Rigidoporus microporus* penyebab penyakit jamur akar putih (JAP) pada tanaman karet. Peningkatan keefektifan agens hayati tersebut dapat diketahui melalui pengujian dosis dan frekuensi aplikasi. Tujuan penelitian adalah menentukan dosis dan frekuensi aplikasi biofungisida *Trichoderma* spp. yang efektif dalam menekan infeksi *R. microporus* pada benih karet. Penelitian dilaksanakan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi, mulai bulan Juni sampai Desember 2014. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan 14 perlakuan, yaitu kombinasi antara jenis biofungisida (*T. virens* dan *T. amazonicum*), dosis (25, 50, dan 75 g), frekuensi aplikasi (1 dan 2 kali), pembandingan positif (biofungisida komersial), dan pembandingan negatif (tanpa biofungisida), masing-masing diulang 3 kali. Benih tanaman karet dalam polybag yang digunakan berasal dari biji propelegitim klon GT 1. Perbanyakkan *Trichoderma* spp. menggunakan metode fermentasi pada media cair, sedangkan formulasi biofungisida menggunakan bahan pembawa talk. Pengamatan meliputi populasi *Trichoderma* spp., masa inkubasi, intensitas penyakit, dan penekanan serangan JAP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biofungisida berbahan aktif *T. virens* dan *T. amazonicum* dengan dosis 50 g/tanaman satu kali aplikasi cukup efektif dalam menekan perkembangan infeksi *R. microporus* pada benih karet. Kombinasi antara jenis biofungisida, dosis, dan frekuensi aplikasi, terbukti meningkatkan populasi *Trichoderma* spp. dalam tanah, memperlambat masa inkubasi patogen, menurunkan intensitas penyakit JAP, dan dapat menekan serangan penyakit JAP.

Kata kunci: Biofungisida, dosis, frekuensi aplikasi, jamur akar putih, *Trichoderma*

ABSTRACT

Biological agents *Trichoderma virens* and *T. amazonicum* have been developed and examined for their effectiveness through *in vitro* and *in vivo* approaches against *Rigidoporus microporus*, the cause of white root disease (WRD) in rubber. The effectiveness of these bio-agents can be determined by testing the dosage and frequency of *Trichoderma* spp. biofungicide application. The research aimed to investigate the effective dose and application frequency of *Trichoderma* spp. biofungicide on *R. microporus* infection in rubber seedling. The experiment was conducted in laboratory and screen house of Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute (IIBCRI), Sukabumi, from June to December 2014. A randomized block design was used with 14 treatments and 3 replications, i.e biofungicide combination (*T. virens* and *T. amazonicum*), dosage (25, 50, and 75 g), application frequencies (1 and 2 times application), and two controls (positive and negative). Rubber seedlings used were propelegitiem seeds of GT1 clone planted in polybags. *Trichoderma* spp. was multiplied using fermentation method in liquid medium, whereas biofungicide was formulated using talc as carrier. Observed variables including *Trichoderma* spp. population number, incubation period, attack intensity, and WRD attack suppression. The results showed that *T. virens* and *T. amazonicum* biofungicides with 50 g/plant dose at one application was the most effective and efficient in suppressing *R. microporus* development on rubber seedlings. The type, dosage, and frequencies of

application increased *Trichoderma* spp. population in soil, prolonged the pathogen's incubation period, decreased WRD attack intensity, and suppress the attack of WRD disease.

Keywords: Application frequency, biofungicide, dosage, *Trichoderma*, white root disease

PENDAHULUAN

Rigidoporus microporus merupakan patogen penyebab penyakit jamur akar putih (JAP) pada tanaman karet. Patogen ini menginfeksi perakaran tanaman melalui mekanisme penetrasi, kolonisasi, dan degradasi (Omorusi *et al.*, 2014). *R. microporus* dapat menginfeksi tanaman karet sejak di tingkat pembenihan sampai tanaman di lapangan. Penularan di lapangan umumnya terjadi melalui kontak antara akar tanaman sakit dengan yang sehat. Infeksi patogen pada benih karet mengakibatkan akar menghitam, membusuk, kemudian mati. Apabila akar tunggang telah mati dan akar-akar cabang terlepas maka benih karet akan mengering dan mati (Amaria & Wardiana, 2014).

Perkembangan infeksi *R. microporus* pada benih karet dapat ditekan dengan penggunaan jamur antagonis *Trichoderma*. Dua isolat *Trichoderma*, yaitu *T. virens* dan *T. amazonicum*, yang berasal dari daerah Lampung telah diuji keefektifannya secara *in vitro* dan *in vivo*, masing-masing dapat menghambat perkembangan koloni *R. microporus* sebesar 84,6% dan 86% (Amaria, Taufiq, & Harni, 2013). Pada tingkat pembenihan, aplikasi kedua isolat tersebut, sebelum maupun setelah infeksi patogen, secara nyata dapat menekan tingkat serangan JAP lebih baik dibandingkan dengan *T. hamatum* dan *T. atroviride* (Amaria & Wardiana, 2014). Pengujian biofungisida berbahan aktif kedua jenis *Trichoderma* tersebut dengan bahan pembawa talk menunjukkan kemampuan penekanan terhadap penyakit JAP pada benih karet relatif lebih baik dibandingkan dengan bahan pembawa molase dan kompos (Amaria, Soesanthi, & Ferry, 2016). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa aplikasi biofungisida *T. virens* (Tv1) dengan bahan pembawa talk yang diaplikasikan melalui perlakuan benih (*seed treatment*) tomat secara nyata dapat mengurangi kejadian penyakit layu fusarium sebesar 54,66% (Christopher, Raj, Rani, & Udhayakumar, 2010) dan pada tanaman tomat efektif menekan kejadian penyakit layu fusarium sebesar 15,33%–25,50% (Sundaramoorthy & Balabaskar, 2013). Aplikasi biofungisida *T. viride*, *T. harzianum*, *Paecilomyces lilacinus*, dan *Bacillus subtilis* yang dikombinasikan dengan pupuk hayati dapat menurunkan intensitas penyakit JAP sebesar 5,56% (Kusdiana, Munir, & Suryaningtyas, 2015). Pengendalian JAP pada tanaman karet dewasa menggunakan biofungisida endohevea (*T. koningii*, *T. viride*, dan *T. harzianum*) dengan dosis 1 tablet per 5 tanaman yang diulang setiap 3 bulan, terbukti lebih

efektif dan efisien dalam menekan serangan JAP dengan tingkat persentase kesembuhan penyakit mencapai 78,94% (Fairuzah, Dalimunthe, Karyudi, Suryaman, & Widhayati, 2014).

Penelitian keefektifan *Trichoderma* spp. dalam bentuk suspensi (Amaria & Wardiana, 2014) maupun yang sudah dalam bentuk biofungisida (Amaria *et al.*, 2016) terhadap penyakit JAP baru terbatas pada satu dosis tertentu dengan satu kali aplikasi. Masih terbuka peluang untuk meningkatkan keefektifan biofungisida *Trichoderma* spp. terhadap penyakit JAP melalui penentuan dosis dan frekuensi aplikasi yang optimal. Penelitian bertujuan menentukan dosis dan frekuensi aplikasi biofungisida *Trichoderma* spp. yang efektif dalam menekan infeksi *R. microporus* pada benih karet.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi, mulai Juni sampai Desember 2014. Isolat *Trichoderma* yang digunakan adalah *T. virens* dan *T. amazonicum*, merupakan koleksi Balittri yang telah diuji keefektifannya secara *in vitro* dan *in vivo* terhadap patogen *R. microporus* pada tanaman karet (Amaria *et al.*, 2013; Amaria & Wardiana, 2014; Amaria, Harni, & Samsudin, 2015; Amaria *et al.*, 2016). Isolat patogen yang digunakan adalah *R. microporus* yang berasal dari Balai Penelitian Sembawa, Pusat Penelitian Karet, Palembang.

Perbanyakan Patogen

Perbanyakan patogen *R. microporus* dilakukan dengan menggunakan media kayu karet (Suwandi, 2008). Pada tahap awal dipersiapkan biakan murni isolat *R. microporus* pada media *potato dextrose agar* (PDA) di dalam cawan petri. Tahap selanjutnya dibuat media perbanyakan patogen, yaitu beberapa potongan kayu karet berukuran 12 cm x 1 cm x 1 cm yang ditambah dengan media *malt extract agar* (MEA) pada kantong plastik tahan panas berukuran 20 x 40 cm (kapasitas 1 kg) dan disterilisasi. Media perbanyakan selanjutnya diinokulasi dengan isolat *R. microporus* dari biakan murni secukupnya dan diinkubasi pada suhu ruang.

Perbanyakan Agens Hayati *Trichoderma* spp.

Isolat *T. virens* dan *T. amazonicum* merupakan koleksi kultur Balittri. Biakan murni isolat antagonis *T.*

virens dan *T. amazonicum* yang berumur 5 hari pada media PDA dibiakkan dalam media cair *potato dextrose broth* (PDB). Media PDB sebanyak 800 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer 1.000 ml dan disterilisasi dengan autoklaf (120°C; 20 menit). Perbanyak 2 isolat *Trichoderma* spp. pada media cair dilakukan dengan metode fermentasi, menggunakan rangkaian fermentor sederhana yang terdiri atas: (1) aerator, (2) *glasswool*, (3) KMNO_4 , (4) media cair PDB, dan (5) akuades. Biakan diinkubasi selama 10 hari pada suhu ruang, selanjutnya dihitung jumlah konidia sampai 10^8 konidia/ml dengan *haemocytometer* dan *compound microscope*.

Formulasi Biofungisida *Trichoderma* spp.

Formulasi *T. virens* dan *T. amazonicum* mengikuti metode Sriram, Roopa, & Savitha (2011) dan Amaria *et al.* (2016). Formula dibuat dalam bentuk tepung dengan cara mencampur 500 ml biakan *T. virens* atau *T. amazonicum* dengan 1 kg talk steril dan 50 g *carboxymethyl cellulose* (CMC), diaduk merata, kemudian dikeringanginkan sampai kadar air mencapai 5%, dan diayak menggunakan ayakan tepung berukuran 80 mesh. Kedua formula tepung *Trichoderma* spp. tersebut selanjutnya dikemas dalam plastik bening dan ditutup dengan *sealer*.

Pengujian Biofungisida

Benih tanaman karet yang digunakan berasal dari biji propelegitim klon GT 1 yang rentan terhadap *R. microporus*. Benih karet ditanam dalam kantong plastik hitam (polybag) berisi media tumbuh 3 kg (tanah dan bahan organik dengan perbandingan 3:1). Sebelum digunakan, media tumbuh disterilkan menggunakan autoklaf (120°C; 20 menit). Benih karet dipelihara di rumah kaca sampai berumur 60 hari.

Benih karet yang sudah berumur 60 hari diinokulasi dengan kultur *R. microporus* mengikuti metode yang telah dilakukan Suwandi (2008), yaitu dengan cara meletakkan dua potongan kayu yang telah ditumbuhi miselium *R. microporus* ke dalam lubang yang berjarak 3 cm dari pangkal batang karet. Dua minggu setelah inokulasi *R. microporus*, dilakukan aplikasi biofungisida *Trichoderma* spp. dengan cara menaburkan biofungisida di sekeliling pangkal batang benih karet pada jarak 3 cm dan kedalamannya 3 cm.

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 14 perlakuan dan 3 ulangan. Setiap petak percobaan terdiri atas 10 benih karet. Ke-14 perlakuan tersebut terdiri dari kombinasi 2 biofungisida isolat *Trichoderma* spp. (*T. virens* dan *T. amazonicum*), 3 dosis aplikasi (25, 50, dan 75 g/tanaman), 2 frekuensi aplikasi (1 dan 2 kali), dan pembandingan, yaitu pembandingan positif (biofungisida

komersial yang mengandung *T. koningii* pada dosis 75 g/tanaman dengan 1 kali aplikasi) dan pembandingan negatif (benih yang tidak diinokulasi *Trichoderma* spp.).

Pengamatan dan Analisis Data

Peubah yang diamati meliputi:

- Jumlah populasi *Trichoderma* spp. dalam tanah, diamati setiap 30 hari (setiap bulan) mulai dari 1 sampai 4 bulan setelah aplikasi (BSA) dengan cara mengambil sampel tanah untuk setiap unit percobaan, kemudian diisolasi di laboratorium menggunakan metode *serial dilution plate* (Bendavid & Davidson, 2014; Thomas, Sekhar, Upreti, Mujawar, & Pasha, 2015) pada media selektif *Trichoderma*. Sampel tanah sebanyak 10 g diencerkan dengan 90 ml akuades pada erlenmeyer 250 ml, kemudian dicampur hingga homogen. Selanjutnya, diambil 1 ml suspensi dan dicampur dengan 9 ml akuades pada tabung reaksi (pengenceran 10^{-1}), demikian seterusnya sampai pengenceran mencapai 10^{-3} . Setiap suspensi pada seri pengenceran diambil 1 ml dan dicampur merata pada media selektif *Trichoderma*, diinkubasi selama 5 hari pada suhu kamar dan dihitung jumlah koloninya (*colony forming unit/cfu*). Populasi *Trichoderma* spp. dihitung dengan cara seperti yang telah dilakukan oleh Wirawan, Djauhari, & Sulistyowati (2014) sebagai berikut:

$$Pb = Jk \times 1/Fp ; Fp = p \times Vs$$

Keterangan:

Pb = populasi jamur (cfu/ml)
Jk = jumlah koloni
Fp = faktor pengenceran
p = pengenceran
Vs = volume suspensi yang ditumbuhkan (ml) dalam cawan petri

- Masa inkubasi, yaitu waktu yang dibutuhkan dari mulai inokulasi sampai gejala JAP muncul pertama kali.
- Intensitas penyakit JAP, diamati setiap bulan mulai dari 1 sampai 4 BSA dengan menggunakan rumus Boggie & Person (1988) sebagai berikut:

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

Keterangan:

I = intensitas penyakit
n = jumlah tanaman pada skala serangan ke-v
v = nilai skala serangan

Z = nilai skala dari serangan tertinggi
N = jumlah tanaman yang diamati
Nilai skala kategori serangan menurut Fairuzah *et al.* (2014) sebagai berikut:

Skala 0 = akar tanaman bebas dari serangan patogen *R. microporus*

Skala 1 = akar tanaman ditumbuhi miselium *R. microporus* tetapi terbatas pada permukaan kulit

Skala 2 = miselium telah melekat kuat pada kulit dan diperkirakan sudah masuk ke kayu

Skala 3 = bagian kulit dan kayu telah membusuk

Skala 4 = tanaman mati

- d. Penekanan serangan JAP, dihitung pada 4 BSA yang diperoleh dari data intensitas penyakit dibandingkan dengan kontrol negatif (tanpa perlakuan biofungisida).

Data yang diperoleh kemudian dianalisis ragam. Apabila terdapat beda nyata antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji beda rata-rata perlakuan menggunakan uji Tukey pada taraf 5%. Di samping itu, dilakukan juga analisis korelasi antar peubah yang diamati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Populasi *Trichoderma* spp.

Hasil analisis menunjukkan populasi *Trichoderma* spp. dalam tanah pada 1–4 BSA tidak berbeda nyata antara semua perlakuan biofungisida yang diuji dengan pembanding positif (biofungisida

komersial) yang berbahan aktif *T. koningii*. Demikian juga antar perlakuan jenis dan aplikasi biofungisida tidak menunjukkan perbedaan, kecuali biofungisida *T. amazonicum* dengan dosis 75 g dan 2 kali aplikasi, serta kelimpahan populasi $5,20 \times 10^4$ cfu/g tanah lebih tinggi dibandingkan dengan biofungisida yang sama pada dosis 25 g dengan 1 kali aplikasi ($2,73 \times 10^4$ cfu/g tanah) dan 2 kali aplikasi ($2,70 \times 10^4$ cfu/g tanah) pada 4 BSA (Tabel 1).

Semua jenis dan aplikasi biofungisida memperlihatkan laju perkembangan populasi *Trichoderma* spp. yang meningkat mulai dari 1 hingga 4 BSA. Laju perkembangan tersebut bervariasi antar jenis dan frekuensi aplikasi (12,20%–25,60% per bulan) dengan rata-ratanya 17,30% per bulan (Tabel 1). Hal ini mengindikasikan bahwa aplikasi biofungisida yang dilakukan berjalan dengan baik karena kemungkinan juga didukung oleh faktor lingkungan, seperti pH, suhu, aerasi, dan nutrisi yang optimal sehingga populasi *Trichoderma* spp. dalam tanah dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.

Adanya variasi laju perkembangan populasi *Trichoderma* untuk semua perlakuan mengindikasikan sedang berlangsungnya proses kompetisi, antibiosis, maupun parasitisme antara *Trichoderma* dengan patogen penyakit. Laju perkembangan populasi yang positif menandakan bahwa *Trichoderma* telah mampu bersaing dengan patogen penyakit. Hasil penelitian Amaria *et al.* (2015) menunjukkan bahwa mekanisme *T. virens* dan *T. amazonicum* dalam menghambat pertumbuhan *R. microporus* adalah kompetisi, antibiosis, dan parasitisme.

Tabel 1. Populasi *Trichoderma* spp. dalam tanah pada 1–4 bulan setelah aplikasi (BSA)
Table 1. *Trichoderma* spp. population in the soil at 1–4 months after application (MAA)

Jenis isolat	Dosis (g/tanaman)	Frekuensi aplikasi	Populasi <i>Trichoderma</i> spp. ($\times 10^4$ cfu/g tanah)				Laju perkembangan populasi (%/bulan)**
			1 BSA*	2 BSA*	3 BSA*	4 BSA	
<i>T. virens</i>	25	1	1,70	2,23	2,73	2,83 ab	13,00
		2	1,60	2,93	3,07	3,37 ab	18,10
	50	1	2,97	2,97	3,47	3,53 ab	16,30
		2	3,77	4,23	4,43	5,00 ab	13,30
	75	1	2,50	3,03	3,43	4,10 ab	17,30
		2	3,67	3,07	4,77	4,90 ab	18,00
<i>T. amazonicum</i>	25	1	1,40	2,23	2,57	2,73 b	14,40
		2	1,33	1,97	2,27	2,70 b	14,70
	50	1	2,03	2,90	3,13	3,30 ab	13,40
		2	2,80	3,13	4,03	4,97 ab	24,70
	75	1	3,67	4,23	4,40	4,83 ab	12,20
		2	3,03	3,30	3,97	5,20 a	23,90
Pembanding positif (biofungisida komersil)	75	1	2,30	3,17	3,93	4,60 ab	25,60
Pembanding negatif (tanpa <i>Trichoderma</i> spp.)	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji Tukey taraf 5%; BSA = bulan setelah aplikasi; *tidak nyata; **diestimasi dengan regresi linier ($p < 0,05$)

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Tukey test at 5% level; MAA = months after application; *not significant; **estimated by linear regression ($p < 0,05$)

Perkembangan populasi *Trichoderma* di dalam tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor biotik dan abiotik yang saling berinteraksi secara kompleks. Beberapa faktor yang dimaksud di antaranya adalah kondisi vegetasi, tipe penggunaan lahan, serta kondisi fisik dan kimia tanah yang meliputi pH, suhu, aerasi, dan nutrisi (Okoth, Okoth, & Muya, 2009; Ali, Yasser, Mousa, & Khalek, 2012; Berlian, Setyawan, & Hadi, 2013; Gupta & Sharma, 2013; Muniappan & Muthukumar, 2014; Reetha, Bhuvaneswari, Selvakumar, Thamizhiniyan, & Pathmavathi, 2014; Singh *et al.*, 2014; Maina, Wachira, Okoth, Kimenju, & Otipa, 2015; Zehra, Dubey, Meena, & Upadhyay, 2017). *Trichoderma* membutuhkan nutrisi berupa unsur C dan N sebagai sumber energi untuk meningkatkan jumlah dan viabilitas konidia (Khattabi, Ezzahiri, Louali, & Oihabi, 2004; Ali *et al.*, 2012; Rajput, Khanzada, & Shahzad, 2014), serta unsur P yang dapat meningkatkan persentase kolonisasi *Trichoderma* (Promwee, Issarakraisila, Intana, Chamswarn, & Yenjit, 2014). Perkembangan populasi *Trichoderma* dalam tanah setelah

aplikasi sangat penting untuk mendukung kemampuannya dalam menekan serangan penyakit. Jamur antagonis yang mempunyai persistensi tinggi dan mampu beradaptasi dengan baik akan lebih berpotensi menghambat perkembangan jamur patogen sehingga dapat menekan serangan penyakit.

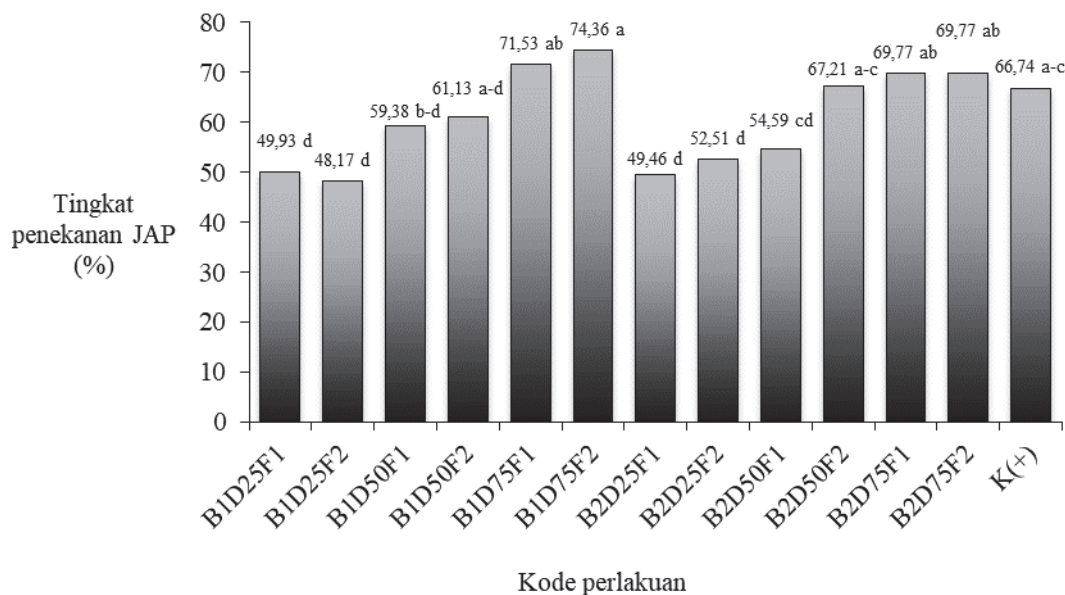
Pengaruh Biofungisida *Trichoderma* spp. terhadap Perkembangan Penyakit Jamur Akar Putih (JAP)

Masa inkubasi patogen tidak berbeda nyata antar perlakuan jenis dan aplikasi biofungisida maupun dengan pembanding positif (biofungisida komersial). Sementara itu, beberapa perlakuan, yaitu biofungisida *T. virens* (dosis 50 g dengan 2 kali aplikasi serta dosis 75 g dengan 1 dan 2 kali aplikasi) dan biofungisida *T. amazonicum* (dosis 75 g dengan 1 dan 2 kali aplikasi), menyebabkan masa inkubasi patogen nyata lebih lama dibandingkan dengan pembanding negatif (tanpa biofungisida) (Tabel 2).

Tabel 2. Masa inkubasi patogen dan intensitas penyakit jamur akar putih (JAP) pada 1–4 bulan setelah aplikasi (BSA)
Table 2. Incubation periods of pathogen and attack intensity of white root disease (WRD) at 1–4 months after application (MAA)

Jenis isolat	Dosis (g/tanaman)	Frekuensi aplikasi	Masa inkubasi patogen (hari)	Intensitas penyakit JAP (%)				Laju intensitas penyakit (%/bulan)**
				1 BSA*	2 BSA	3 BSA	4 BSA	
<i>T. virens</i>	25	1	63,80 bc	4,49	16,02 b	19,87 bc	22,44 bc	19,20
		2	65,08 abc	3,85	12,18 b	19,23 bcd	23,08 b	21,60
	50	1	63,95 bc	5,13	12,82 b	17,95 bcde	17,95 bcdef	14,50
		2	86,31 ab	5,13	12,82 b	15,38 bcde	17,31 bcdef	13,00
	75	1	81,59 ab	5,13	10,47 b	11,54 ef	12,82 ef	8,05
		2	89,18 ab	5,13	10,26 b	11,11 f	11,33 f	6,48
<i>T. amazonicum</i>	25	1	60,51 bc	7,69	16,03 b	21,15 b	22,44 bc	16,50
		2	65,46 abc	4,49	12,18 b	20,51 b	21,15 bcd	19,40
	50	1	71,08 abc	8,33	14,10 b	19,87 bc	19,87 bcde	13,50
		2	71,03 abc	7,69	10,90 b	13,46 cdef	14,74 cdef	7,90
	75	1	82,28 ab	7,69	11,54 b	12,82 def	13,46 def	6,19
		2	97,92 a	8,97	10,90 b	12,18 ef	13,46 def	4,91
Pembanding positif (biofungisida komersil)	75	1	65,90 abc	7,05	12,18 b	12,82 def	14,74 cdef	7,90
Pembanding negatif (tanpa <i>Trichoderma</i> spp.)	-	-	48,00 c	10,90	26,93 a	35,90 a	45,51 a	37,60

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji Tukey taraf 5%; BSA = bulan setelah aplikasi; *tidak nyata; **diestimasi dengan regresi linier ($p < 0,05$)
Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Tukey test at 5% level; MAA = months after application *not significant; **estimated by linear regression ($p < 0,05$)



Gambar 1. Tingkat penekanan penyakit jamur akar putih (JAP) pada 4 bulan setelah aplikasi (4 BSA). B = isolat *Trichoderma* spp. (B1 = *T. virens*; B2 = *T. amazonicum*), D = dosis per tanaman (D25 = 25 g; D50 = 50 g; D75 = 75 g), F = frekuensi aplikasi (F1 = satu kali; F2 = dua kali), K(+) = pembanding positif (biofungisida komersial dosis 75 g/tanaman, 1 kali aplikasi).

Figure 1. The suppression level of white root disease (WRD) at 4 months after application (MAA). B = *Trichoderma* spp. isolates (B1 = *T. virens*; B2 = *T. amazonicum*), D = dosages per plant (D25 = 25 g; D50 = 50 g; D75 = 75 g), F = application frequency (F1 = one time; F2 = two times), K(+) = positive control (a commercial biofungicide at a dose of 75 g/plant, one time application).

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa semua jenis dan aplikasi biofungisida yang diuji menghasilkan intensitas penyakit JAP yang nyata lebih rendah dibandingkan dengan pembanding negatif (tanpa biofungisida) pada 1–4 BSA. Akan tetapi, hanya biofungisida *T. virens* dosis 25 g dengan 1 kali aplikasi, biofungisida *T. amazonicum* dosis 25 g dengan 1 dan 2 kali aplikasi, dan biofungisida *T. amazonicum* dosis 50 g dengan 1 kali aplikasi pada 3 BSA yang nyata lebih rendah dibandingkan dengan pembanding positif (biofungisida komersial).

Seluruh perlakuan yang diuji, baik perlakuan aplikasi biofungisida maupun tanpa biofungisida (pembanding negatif), memperlihatkan adanya perkembangan intensitas penyakit JAP mulai dari 1 hingga 4 BSA, dengan laju perkembangan sangat bervariasi (4,91%–37,6% per bulan) dengan rata-rata 14,10% per bulan (Tabel 2). Laju intensitas penyakit yang bervariasi merupakan salah satu indikator yang menunjukkan fluktuasi dampak dari berlangsungnya proses kompetisi, antibiosis, maupun parasitisme antara *T. virens* dan *T. amazonicum* dengan *R. microporus* seperti yang telah dilaporkan oleh Amaria *et al.* (2015).

Semua perlakuan jenis dan frekuensi aplikasi biofungisida yang diuji dapat menekan serangan penyakit JAP sebesar 48,17%–69,77% pada 4 BSA, sedangkan biofungisida komersial mampu menekan

penyakit sebesar 66,76%. Tingkat penekanan penyakit untuk kedua biofungisida yang diuji (*T. virens* dan *T. amazonicum*) pada dosis 25 g/tanaman dengan 2 kali aplikasi ternyata lebih rendah (masing-masing 48,17% dan 52,51%) dibandingkan dengan biofungisida komersial pada dosis 75 g/tanaman dengan 1 kali aplikasi (Gambar 1).

Berdasarkan data perkembangan masa inkubasi patogen serta intensitas dan tingkat penekanan penyakit (Tabel 2 dan Gambar 1), perlakuan biofungisida *T. virens* dan *T. amazonicum* dengan dosis 50 g atau 75 g/tanaman, baik yang diaplikasikan 1 maupun 2 kali, tidak berbeda nyata dengan kontrol positif (biofungisida komersial), tetapi nyata lebih baik dibandingkan kontrol negatif (tanpa perlakuan biofungisida). Pada dosis 25 g/tanaman terjadi inkonsistensi untuk parameter intensitas penyakit jika dibandingkan dengan biofungisida komersil terutama pada 3 dan 4 BSA, meskipun dilihat dari tingkat penekanannya pada 4 BSA nyata lebih rendah. Oleh karena itu, untuk meningkatkan keefektifan dan efisiensi pengendalian penyakit JAP pada tanaman karet di tingkat pembenihan dapat direkomendasikan penggunaan salah satu atau kedua biofungisida tersebut (*T. virens* atau *T. amazonicum*) pada dosis 50 g/tanaman dengan 1 kali aplikasi. Dosis aplikasi tersebut memiliki tingkat keefektifan yang sama dengan dosis 75 g/tanaman,

tetapi ditinjau dari jumlah biofungisida yang digunakan lebih sedikit (efisien). Penggunaan dosis aplikasi tersebut dapat meningkatkan populasi *Trichoderma* spp. dalam tanah sebesar 13,40%–16,30%/bulan (Tabel 1), memperlambat masa inkubasi patogen dari 48 hari menjadi 63,95–71,08 hari (Tabel 1), menurunkan laju intensitas serangan penyakit JAP dari 37,60%/bulan menjadi 13,50%–14,50%/bulan (Tabel 2), dan menekan serangan penyakit JAP sebesar 54,59%–59,38% (Gambar 1).

Populasi dan viabilitas *Trichoderma* akan meningkat bila faktor lingkungan tumbuh dalam kondisi optimal. Di samping itu, mekanisme antagonis *Trichoderma* seperti kompetisi, antibiosis, dan parasitisme terhadap patogen juga akan meningkat (Gupta *et al.*, 2014). Selama berlangsungnya proses-proses tersebut, *Trichoderma* dapat menghasilkan metabolit sekunder berupa antibiotik atau senyawa dan enzim tertentu yang dapat menyebabkan patogen tidak dapat berkembang dengan baik.

Beberapa metabolit sekunder dan antibiotik yang dihasilkan oleh *Trichoderma* di antaranya adalah *harzianic acid*, *alamethicins*, *peptaibols* (*trichor-zianine*), *6-penthyll- α -pyrone*, *viridin*, *gliovirin*, *glio-toxin*, *heptelidic acid* atau *koningic acid*, *isocyano derivatives* (*dermadin acid*), *diketopiperazine-like compounds* (*NRPs*), *polyketides*, *pyriones*, dan *terpenes* (Mukherjee, Horwitz, & Kenerley, 2012; Mukherjee *et al.*, 2012; Hermosa, Cardoza, Rubio, Gutierrez, & Monte, 2014). Dua kelas dari metabolit sekunder jenis *peptaibols*, yaitu *11-residue* dan *14-residue*, telah dihasilkan oleh *T. virens* (Mukherjee *et al.*, 2011). Antibiotik yang dihasilkan oleh *T. viride*, di antaranya adalah *trichodermin*, *dermadin*, *trichoviridin*, *sesquiterpene*, dan *heptalic acid* (Nakkeeran, Krishnamoorthy, Ramamoorthy, & Renukadevi, 2002). Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa mekanisme antagonis *T. harzianum* VSL291 mampu memproduksi *lytic enzymes*, yaitu β -1,3-*glucanases*, *chitinases*, *proteases*, *xylanases* untuk menghambat patogen pada buah kakao (Cuervo-parra, Ramirez-Suero, Sánchez-López, & Ramirez-Lepe, 2011). Metabolit sekunder yang dihasilkan *Trichoderma*, di samping berfungsi sebagai penghambat perkembangan patogen, juga dapat berfungsi dalam menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen dan sebagai *bio-fertilizer* (Vinale *et al.*, 2014).

Hasil penelitian *in vitro* Amaria *et al.* (2015) menunjukkan bahwa *T. virens* dan *T. amazonicum* menghasilkan metabolit sekunder yang mampu menghambat perkembangan koloni *R. microporus*.

Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *T. virens* dan *T. amazonicum* juga telah diaplikasikan pada bibit kakao, dengan penekanan intensitas penyakit VSD masing-masing sebesar 63,2% dan 81,8% (Harni, Amaria, Syafaruddin, & Mahsunah, 2017).

Korelasi antara Populasi *Trichoderma* spp., Masa Inkubasi Patogen, dan Intensitas Penyakit Jamur Akar Putih (JAP)

Tabel 3 memperlihatkan korelasi antara populasi *Trichoderma* spp. dalam tanah, masa inkubasi patogen, dan intensitas penyakit JAP pada 1–4 BSA. Terdapat korelasi positif yang nyata sebesar 0,61–0,92 pada populasi *Trichoderma* spp. dalam tanah antar keempat umur pengamatan. Hal ini mengindikasikan bahwa *T. virens* dan *T. amazonicum* yang diuji telah mampu beradaptasi dengan baik pada kondisi lingkungan penelitian.

Daya adaptasi dan perkembangan *Trichoderma* spp. yang baik dapat menghambat perkembangan infeksi *R. microporus*, baik pada tahap penetrasi, kolonisasi maupun pada tahap degradasi, sehingga dapat berdampak pada lamanya masa inkubasi patogen. Hal ini ditunjukkan oleh nilai korelasi positif yang nyata sebesar 0,39–0,46 antara populasi *Trichoderma* dengan masa inkubasi patogen. Peningkatan populasi *Trichoderma* spp. dan lamanya masa inkubasi patogen dapat mengakibatkan turunnya tingkat intensitas penyakit JAP pada benih karet. Hal ini ditunjukkan oleh nilai korelasi negatif nyata sebesar 0,42–0,92 antar ketiga peubah tersebut.

Hasil penelitian pada ekosistem tanaman karet di daerah Lampung menunjukkan bahwa dengan semakin meningkatnya diversitas dan populasi jamur menyebabkan kejadian penyakit JAP semakin menurun (Prasetyo, Aeny, & Suharjo, 2009), dan hasil penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa kolonisasi *Trichoderma* yang semakin meningkat dapat mendukung terhadap pertumbuhan tanaman karet (Promwee *et al.*, 2014). Hasil penelitian lain yang dilakukan pada benih tanaman tembakau menunjukkan bahwa meningkatnya populasi *Trichoderma* dalam tanah berdampak terhadap menurunnya intensitas penyakit yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani* (Gveroska, 2013). Peningkatan populasi *Trichoderma* dalam tanah juga menyebabkan penurunan jumlah patogen pada tanaman stroberi sehingga produksi buahnya jadi meningkat (Santos, Barrau, Blanco, Arroyo, & Porras, 2003).

Tabel 3. Korelasi antara populasi *Trichoderma* spp., masa inkubasi patogen, dan intensitas penyakit jamur akar putih (JAP)
Table 3. Correlations between *Trichoderma* spp. population, incubation periods of pathogen, and attack intensity of white root disease (WRD)

Peubah yang dikorelasikan	Populasi <i>Trichoderma</i> (PT)				Masa inkubasi (MI)	Intensitas penyakit (IP)			
	1 BSA	2 BSA	3 BSA	4 BSA		1 BSA	2 BSA	3 BSA	4 BSA
PT (1 BSA)	-	0,61**	0,68**	0,65**	0,46**	0,01	-0,25	-0,45**	-0,54**
PT (2 BSA)		-	0,65**	0,66**	0,34**	0,21	-0,14	-0,26	-0,29
PT (3 BSA)			-	0,92**	0,39**	0,27	-0,31	-0,50**	-0,55**
PT (4 BSA)				-	0,42**	0,27	-0,42**	-0,62**	-0,65**
MI					-	-0,04	-0,18	-0,42**	-0,44**
IP (1 BSA)						-	0,22	0,05	-0,22
IP (2 BSA)							-	0,61**	0,55**
IP (3 BSA)								-	0,92**
IP (4 BSA)									-

Keterangan: * dan ** masing-masing nyata pada taraf 5 dan 1%; BSA = bulan setelah aplikasi

Notes : * and ** significant at 5 and 1% levels, respectively; MAA = months after application

KESIMPULAN

Biofungisida berbahan aktif *T. virens* dan *T. amazonicum* dengan dosis 50 g/tanaman dalam satu kali aplikasi cukup efektif menekan infeksi *R. microporus* pada benih karet. Biofungisida dengan jenis, dosis, dan frekuensi aplikasi tersebut dapat meningkatkan populasi *Trichoderma* spp. dalam tanah dengan laju peningkatan 13,40%–16,30%/bulan, memperpanjang masa inkubasi patogen dari 48 hari menjadi 63,95–71,08 hari, menurunkan laju intensitas penyakit JAP dari 37,60%/bulan menjadi 13,50%–14,50%/bulan, dan dapat menekan serangan penyakit JAP sebesar 54,59%–59,38%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Sumantri sebagai Teknisi Litkayasa di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian serta pengumpulan data. Penelitian ini didanai oleh DIPA Balittri T.A 2014.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, M. I., Yasser, M. M., Mousa, A. S., & Khalek, M. A. (2012). Optimization of factors affecting proliferation and flourishment of *Trichoderma harzianum* in Egyptian soil. *Journal of Basic & Applied Mycology*, 3, 41–48.

Amaria, W., Harni, R., & Samsudin. (2015). Evaluasi jamur antagonis dalam menghambat pertumbuhan *Rigidoporus microporus* penyebab penyakit jamur akar putih pada tanaman karet. *J. TIDP*, 2(1), 51–60. <https://doi.org/10.21082/jtidp.v2n1.2015.p51-60>

Amaria, W., Soesanthi, F., & Ferry, Y. (2016). Keefektifan biofungisida *Trichoderma* spp. dengan tiga jenis bahan pembawa terhadap jamur akar putih *Rigidoporus microporus*. *J. TIDP*, 3(3), 37–44. <http://dx.doi.org/10.21082/jtidp.v3n3.2016.p159-166>

Amaria, W., Taufiq, E., & Harni, R. (2013). Seleksi dan identifikasi jamur antagonis sebagai agens hayati jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) pada tanaman karet. *Buletin RISTRI*, 4(1), 55–64. <https://doi.org/10.21082/jtidp.v4n1.2013.p55-64>

Amaria, W., & Wardiana, E. (2014). Pengaruh waktu aplikasi dan jenis *Trichoderma* terhadap penyakit jamur akar putih pada bibit tanaman karet. *J. TIDP*, 1(2), 79–86. <http://dx.doi.org/10.21082/jtidp.v1n2.2014.p79-86>

Ben-david, A., & Davidson, C. E. (2014). Estimation method for serial dilution experiments. *Journal of Microbiological Methods*, 107, 214–221. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2014.08.023>

Berlian, I., Setyawan, B., & Hadi, H. (2013). Mekanisme antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap beberapa patogen tular tanah. *Warta Perkaretan*, 32(2), 74–82.

Boggie, L. M., & Person, H. (1988). Plant roots and their environment. Development in agricultural and manage forest. Uppsala Sweden.

- Christopher, D. J., Raj, T. S., Rani, S. U., & Udhayakumar, R. (2010). Role of defence enzymes activity in tomato as induced by *Trichoderma virens* against Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* F. Sp. *Lycopersici*. *Journal of Biopesticides*, 3(1), 158–162.
- Cuervo-parra, J. A., Ramirez-Suero, M., Sánchez-lópez, V., & Ramirez-Lepe, M. (2011). Antagonistic effect of *Trichoderma harzianum* VSL291 on phytopathogenic fungi isolated from cocoa (*Theobroma cacao* L.) fruits. *African Journal of Biotechnology*, 10(52), 10657–10663. <https://doi.org/10.5897/AJB11.1333>
- Fairuzah, Z., Dalimunthe, C. I., Karyudi, Suryaman, & Widhayati, E. E. (2014). Keefektifan beberapa fungi antagonis (*Trichoderma* spp.) dalam biofungisida endohevea terhadap penyakit jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) di lapangan. *Jurnal Penelitian Karet*, 32(2), 122–128.
- Gupta, V. G., Schmoll, M., Herrera-Estrella, A., Upadhyay, R. S., Druzhinina, I., & Touhy, M. (2014). *Biotechnology and Biology of Trichoderma*. Amsterdam, Netherlands - Elsevier Science & Technology.
- Gupta, V., & Sharma, A. K. (2013). Assessment of optimum temperature of *Trichoderma harzianum* by monitoring radial growth and population dynamics in different compost manures under different temperature. *Journal of Biosciences*, 1(2), 151–157.
- Gveroska, B. (2013). Relationships of *Trichoderma* spp. quantity in soil to reducing the dampingoff in tobacco seedlings. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(4), 666–674.
- Harni, R., Amaria, W., Syafaruddin, & Mahsunah, A. H. (2017). Potensi metabolit sekunder *Trichoderma* spp. untuk mengendalikan penyakit vascular streak dieback (VSD) pada bibit kakao. *J. TIDP*, 4(2), 57–66. [tp://dx.doi.org/10.21082/jtidp.v4n2.2017.p57-66](http://dx.doi.org/10.21082/jtidp.v4n2.2017.p57-66)
- Hermosa, R., Cardoza, R. E., Rubio, M. B., Gutierrez, S., & Monte, E. (2014). Secondary metabolism and antimicrobial metabolites of *Trichoderma*. *Biotechnology and Biology of Trichoderma*, (February), 115–121. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59576-8.00009-6>
- Khattabi, N., Ezzahiri, B., Louali, L., & Oihabi, A. (2004). Effect of nitrogen fertilizers and *Trichoderma harzianum* on *Sclerotium rolfsii*. *Agronomie*, 24, 281–288. <https://doi.org/10.1051/agro:2004026>
- Kusdiana, A. P. J., Munir, M., & Suryaningtyas, H. (2015). Pengujian biofungisida berbasis mikroorganisme antagonis untuk pengendalian jamur akar putih pada tanaman karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 33(2), 143–156.
- Maina, P. K., Wachira, P. M., Okoth, S. A., Kimenju, J. W., & Otupa, M. (2015). Effects of land-use intensification on distribution and diversity of fusarium species in Machakos County, Kenya. *Journal of Agricultural Science*, 7(4), 48–60. <https://doi.org/10.5539/jas.v7n4p48>
- Mukherjee, M., Mukherjee, P. K., Horwitz, B. A., Zachow, C., Berg, G., & Zeilinger, S. (2012). Trichoderma-plant-pathogen interactions: Advances in genetics of biological control. *Indian Journal of Microbiology*, 52(4), 522–529. <https://doi.org/10.1007/s12088-012-0308-5>
- Mukherjee, P. K., Horwitz, B. A., & Kenerley, C. M. (2012). Secondary metabolism in *Trichoderma*: A genomic perspective. *Microbiology*, 158, 35–45. <https://doi.org/10.1099/mic.0.053629-0>
- Mukherjee, P. K., Wiest, A., Ruiz, N., Keightley, A., Moran-Diez, M. E., McCluskey, K., ... Kenerley, C. M. (2011). Two classes of new peptaibols are synthesized by a single non-ribosomal peptide synthetase of *Trichoderma virens*. *Journal of Biological Chemistry*, 286(6), 4544–4554. <https://doi.org/10.1074/jbc.M110.159723>
- Muniappan, V., & Muthukumar, T. (2014). Influence of crop species and edaphic factors on the distribution and abundance of *Trichoderma* in alfisol soils of Southern India. *Acta Botanica Croatica*, 73(1), 37–50. <https://doi.org/10.2478/botcro-2013-0004>
- Nakkeeran, S., Krishnamoorthy, A. S., Ramamoorthy, V., & Renukadevi, P. (2002). Microbial inoculants in plant disease control. *Journal of Ecology*, 14(2), 83–94.
- Okoth, S. A., Okoth, P., & Muya, E. (2009). Influence of soil chemical and physical properties on occurrence of *Trichoderma* spp. in Embu, Kenya. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 11, 303–312. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/939/93913057006.pdf>
- Omorusi, V., Eguavoen, O., Ogbemor, N., Bosah, B. O., Orumwense, K., & Ijie, K. (2014). Control of white root rot disease in rubber plantations in Nigeria. *International Journal of Microbiology and Immunology Research*, 3(4), 46–51.
- Prasetyo, J., Aeny, T. N., & Suharjo, R. (2009). The correlations between white rot (*Rigidoporus lignosus* L.) incidence and soil characters of rubber ecosystem in Penumbangan Baru, Lampung. *Journal HPT Tropika*, 9(2), 149–157.

- Promwee, A., Issarakraisila, M., Intana, W., Chamswarn, C., & Yenjit, P. (2014). Phosphate solubilization and growth promotion of rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) by *Trichoderma* strains. *Journal of Agricultural Science*, 6(9), 8–20. <https://doi.org/10.5539/jas.v6n9p8>
- Rajput, A. Q., Khanzada, M. A., & Shahzad, S. (2014). Effect of different substrates and carbon and nitrogen sources on growth and shelf life of *Trichoderma pseudokoningii*. *International Journal of Agriculture & Biology*, 16(5), 893–898.
- Reetha, S., Bhuvaneswari, G., Selvakumar, G., Thamizhiniyan, P., & Pathmavathi, M. (2014). Effect of temperature and pH on growth of fungi *Trichoderma harzianum*. *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*, 4(4), 3287–3292.
- Santos, B. D. L., Barrau, C., Blanco, C., Arroyo, F., & Porras, M. (2003). Relationship between *Trichoderma* soil populations and strawberry fruit production in previously fumigated soils. *HORTSCIENCE*, 38(7), 1400–1402.
- Singh, A., Shahid, M., Srivastava, M., Pandey, S., Sharma, A., & Kumar, V. (2014). Optimal physical parameters for growth of *Trichoderma* species at varying pH, temperature and agitation. *Virology & Mycology*, 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.4172/2161-0517.100012>
- Sriram, S., Roopa, K. P., & Savitha, M. J. (2011). Extended shelf-life of liquid fermentation derived talc formulations of *Trichoderma harzianum* with the addition of glycerol in the production medium. *Crop Protection*, 30(10), 1334–1339. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.06.003>
- Sundaramoorthy, S., & Balabaskar, P. (2013). Biocontrol efficacy of *Trichoderma* spp. against wilt of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 1(3), 36–40. <https://doi.org/10.7324/JABB.2013.1306>
- Suwandi. (2008). Evaluasi kombinasi isolat *Trichoderma* mikoparasit dalam mengendalikan penyakit akar putih pada bibit karet. *J. HPT Tropika*, 8(1), 55–62.
- Thomas, P., Sekhar, A. C., Upreti, R., Mujawar, M. M., & Pasha, S. S. (2015). Optimization of single plate-serial dilution spotting (SP-SDS) with sample anchoring as an assured method for bacterial and yeast cfu enumeration and single colony isolation from diverse samples. *Biotechnology Reports*, 8, 45–55. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2015.08.003>
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Woo, S. L., Nigro, M., Marra, R., ... Lorito, M. (2014). *Trichoderma* secondary metabolites active on plants and fungal pathogens. *The Open Mycology Journal*, 8(1), 127–139. <https://doi.org/10.2174/1874437001408010127>
- Wirawan, A. E., Djauhari, S., & Sulistyowati, L. (2014). Analisis perbedaan pengaruh penerapan sistem PHT dan konvensional terhadap kenanekaragaman *Trichoderma* spp. pada lahan padi. *Hama Penyakit Tumbuhan*, 2(3), 66–73.
- Zehra, A., Dubey, M. K., Meena, M., & Upadhyay, R. S. (2017). Effect of different environmental conditions on growth and sporulation of some *Trichoderma* species. *Journal of Environmental Biology*, 38(2). <https://doi.org/10.22438/jeb/38/2/MS-251>

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
 DAN PENYEGAR**
 Journal of Industrial and Beverage Crops
 Volume 5, Nomor 2, Juli 2018

**PENGARUH PUPUK KANDANG DENGAN PENAMBAHAN MIKROB PELARUT
 FOSFAT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL KOPI ROBUSTA**

***EFFECT OF FARMYARD MANURE ADDED WITH PHOSPHATE SOLUBILIZING MICROBES ON
 ROBUSTA COFFEE'S GROWTH AND YIELD***

* Iing Sobari, Dibyo Pranowo, dan Edi Wardiana

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

(Tanggal diterima: 04 Februari 2018, direvisi: 10 April 2018, disetujui terbit: 31 Juli 2018)

ABSTRAK

Pupuk kandang dan pupuk hayati dapat mensubstitusi peran pupuk kimia dalam memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman. Pupuk kandang berperan sebagai sumber energi mikrob tanah, sedangkan pupuk hayati dengan bahan aktif mikrob pelarut fosfat (MPF) dapat meningkatkan ketersediaan fosfat (P) bagi tanaman. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh pupuk kandang ditambah MPF terhadap pertumbuhan dan hasil 5 klon kopi Robusta. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Pakuwon, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi, mulai Januari 2014 sampai Juni 2017, menggunakan rancangan petak terbagi dengan 3 ulangan. Petak utama adalah 5 klon kopi Robusta (BP 308, SA 237, BP 42, BP 358, dan BGN 371), sedangkan anak petak adalah perlakuan pemupukan (pupuk kandang ayam, domba, dan sapi yang semuanya ditambah MPF), serta pupuk NPK sebagai kontrol. Pengamatan dilakukan terhadap komponen pertumbuhan vegetatif, persentase pembungaan tanaman, dan bobot buah segar. Hasil penelitian menunjukkan 5 klon kopi Robusta yang diuji memiliki respons yang sama terhadap aplikasi pupuk kandang ditambah MPF. Pupuk kandang ayam yang ditambah MPF meningkatkan P-tersedia dan pertumbuhan vegetatif tanaman kopi lebih baik daripada pupuk kandang yang lain, dimana pengaruhnya sama dengan pupuk NPK. Sampai umur 4 tahun, aplikasi pupuk kandang ditambah MPF belum berpengaruh terhadap bobot buah segar.

Kata kunci: Kopi Robusta, mikrob pelarut fosfat, pupuk anorganik, pupuk kandang

ABSTRACT

Farmyard manure and biofertilizer is able to substitute chemical fertilizers in improving the plants growth and production. The manure acts as the energy source for soil microbes, while biofertilizer with phosphate solubilizing microbes (PSM) can increase phosphate (P) availability for plants. The research aimed to investigate the effect of farmyard manure added with PSM on growth and yield of 5 Robusta coffee clones, conducted at Pakuwon Experimental Station, Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute (IIBCRI), Sukabumi, from January 2014 to June 2017. A split plot design was used with 3 replications. The main plot factors were 5 Robusta coffee clones (BP 308, SA 237, BP 42, BP 358, and BGN 371), whereas the subplot factors were types of fertilizers (chicken, sheep, and cow manure added with PMS), and NPK fertilizers as control. Variables observed were components of vegetative growth, percentage of flowering plants, and weight of fresh berries. The results showed that 5 Robusta coffee clones used exhibited similar responses to the PMS-added farmyard manure application. Chicken manure added with PMS enhanced P-available and improved vegetative growth of coffee plants better than other farmyard manure, similar with the effect of NPK fertilizers. Up to 4 years old plants, the PM-added farmyard manure application did not affect the weight of fresh berries.

Keywords: Farmyard manure, inorganic fertilizer, phosphate solubilizing microbe, Robusta coffee

PENDAHULUAN

Seperti jenis tanaman lainnya, tanaman kopi membutuhkan ketersediaan unsur hara mikro maupun makro untuk menundukung pertumbuhan maupun produksinya. Beberapa unsur hara makro yang diperlukan dalam jumlah cukup besar di antaranya adalah N, P, K, Ca, dan Mg (Prastowo *et al.*, 2010). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk kimia NPKMg yang dikombinasikan dengan mikoriza berpengaruh secara nyata terhadap produksi kopi (Daras, Sobari, Trisilawati, & Towaha, 2015). Namun demikian, permasalahan yang dihadapi pada umumnya petani kopi di Indonesia di antaranya adalah adanya keterbatasan daya beli terhadap pupuk kimia (anorganik) yang dimaksud, sehingga biasanya pupuk yang diberikan pada tanaman jumlahnya relatif sedikit, bahkan banyak juga petani yang tidak menggunakan pupuk kimia. Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut di antaranya adalah dengan penggunaan pupuk organik dan atau pupuk hayati. Penggunaan bahan organik dapat memberikan pengaruh positif terhadap perbaikan sifat biologi tanah sehingga dapat mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman (Tejada, Gonzalez, Garcia, & Parrado, 2008). Pupuk organik dapat menggantikan sebagian peran pupuk kimia (anorganik) sehingga biaya pemeliharaan tanaman menjadi lebih murah serta berdampak positif bagi pertumbuhan dan hasil tanaman kopi (Dung & Nin, 2009; Chemura, 2014).

Aplikasi pupuk kandang sebagai salah satu jenis pupuk organik dapat meningkatkan produksi biji kopi rata-rata sebesar 33% per tahun. Respons tertinggi terjadi pada aplikasi pupuk kandang sapi dengan dosis 13,5 kg/pohon yang nyata meningkatkan produksi kopi 244 kg/ha/tahun dibandingkan dengan tanpa penggunaan pupuk kandang (Pujiyanto, 2013). Pemberian pupuk kandang yang telah matang mampu memperbaiki status hara, meningkatkan daya retensi air, memperbaiki kesehatan tanah, menstimulasi pertumbuhan dan mengubah struktur mikroba tanah, serta meningkatkan aktivitas enzim sehingga berdampak terhadap perbaikan sifat fisik dan kimia tanah (Pujiyanto, 2011; Lazcano, Gomez-Brandon, Revilla, & Jorge Dominguez, 2012). Salah satu faktor pembatas yang menyebabkan rendahnya hasil dan kualitas hasil kopi di daerah Buleleng, Bali, adalah rendahnya bahan organik serta kadar nitrogen dan fosfor. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan penambahan pupuk kandang, urea, dan SP-36 (Adnyana, 2011).

Unsur P merupakan unsur hara makro yang harus tersedia dalam jumlah cukup di dalam tanah, namun sebagian besar unsur tersebut terikat oleh koloid

tanah sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Mikroba pelarut fosfat (MPF) dapat melarutkan unsur P yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman (Ginting, Saraswati, & Husen, 2006) dan beberapa bakteri pelarut-P yang aktif di dalam tanah, antara lain *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Artrobacter*, *Micrococcus*, *Streptomyces*, dan *Flavobacterium* (Whitelaw, 1999). Pemberian beberapa strain MPF dapat meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, dan bobot kering benih kakao pada tanah kering masam (Sasmita, 2017). Penggunaan MPF juga akan memperbaiki kesehatan tanah dan nutrisi tanaman dengan meningkatkan serapan P oleh tanaman (Mohammadi, 2012; Ingle & Padole, 2017). Aplikasi pupuk kandang ditambah MPF diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kopi, sekaligus dapat mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan pupuk anorganik.

Saat ini rekomendasi pemupukan untuk tanaman kopi Robusta masih bersifat umum. Sementara itu, terdapat banyak klon unggul kopi Robusta yang telah direkomendasikan oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao (Puslitkoka) seperti BP 42, BP 308, BP 237, BP 436, BP 534, dan lain-lain (Baon, 2011). Klon-klon kopi Robusta tersebut diduga akan menunjukkan respons yang berbeda terhadap pemberian pupuk kandang maupun pupuk anorganik. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh aplikasi pupuk kandang ditambah MPF terhadap pertumbuhan dan hasil 5 klon kopi Robusta.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Pakuwon, Sukabumi, Jawa Barat, mulai Januari 2014 sampai Juni 2017. Lokasi penelitian berada pada titik koordinat 6° 50' 40,045" S dan 106° 45' 9,209 E", ketinggian 450 m di atas permukaan laut (dpl), jenis tanah Latosol, dan tipe iklim B (Schmidt dan Fergusson).

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah petak terbagi (*split plot design*) dengan 3 ulangan. Sebagai petak utama adalah 5 klon kopi Robusta (BP 308, SA 237, BP 42, BP 358, dan BGN 371), sedangkan petak adalah perlakuan pemupukan (pupuk kandang ayam, domba, dan sapi yang semuanya ditambah MPF), serta sebagai kontrol adalah pupuk NPK majemuk 16:16:16. Waktu dan dosis pemberian pupuk NPK dapat dilihat pada Tabel 1. Jumlah plot percobaan sebanyak $5 \times 4 \times 3 = 60$ plot dengan jumlah tanaman kopi sebanyak 6 tanaman per plot sehingga total tanaman yang digunakan sebanyak $60 \times 6 = 360$ tanama

Tabel 1. Perlakuan dosis pupuk NPK (16:16:16) untuk tanaman kopi sampai umur 4 tahun
Table 1. NPK (16:16:16) fertilizer dosage treatments for coffee plant until 4 years old

Umur tanaman (tahun)	Dosis pupuk NPK (16:16:16)/pohon*
1	150
2	300
3	450
4	600

Keterangan : * dihitung melalui pendekatan konversi atas rekomendasi pupuk tunggal N, P, dan K untuk tanaman kopi, rekomendasi dari Puslitkoka (Hulupi & Martini, 2013)

Notes : * calculated through a conversion approach on single fertilizer of N, P, and K for coffee plants, recommended by ICCRI (Hulupi & Martini, 2013)

Tabel 2. Sifat kimia pupuk kandang ayam, domba, dan sapi
Table 2. Chemical properties of chicken, sheep, and cow manure

Jenis pupuk kandang	N (%)	P (%)	K (%)	C-organik (%)
Ayam	3,07	2,75	0,14	19,18
Domba	1,14	0,34	0,06	7,12
Sapi	1,79	0,41	0,09	11,19

Lima klon kopi Robusta ditanam dengan jarak 2,5 m x 2,5 m. Klon-klon tersebut diperoleh dari hasil perbanyakan vegetatif (setek), dan sebagai tanaman penanungnya adalah tanaman gamal (*Gliricidia sepium*), pisang (*Musa paradisiaca*), dan kemiri sunan (*Aleurites trisperma*).

Aplikasi Pupuk Kandang dengan Penambahan Mikrob Pelarut Fosfat (MPF)

Pupuk kandang kotoran ayam, domba, dan sapi yang digunakan merupakan pupuk kandang yang sudah matang. Sebelum diaplikasikan, sifat kimia masing-masing jenis pupuk kandang dianalisis dan hasilnya disajikan pada Tabel 2. Aplikasi perlakuan pupuk kandang dimulai saat tanaman berumur 12 bulan setelah tanam (BST), dan diberikan 2 kali per tahun dengan dosis 1,5 kg/pohon. Pupuk kandang diberikan melalui lubang yang dibuat melingkar mengikuti tajuk tanaman, selanjutnya diaduk dengan tanah serta ditutup kembali dengan tanah. MPF diberikan 2 kali per tahun sebanyak 10 g/pohon, waktu pemberian 2 minggu setelah aplikasi pupuk kandang dengan cara dimasukkan ke dalam lubang yang dibuat di sekitar daerah perakaran sebanyak 4 lubang per pohon. MPF mengandung bakteri *Bacillus* spp. dan jamur *Aspergillus* spp. dengan bahan pembawa zeolit dalam bentuk tepung (*powder*). MPF yang digunakan merupakan isolat hasil eksplorasi dari perkebunan kakao milik rakyat di Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara (Herman & Pranowo, 2013). Selanjutnya, untuk perlakuan NPK (16:16:16), aplikasinya dilakukan 2 kali per tahun, masing-masing

sebanyak 50% dari dosis yang disajikan di Tabel 1. Cara aplikasinya sama dengan aplikasi pupuk kandang.

Pengamatan dan Analisis Data

Pengamatan dilakukan terhadap: (1) pertumbuhan vegetatif, yaitu pertumbuhan tinggi tanaman, diameter tajuk, diameter batang, dan jumlah cabang selama 25 bulan mulai dari umur 11 hingga 36 BST; (2) pertumbuhan generatif, yaitu persentase tanaman berbunga pada umur 18 BST; dan (3) komponen hasil, yaitu bobot buah segar kopi hasil panen kumulatif sampai umur 4 tahun setelah tanam.

Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai pucuk tertinggi. Diameter tajuk diukur arah utara-selatan dan barat-timur, kemudian dihitung rata-ratanya. Diameter batang diukur pada ketinggian 5 cm dari permukaan tanah. Persentase tanaman berbunga dihitung berdasarkan jumlah tanaman yang sudah berbunga di dalam satu plot dibagi dengan jumlah tanaman per plot, kemudian dikali 100%. Bobot buah/pohon dihitung berdasarkan hasil panen kumulatif sampai umur 4 tahun setelah tanam. Pengamatan sifat kimia tanah dilakukan pada saat umur tanaman 34 BST. Sifat kimia tanah yang diamati adalah pH, C-organik, dan P-tersedia.

Data yang diperoleh dianalisis ragam (anova). Apabila hasilnya berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji beda rata-rata perlakuan menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Ragam

Hasil analisis ragam memperlihatkan tidak ada interaksi antara jenis klon kopi Robusta dengan perlakuan pemupukan untuk semua peubah yang diamati. Perbedaan nyata hanya terlihat pada pengaruh perlakuan pupuk kandang ditambah MPF terhadap pertambahan tinggi tanaman, jumlah cabang, diameter batang, dan diameter tajuk (Tabel 3).

Tidak adanya interaksi nyata antara klon dan aplikasi pupuk pada semua peubah yang diamati mengindikasikan bahwa kelima klon kopi Robusta yang diuji memiliki respons yang sama terhadap perlakuan pupuk. Kelima klon kopi Robusta yang diuji dianggap memiliki kesamaan genetik sehingga masing-masing klon mempunyai respons yang sama terhadap perlakuan pemupukan. Hal ini didukung oleh pernyataan Baon (2011) yang mengemukakan bahwa beberapa klon unggul kopi Robusta dengan nama inisial BP (*Besoekisch Proefstation*), di antaranya klon BP 308, BP 358, dan BP 42, merupakan hasil proses pemuliaan yang menggunakan materi induk yang sama, yaitu hasil introduksi dari daerah Congo. Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan Rubiyo & Wardiana (2013) menunjukkan bahwa klon BP 308, BP 358, dan BP 42 berada dalam klaster yang sama pada suatu dendogram, sehingga diduga di antara ketiganya memiliki kemiripan secara genetik. Selain itu, hasil penelitian Rusli, Sakiroh, & Wardiana (2015) menunjukkan bahwa 4 klon kopi Robusta, yaitu BP 42, BP 409, BP 936, dan BP 939, yang ditanam pada tanah Podsolik Merah Kuning di Lampung Utara, memiliki respons pertumbuhan dan hasil yang sama terhadap perlakuan kombinasi dosis pupuk Urea, SP-36, dan KCl.

Pengaruh Aplikasi Pupuk Kandang dengan Penambahan Mikrob Pelarut Fosfat (MPF) terhadap Komponen Pertumbuhan Vegetatif

Perlakuan aplikasi pupuk berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman, jumlah cabang, diameter batang, dan diameter tajuk tanaman kopi Robusta pada 36 BST (Tabel 4). Aplikasi pupuk kandang ayam yang ditambah MPF menghasilkan pertumbuhan vegetatif kopi yang lebih baik bila dibandingkan dengan pupuk kandang domba dan sapi ditambah MPF. Sementara itu, apabila dibandingkan dengan perlakuan pupuk anorganik NPK, ternyata pengaruhnya tidak berbeda nyata, kecuali pada peubah pertambahan diameter tajuk yang nyata lebih baik.

Pengaruh pupuk kandang ayam ditambah MPF lebih baik dibandingkan dengan pupuk kandang domba dan sapi ditambah MPF terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman kopi. Hal ini karena kandungan hara di dalam pupuk kandang ayam relatif lebih tinggi daripada pupuk kandang domba dan sapi. Hal ini dibuktikan dari hasil analisis sifat kimia ke-3 jenis pupuk kandang yang menunjukkan bahwa kandungan unsur N, P, K, dan C-organik pupuk kandang ayam adalah berturut-turut 3,07%, 2,75%, 0,14%, dan 19,18% lebih tinggi dibandingkan dengan jenis pupuk kandang lainnya (pupuk kandang domba dan sapi) (Tabel 2).

Hasil analisis kadar C-organik dan P-tersedia di dalam tanah menunjukkan peningkatan yang cukup tinggi, terutama P-tersedia pada perlakuan pupuk kandang ayam yang ditambah MPF dan perlakuan pupuk anorganik NPK (Tabel 6). Peningkatan P-tersedia yang cukup tinggi memberikan dampak yang lebih baik terhadap komponen pertumbuhan vegetatif kopi Robusta jika dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya (Tabel 4).

Tabel 3. Hasil analisis ragam untuk perlakuan pupuk dan interaksinya dengan jenis klon kopi Robusta

Table 3. Variance analysis for fertilizer treatments and their interactions with Robusta coffee clones

Peubah yang diamati	Perlakuan	
	Pupuk	Interaksi jenis klon kopi dengan pupuk
Pertambahan tinggi tanaman selama 25 bulan	*	tn
Pertambahan jumlah cabang selama 25 bulan	**	tn
Pertambahan diameter batang selama 25 bulan	**	tn
Pertambahan diameter tajuk selama 25 bulan	**	tn
Persentase pembungaan tanaman pada umur 18 BST	tn	tn
Bobot buah segar kumulatif sampai umur 4 tahun	tn	tn

Keterangan : * dan ** masing-masing nyata pada taraf 5% dan 1%; tn = tidak nyata

Notes : * and ** significant at 5% and 1% levels, respectively; tn = not significant

Tabel 4. Pengaruh aplikasi pupuk terhadap komponen pertumbuhan vegetatif tanaman kopi Robusta
Table 4. Effects of fertilizer applications on the components of vegetative growth of Robusta coffee plants

Perlakuan	Komponen pertumbuhan vegetatif			
	Pertambahan tinggi tanaman (cm/25 bulan)	Pertambahan jumlah cabang (cabang/25 bulan)	Pertambahan diameter batang (mm/25 bulan)	Pertambahan diameter tajuk (cm/25 bulan)
Pupuk kandang ayam ditambah MPF	150,32 a	39,79 a	35,58 a	168,02 a
Pupuk kandang domba ditambah MPF	130,99 b	33,33 bc	29,87 bc	139,52 bc
Pupuk kandang sapi ditambah MPF	123,73 b	31,55 c	27,42 c	124,98 c
Pupuk NPK (16:16:16)	134,81 ab	36,30 ab	32,36 ab	148,44 b

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

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

Tabel 5. Pengaruh aplikasi pupuk terhadap persentase pembungaan tanaman dan bobot buah segar kopi Robusta kumulatif hingga umur 4 tahun

Table 5. Effects of fertilizer application on the percentage of flowering plants and weight of fresh berries of Robusta coffee up to 4 years old, cumulatively

Perlakuan	Pembungaan tanaman pada 18 BST	Bobot buah segar/pohon
	(%)	(g)
Pupuk kandang ayam ditambah MPF	22,22	2097,21
Pupuk kandang domba ditambah MPF	27,50	1641,66
Pupuk kandang sapi ditambah MPF	20,83	1501,23
Pupuk NPK (16:16:16)	25,84	2050,38

Hasil penelitian sebelumnya pada benih kopi Robusta menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kandang ayam nyata dapat meningkatkan volume akar, bobot kering akar, dan bobot kering tajuk (Lubis, Mawarni, & Sipayung, 2017). Pemberian pupuk kandang ayam pada benih kopi Arabika juga secara nyata meningkatkan tinggi tanaman, total luas daun, dan panjang akar tunggang (Baherta, 2009). Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kandang ayam dengan dosis 30 g/tanaman dapat meningkatkan total luas daun, tinggi tanaman, volume akar, dan menurunkan rasio tajuk terhadap akar pada benih kopi Arabika (Sitanggang, Islan, & Saputra, 2015).

Pengaruh Pupuk Kandang dengan Penambahan Mikrob Pelarut Fosfat (MPF) terhadap Persentase Pembungaan Tanaman dan Bobot Buah Segar

Perlakuan aplikasi pupuk kandang ditambah MPF dan perlakuan pupuk NPK berpengaruh tidak nyata terhadap persentase pembungaan tanaman dan bobot buah segar (Tabel 5). Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pemberian pupuk kandang tidak berbeda nyata

dengan kontrol terhadap produksi kopi Arabika maupun Robusta selama 3 tahun produksi. Perbedaan yang nyata hanya terlihat antara perlakuan pupuk kandang dengan sumber bahan organik lainnya, yaitu berupa serasah dari tanaman Ramayana (Baon & Wibawa, 2005).

Pengaruh Aplikasi Pupuk Kandang dengan Penambahan Mikrob Pelarut Fosfat (MPF) terhadap pH, C-organik, dan P-tersedia dalam Tanah

Aplikasi pupuk kandang dengan MPF dan pupuk anorganik NPK cenderung memperbaiki sifat kimia tanah (pH, C-organik, dan P-tersedia) pada 39 BST (Tabel 6). Rata-rata semua perlakuan dapat meningkatkan pH tanah sebesar 0,17, C-organik 0,41%, dan P-tersedia 13,28 ppm dari kondisi sebelum perlakuan. Hasil analisis kimia tanah menunjukkan bahwa pH dan C-organik tanah hanya meningkat sedikit, tetapi P-tersedia meningkat cukup tinggi pada perlakuan pupuk kandang ayam ditambah MPF dan perlakuan pupuk NPK, yaitu masing-masing 15,01 dan 31,45 ppm. Hal ini diduga sebagai salah satu penyebab kedua perlakuan tersebut memiliki pengaruh yang lebih baik terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, dan diameter batang (Tabel 4).

Tabel 6. Pengaruh pupuk kandang dengan penambahan mikrob pelarut fosfat (MPF) dan pupuk NPK terhadap pH tanah, C-organik, dan P-tersedia

Table 6. Effects of farmyard manure added with phosphate-solubilizing microbes (PSM) and NPK fertilizer on soil pH, C-organic, and P-available

Perlakuan	pH tanah	C-organik (%)	P-tersedia (ppm)
Sebelum perlakuan pupuk	4,70	1,75	7,3
Setelah perlakuan dengan:			
Pupuk kandang ayam ditambah MPF	4,82 (0,12)	2,04 (0,29)	22,31 (15,01)
Pupuk kandang domba ditambah MPF	4,90 (0,20)	2,16 (0,41)	10,23 (2,93)
Pupuk kandang sapi ditambah MPF	4,90 (0,20)	2,31 (0,56)	11,03 (3,73)
Pupuk NPK (16:16:16)	4,84 (0,14)	2,14 (0,39)	38,75 (31,45)
Rata-rata peningkatan setelah perlakuan pupuk	0,17	0,41	13,28

Keterangan : Angka dalam kurung menunjukkan nilai peningkatan setelah perlakuan pupuk

Notes : Numbers in parenthesis indicated the increasing value after fertilizer treatments

Beberapa hasil penelitian sebelumnya yang terkait dengan aplikasi pupuk kandang menunjukkan adanya peningkatan serapan karbon oleh tanaman jagung, serta terjadinya peningkatan kualitas tanah (Liang *et al.*, 2012). Pengaruh pemberian pupuk kandang dalam jangka panjang terhadap kualitas tanah tidak berbeda dibandingkan dengan pupuk mineral (Šimon & Czako, 2014). Pupuk kandang dapat meningkatkan kandungan hara makro dan mikro (Bakry, Soliman, & Moussa, 2009), serta dapat meningkatkan karbon organik partikulat dan karbon organik terlarut (Liu, Yan, Mei, Zhang, & Fan, 2013). Fungsi lainnya dari pupuk kandang adalah dapat meningkatkan kadar C-organik, nitrogen tanah, serta dapat memperbaiki kemandapan agregat, porositas, dan kadar air tanah pada pF 4,2 (Zulkarnain, Prasetya, & Soemarno, 2013). Hasil penelitian lain pada tanaman kacang hijau menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kandang ditambah dengan bakteri perangsang tumbuh yang mengandung *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, dan *Trichoderma* dapat menyediakan hara N, P, dan K paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan pupuk lainnya (Das & Singh, 2014)

KESIMPULAN

Kopi Robusta klon BP 308, SA 237, BP 358, BP 42, dan BGN 371 memiliki respons yang sama terhadap aplikasi pupuk kandang ditambah mikrob pelarut fosfat (MPF). Aplikasi pupuk kandang ayam yang ditambah MPF dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang, diameter batang, dan diameter tajuk kopi Robusta, serta meningkatkan P-tersedia

dalam tanah, tetapi belum berpengaruh terhadap bobot buah segar (panen kumulatif) sampai umur 4 tahun. Pupuk kandang ayam ditambah MPF hampir sama pengaruhnya dengan pupuk NPK (16:16:16) terhadap komponen pertumbuhan vegetatif kopi Robusta.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya di sampaikan kepada Kepala KP. Pakuwon dan Teknisi Litkayasa yang telah membantu terlaksananya penelitian ini, serta kepada Badan Litbang Pertanian yang telah mendanai penelitian ini melalui DIPA Balittri.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I.M. (2011). Aplikasi anjuran pemupukan tanaman kopi berbasis uji tanah di Desa Bongancina, Kabupaten Buleleng. *Udayana Mengabdi*, 10(2), 64–66.
- Bakry, M. A. A., Yasser, R. A., Solaiman, & Moussa, S. A. . (2009). Importance of micronutrients, organic manure and biofertilizer for improving maize yield and its components grown in desert sandy soil. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(1), 16–23.
- Baherta, B. (2009). Respon bibit kopi Arabika pada beberapa takaran pupuk kandang kotoran ayam. *Jurnal Ilmiah Tambua*, 8(3), 467–472.

- Baon, J. B. (2011). *100 tahun Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia 1911-2011*. (Wahyudi, T., Pujiyanto, & Misnawi, Eds.) (1st ed.). Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Baon, J. B., & Wibawa, A. (2005). Kandungan bahan organik dan lengas tanah serta produksi kopi pada budi daya ganda dengan tanaman sumber bahan organik. *Pelita Perkebunan*, 21(1), 43–54.
- Chemura, A. (2014). The growth response of coffee (*Coffea arabica* L.) plants to organic manure, inorganic fertilizers and integrated soil fertility management under different irrigation water supply levels. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 3(2), 1–9. <http://doi.org/10.1007/s40093-014-0059-x>
- Daras, U., Sobari, I., Trisilawati, O., & Towaha, J. (2015). Pengaruh mikoriza dan pupuk npkmg terhadap pertumbuhan dan produksi kopi Arabika. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 2(2), 91–98.
- Das, I., & Singh, A.P. (2014). Effect of PGPR and organic manures on soil properties of organically cultivated mungbean. *The Bioscan*, 9(1), 27-29. www.thebioscan.in
- Dung, P. T., & Nin, Y. H. (2009). Microbial organic fertilizer application for safe coffee production at Daklak, Vietnam. *J.ISSAAS*, 15(1), 22–31.
- Ginting, R. C. B., Saraswati, R., & Husen, E. (2006). *Pupuk organik dan pupuk hayati*. (Simanungkalit, R.D.M., Suriadikarta, D.A., Saraswati, R., Setyorini, D., & Hartatik, W. Eds.). Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Herman, M., & Pranowo, D. (2013). Pengaruh mikroba pelarut fosfat terhadap pertumbuhan dan serapan hara P benih kakao (*Theobroma cacao* L.). *Buletin RISTRI*, 4(2), 129–138.
- Hulupi, R., & Martini, E. (2013). *Budidaya dan pemeliharaan tanaman kopi di kebun campur*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Ingle, K. P., & Padole, D. A. (2017). Phosphate solubilizing microbes: An overview. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*, 6(1), 844–852. <http://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.601.099>
- Lazcano, C., Gomez-Brandon, M., Revilla, P., & Jorge Dominguez. (2012). Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function: A field study with sweet corn. *Biol Fertil Soils*, 49. <http://doi.org/10.1007/s00374-012-0761-7>
- Liang, Q., Chen, H., Gong, Y., Fan, M., Yang, H., Lal, R., & Kuzyakov, Y. (2012). Effects of 15 years of manure and inorganic fertilizers on soil organic carbon fractions in a wheat-maize system in the North China Plain. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 92(1), 21–33. <http://doi.org/10.1007/s10705-011-9469-6>
- Liu, E., Yan, C., Mei, X., Zhang, Y., & Fan, T. (2013). Long-term effect of manure and fertilizer on soil organic carbon pools in dryland farming in Northwest China. *PLoS ONE*, 8(2). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0056536>
- Lubis, A. R., Mawarni, L., & Sipayung, R. (2017). Respon pertumbuhan bibit kopi Robusta (*Coffea robusta* L.) terhadap pemberian pupuk kandang ayam dan pupuk organik cair. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, 5(3), 692–696.
- Mohammadi, K. (2012). Phosphorus solubilizing bacteria: Occurrence, mechanisms, and their role in crop production. *Resources and Environment*, 2(1), 80–85. <http://doi.org/10.5923/j.re.20120201.10>
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubiyo, Siswanto, Indrawanti, C., & Munarso, J. (2010). *Budidaya dan pasca panen kopi*. Bogor: Pusat Penelitian dan pengembangan Perkebunan.
- Pujiyanto, P. (2011). Use of sub-surface soil water in Robusta coffee field through organic matter wicks. *Pelita Perkebunan*, 27(3), 191–203.
- Pujiyanto, P. (2013). Respons tanaman kopi Arabika pada tanah Andisol terhadap aplikasi bahan organik. *Pelita Perkebunan*, 29(3), 182–196.
- Rubiyo, & Wardiana, E. (2013). Analysis of genetic parameters for bean physical quality characters and clusterizations of eleven genotypes of Robusta coffee (*Coffea canephora*). *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 14(2), 55–62.
- Rusli, Sakiroh, & Wardiana, E. (2015). Pengaruh pemupukan terhadap pertumbuhan hasil dan kualitas biji empat klon kopi Robusta di tanah Podsolik Merah Kuning, Lampung Utara. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 2(2), 107–112.
- Sasmita, K. D. (2017). *Aplikasi arang, pupuk organik, dan mikrob pelarut fosfat untuk perbaikan sifat tanah masam dan peningkatan keefektifan pupuk P pada bibit kakao*. Disertasi. IPB, Bogor.
- Šimon, T., & Czako, A. (2014). Influence of long-term application of organic and inorganic fertilizers on soil properties. *Plant Soil Environment*, 60(7), 314–319.

- Sitanggang, A., Islan, & Saputra, S. I. (2015). Pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan zat pengatur tumbuh giberelin terhadap pertumbuhan bibit kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). *JOM Faperta*, 2(1), 1–12.
- Tejada, M., Gonzalez, J. L., Garc , A. M., & Parrado, J. (2008). Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. *Bioresource Technology*, 99, 1758–1767. <http://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.03.052>
- Whitelaw, M. A. (1999). Growth promotion of plant inoculated with phosphate-solubilizing fungi. *Advances in Agronomy*, 69, 99-151.
- Zulkarnain, M., Prasetya, B., & Soemarno. (2013). Pengaruh kompos, pupuk kandang, dan custom-bio terhadap sifat tanah, pertumbuhan dan hasil tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada Entisol di Kebun Ngrangkah-Pawon, Kediri. *Indonesian Gren Technology Journal*, 2(2), 45–52.

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
 DAN PENYEGAR**
 Journal of Industrial and Beverage Crops
 Volume 5, Nomor 2, Juli 2018

**PENGARUH MINYAK DAN EKSTRAK TANAMAN TERHADAP
 PERKECAMBAHAN UREDOSPORA DAN INTENSITAS SERANGAN**
Hemileia vastatrix

**EFFECT OF PLANT OILS AND EXTRACTS ON UREDOSPORES OF *Hemileia vastatrix*
 GERMINATION AND ATTACK INTENSITY**

* Rita Harni, Efi Taufik, dan Samsudin

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

(Tanggal diterima: 12 Februari 2018, direvisi: 02 April 2018, disetujui terbit: 30 Juli 2018)

ABSTRAK

Penyakit karat daun yang disebabkan oleh *Hemileia vastatrix* merupakan penyakit utama pada kopi Arabika. Serangan patogen ini dapat menurunkan produksi 20%–70%. Fungisida nabati memberi peluang yang lebih baik untuk pengendalian penyakit karat daun karena bersifat ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan. Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh minyak dan ekstrak tanaman terhadap perkecambahan uredospora dan intensitas serangan *H. vastatrix*. Kegiatan dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi, mulai Januari sampai Desember 2016. Minyak tanaman yang digunakan adalah minyak cengkeh, serai wangi, kemiri sunan, dan nimba, sedangkan ekstrak tanaman yang digunakan adalah mahoni, babadotan, dan asap cair. Minyak dan ekstrak tanaman diuji terhadap perkecambahan uredospora *H. vastatrix* secara *in vitro* dan pada benih kopi di rumah kaca. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 9 perlakuan dan 5 ulangan. Benih kopi berumur 6 bulan diperlakukan dengan minyak dan ekstrak tanaman dengan konsentrasi 0,5%. Pada saat bersamaan, tanaman diinokulasi uredospora *H. vastatrix*. Pengamatan dilakukan terhadap gejala serangan, masa inkubasi, serta persentase dan intensitas serangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak tanaman (cengkeh, nimba, serai wangi, dan kemiri sunan) dan ekstrak tanaman (babadotan, mahoni, dan asap cair) dapat menekan perkecambahan uredospora *H. vastatrix*. Minyak nimba dan kemiri sunan serta ekstrak babadotan lebih potensial menekan infeksi *H. vastatrix* pada daun kopi di rumah kaca dengan penurunan intensitas serangan dari 22,2% menjadi 3,6%; 5,2%; dan 7,6% serta dengan daya hambat sebesar 83,8%; 76,6%; dan 65,8%. Minyak nimba dan kemiri sunan serta ekstrak babadotan potensial digunakan untuk mengendalikan karat daun kopi.

Kata kunci: Ekstrak tanaman, *H. vastatrix*, minyak tanaman, penyakit karat daun kopi

ABSTRACT

Rust disease caused by fungus *Hemileia vastatrix* is a major disease of Arabica coffee, which reduces yield by 20%–70%. Botanical fungicide is a potential alternative because environmentally friendly and safe to humans health. The research aimed to analyze the effect of oils and extracts of fungicidal plants on uredospore germination and attack intensity of *H. vastatrix*. The research was conducted in laboratory and greenhouse of Indonesian Industrial and Beverages Crops Research Institute (IIBCRI), Sukabumi, from January to December 2016. The plant oils were of cloves, citronella, Reutealis trisperma, and neem, while the plant extracts used were mahogany, Ageratum conyzoides, and wood vinegar. Those oils and extracts were assessed on uredosporas germination of *H. vastatrix*, both *in vitro* and on coffee seedlings in the greenhouse. A complete randomized block design was used with 9 treatments and 5 replications. The oils and extracts at 5% concentration were applied on coffee leaves of 6 months old plants then inoculated with *H. vastatrix* uredospores simultaneously. Attack symptoms, incubation period, attack percentage and intensity were observed. The results showed that plant oils and extracts used in present study effectively reduced the uredospora germination of *H. vastatrix*.

However, oils of neem and *R. trisperma* as well as *A. conizoides* extract are more potential to suppress *H. vastatrix* infection in coffee leaves in greenhouse and reduced attack intensity from 22.2% to 3.6%; 5.2%; and 7.6% with inhibitory level at 83.8%; 76.6%; and 65.8%, respectively. Therefore, they are considered as potential biocontrols for rust disease.

Keywords: *H. vastatrix*, plant extract, plant oil, rust leaf disease

PENDAHULUAN

Penyakit karat daun yang disebabkan oleh jamur *Hemileia vastatrix* merupakan salah satu masalah utama dalam pengembangan kopi Arabika di negara-negara penghasil kopi di dunia. Keberadaan penyakit karat daun ini telah menyebabkan kehilangan hasil pada semua negara penghasil kopi di Asia dan Afrika (Agrios, 2005). Kerusakan dan kehilangan hasil yang disebabkan oleh penyakit karat daun pada tanaman kopi sudah dilaporkan pada tahun 1880-an dan merusak sebagian besar perkebunan kopi Arabika. Upaya rehabilitasi kopi Arabika dan Robusta sudah dilakukan, namun penyakit ini masih menjadi masalah di seluruh wilayah penghasil kopi di Indonesia dan menurunkan produksi 20%–70% (Budiani, Susanti, Mawardi, Santoso, & Siswanto, 2004; Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, 2011). Demikian pula di negara lain, seperti Amerika, penyakit karat daun merusak pertanaman kopi Arabika dan menurunkan produksi hingga 80% pada tahun 1970-an (Semangun, 2008). Tahun 1980, penyakit ini merusak perkebunan kopi dan menyebabkan kehilangan hasil lebih dari 50% di Sri Lanka (Brown, Whan, Kenny, & Merriman, 1995) dan 15%–25% di Kolumbia (Castillo-Z, 1989).

Jamur *H. vastatrix* memengaruhi pertumbuhan tanaman dan hasil kopi, baik kualitas maupun kuantitas. Serangan jamur ini ditandai dengan bercak berwarna kuning sampai oranye di permukaan bawah daun. Pada bagian bercak akan muncul serbuk berwarna oranye, menyebabkan area fotosintesis berkurang, dan menghambat pertumbuhan tanaman. Banyaknya daun yang gugur sebagai gejala lanjut dari serangan penyakit ini menyebabkan jumlah bunga dan biji kopi yang dihasilkan menurun (Brown, Whan, Kenny, & Merriman, 1995; Harni, Taufiq, & Martono, 2015).

Pengendalian penyakit karat daun yang banyak dilakukan petani adalah menggunakan fungisida sintetis. Penggunaan fungisida sintetis dalam jangka panjang akan mengakibatkan munculnya ras fisiologi baru *H. vastatrix* (Agrios, 2005) serta kerusakan lingkungan dan kesehatan manusia. Oleh karena itu, diperlukan teknologi alternatif yang lebih ramah lingkungan, yaitu menggunakan fungisida nabati.

Indonesia kaya dengan keragaman hayati tanaman, di antaranya jenis tanaman yang berpotensi untuk dijadikan sebagai fungisida nabati, seperti cengkeh, serai wangi, bawang putih, nimba, babadotan, mahoni, dan serai (El-Zemiti & Ahmed, 2005; Ekowati,

Sucianto, Muljowati, & Dewi, 2009; Perello, Noll, & Slusarenko, 2013; Deng, Li, Peng, & Hao, 2013; Harni, Amaria, & Supriadi, 2013; Harni & Baharuddin, 2014). Medice, Alves, de Assis, Magno Júnior, & Lopes (2007) telah menguji pengaruh minyak dari *eucalyptus* (*Corymbia citriodora*), *thyme* (*Timus vulgaris*), nimba (*Azadirachta indica*), dan serai wangi (*Cymbopogon nardus*) terhadap uredospora *Phakopsora pachyrhizi* penyebab karat daun kedelai di rumah kaca. Minyak-minyak tersebut terbukti dapat menghambat perkecambahan dan perkembangan uredospora. Ginting (2006) juga melaporkan penggunaan ekstrak rimpang jahe, kunyit, serai wangi, dan cengkeh untuk mengendalikan penyakit karat daun secara *in vitro*, sedangkan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao (2011) menggunakan ekstrak daun mahoni 0,1%. Sementara itu, Pereira, Lucas, Perina, & Alves (2012) melakukan pengujian *in vitro* dan rumah kaca menggunakan minyak atsiri dari kayu manis, serai wangi, cengkeh, *melaleuca*, *eucalyptus*, *thyme* (*T. vulgaris*), dan nimba terhadap *H. vastatrix* penyebab karat daun kopi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa minyak atsiri dapat menekan perkecambahan uredospora dan intensitas serangan *H. vastatrix* pada daun kopi.

Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh minyak dan ekstrak tanaman terhadap perkecambahan uredospora dan intensitas serangan *H. vastatrix* pada tanaman kopi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi, mulai bulan Januari sampai Desember 2016.

Inokulum *Hemileia vastatrix*

Uredospora *H. vastatrix* dikumpulkan dari daun yang terinfeksi secara alami pada kopi Arabika kultivar Ateng di Desa Cikandang, Kecamatan Cikajang, Kabupaten Garut, Jawa Barat, dengan ketinggian tempat 1.450 m dari permukaan laut (dpl), terletak pada posisi 7° 21' 34,4" S dan 107° 44' 57,6" E. Uredospora diambil dengan kuas dan disimpan dalam tabung reaksi maksimal 48 jam sebelum digunakan. Pada proses inokulasi, suspensi uredospora dibuat dengan menambahkan 0,5 g uredospora ke dalam 1 l air

steril. *Uredospora* dalam suspensi diratakan dengan menambahkan 0,025% *tween 80*.

Minyak dan Ekstrak Tanaman

Minyak adalah zat cair berlemak, biasanya kental, tidak larut dalam air, larut dalam eter dan alkohol, serta mudah terbakar, sedangkan ekstrak adalah zat yang dihasilkan dari proses ekstraksi bahan mentah secara kimiawi. Minyak tanaman yang digunakan adalah minyak cengkeh, nimba, serai wangi, dan kemiri sunan, sedangkan ekstrak tanaman yang digunakan adalah ekstrak daun babadotan dan mahoni serta asap cair. Minyak cengkeh dan nimba diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro), Bogor, sedangkan minyak serai wangi, kemiri sunan, dan asap cair dari Balitri, Sukabumi. Ekstrak mahoni dan babadotan dibuat dengan proses ekstraksi di laboratorium Balitri.

Ekstrak babadotan dan mahoni dibuat dengan cara mengumpulkan daun babadotan dan mahoni yang diperoleh dari Kebun Percobaan Pakuwon dan Gunung Putri, Jawa Barat. Pembuatan ekstrak kasar daun babadotan dan mahoni menggunakan metode Soesanthi & Samsudin (2014). Daun dikeringanginkan pada suhu kamar sampai kering, kemudian digiling sampai berbentuk serbuk. Serbuk diayak dengan saringan kawat kasa berjaln 0,5 mm. Ekstrak kasar dibuat dengan teknik maserasi, yaitu merendam masing-masing bahan uji dengan pelarut (metanol), dengan perbandingan 1:10 [w/v], selama 24 jam. Setelah itu, rendaman dikocok selama 2 jam, kemudian disaring menggunakan kertas saring. Filtrat dipisahkan dari pelarutnya menggunakan *rotary evaporator* (rotavap) pada suhu 40°C–50°C dan *waterbath* pada suhu 60°C–70°C. Substrat hasil pengeringan ini disebut sebagai ekstrak kasar yang akan digunakan dalam pengujian. Konsentrasi minyak dan ekstrak yang digunakan adalah 0,5%. Sebelum diuji, ke dalam minyak atau ekstrak tersebut ditambahkan 1% *tween 80*.

Uji Toksisitas Minyak dan Ekstrak Tanaman terhadap Perkecambahan *Uredospora Hemileia vastatrix*

Penelitian secara *in vitro* dilakukan untuk mengevaluasi toksisitas minyak dan ekstrak terhadap perkecambahan uredospora *H. vastatrix*. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 9 perlakuan dan 6 ulangan. Perlakuan yang digunakan terdiri dari minyak tanaman (cengkeh, serai wangi, nimba, dan kemiri sunan), ekstrak tanaman (mahoni, babadotan, dan asap cair), fungisida kimia (mankozebe 0,02%) sebagai pembanding, dan kontrol (hanya memakai air steril). Konsentrasi minyak dan ekstrak yang diuji adalah 0,5%. Perlakuan dilakukan di dalam

cawan petri berdiameter 6 cm yang telah berisi media agar air 2,0% (w/v). Minyak dan ekstrak ditambahkan ke dalam media pada saat suhu media sudah turun menjadi 40°C. Selanjutnya, 500 µl suspensi konidia *H. vastatrix* ditambahkan ke dalam media dan disebar pada permukaannya menggunakan spatula. Cawan petri kemudian diinkubasi dalam ruang gelap (23°C; 48 jam). Setelah inkubasi, perkecambahan dihentikan dengan menambahkan 4 tetes larutan *lactoglycerol*. Pengamatan persentase uredospora jamur yang berkecambah, serta pengaruh minyak dan ekstrak terhadap uredospora dilakukan di bawah mikroskop.

Uji *In Vitro* Minyak dan Ekstrak Tanaman terhadap Infeksi *Hemileia vastatrix* pada Daun Kopi

Uji minyak dan ekstrak pada daun kopi terhadap *H. vastatrix* dilakukan untuk melihat fitotoksitas dan efektifitas dari minyak dan ekstrak tanaman. Penelitian dilakukan secara *in vitro* menggunakan rancangan acak lengkap dengan 9 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuannya adalah minyak tanaman (kemiri sunan, cengkeh, serai wangi, dan nimba), ekstrak tanaman (babadotan, mahoni, dan asap cair), fungisida kimia (pembanding), dan kontrol. Perlakuan kontrol adalah daun hanya disemprot dengan uredospora *H. vastatrix*. Daun kopi yang digunakan berasal dari kopi Arabika kultivar Ateng yang peka terhadap *H. vastatrix* (Harni & Randriani, 2016). Daun yang sudah membuka penuh (daun ke-3 dan ke-4 dari pucuk) dipetik dengan tangkainya, disterilisasi permukaannya dengan alkohol 70%, lalu dibilas dengan air steril. Minyak dan ekstrak diaplikasikan dengan cara menyemprotkan pada seluruh permukaan atas dan bawah daun sampai basah, kemudian dikeringanginkan. Setelah kering, daun diinokulasi dengan cara menyemprotkan 50 µl suspensi uredospora pada permukaan bawah daun. Daun yang sudah diperlakukan dengan uredospora selanjutnya disimpan dalam cawan petri yang telah dialasi kertas saring yang dilembabkan dengan air steril. Cawan petri diinkubasi dalam ruang gelap (20°C; 48 jam), hari-hari selanjutnya pada kondisi terang dan gelap secara bergantian, masing-masing selama 12 jam, sampai akhir penelitian. Pengamatan dilakukan terhadap masa inkubasi dan intensitas serangan dengan menghitung bercak (*lesion*). Intensitas serangan dihitung menggunakan skor 1–9, mengacu pada metode Eskes & Toma-Braghini (1981).

Uji *In Vivo* Minyak dan Ekstrak Tanaman terhadap Serangan *Hemileia vastatrix*

Uji *in vivo* minyak dan ekstrak tanaman dilakukan untuk melihat fitotoksisitas dan efektivitas keduanya terhadap *H. vastatrix* pada tanaman kopi. Pengujian dilakukan pada tanaman kopi Arabika kultivar Ateng berumur 6 bulan yang ditanam di dalam polybag dengan media tanah dan pupuk kandang (2 : 1) sebanyak 5 kg. Selanjutnya, tanaman diperlakukan dengan minyak tanaman (cengkeh, serai wangi, nimba, dan kemiri sunan) dan ekstrak tanaman (mahoni, babadotan, dan asap cair) konsentrasi 0,5%, dengan cara menyemprotkan suspensi pada seluruh permukaan atas dan bawah daun. Pada saat bersamaan, tanaman diinokulasi dengan *H. vastatrix*. Inokulasi dilakukan pada sore hari, yaitu dengan cara menyemprotkan suspensi uredospora pada permukaan bagian bawah daun. Setelah inokulasi, tanaman diinkubasi dalam keadaan gelap selama 48 jam sebelum ditempatkan di rumah kaca. Setelah 30 hari, perlakuan diulang kembali (Pereira *et al.*, 2012). Pengamatan dimulai saat inokulasi dengan interval 10 hari. Variabel yang diamati adalah masa inkubasi, persentase dan intensitas serangan, daya hambat, tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang. Intensitas serangan dihitung berdasarkan skor serangan dengan skala 0–9 menurut Eskes & Toma-Braghini (1981). Intensitas serangan dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{\sum(ni \times i)}{(N \times V)} \times 100\%$$

Keterangan :

- I = intensitas serangan
- ni = jumlah daun dengan skor serangan ke-i
- i = skor daun terserang
- V = nilai skor dari kategori serangan tertinggi
- N = jumlah daun yang diamati

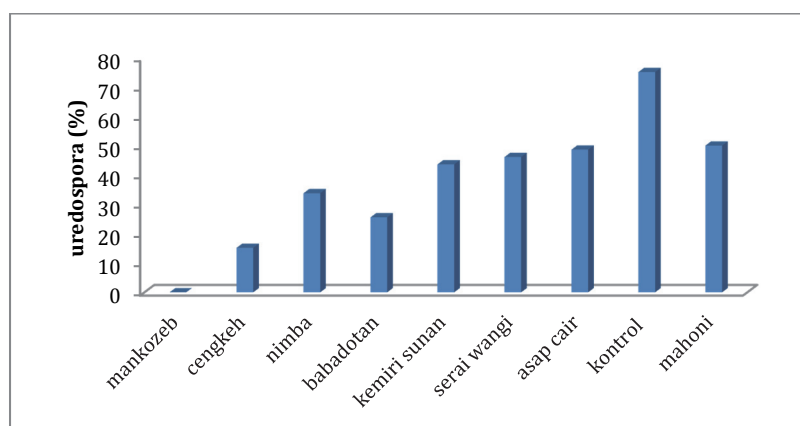
Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 ulangan, perlakuannya adalah minyak tanaman (kemiri sunan, cengkeh, serai wangi, dan nimba), ekstrak tanaman (babadotan, mahoni, asap cair), fungisida kimia mankozeb (pembanding), dan kontrol. Data hasil pengamatan dianalisis ragam, dan bila terdapat beda nyata dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey pada taraf 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Minyak dan Ekstrak Tanaman terhadap Perkecambahan Uredospora *Hemileia vastatrix*

Hasil pengamatan menunjukkan semua minyak dan ekstrak tanaman yang diuji dapat menekan perkecambahan uredospora *H. vastatrix* dibandingkan dengan kontrol. Minyak cengkeh, ekstrak babadotan dan minyak nimba, memberikan pengaruh yang besar dalam menekan perkecambahan uredospora *H. vastatrix*. Persentase jumlah spora yang berkecambah dari ke tiga perlakuan tersebut adalah 15,3%; 25,8% dan 34,0% (Gambar 1), dengan daya hambat masing-masing sebesar 84,7%; 74,2%; dan 66,0%. Sementara itu, minyak dan ekstrak tanaman yang lainnya (kemiri sunan, serai wangi, mahoni, dan asap cair) memiliki persentase jumlah spora yang berkecambah lebih rendah yaitu sebesar 43,8%–50,2%, dengan daya hambat 49,8%–56,2%.

Hasil pengamatan secara mikroskopis menunjukkan uredospora *H. Vastatrix* mengalami malformasi, dinding uredospora mengalami lisis dan mengkerut, hifa mengecil, serta sebagian dindingnya ada yang hancur. Kondisi berbeda ditunjukkan pada perlakuan kontrol, yaitu uredospora berkecambah membentuk hifa-hifa jamur yang normal. Hal ini disebabkan oleh kandungan bahan aktif dalam minyak atau ekstrak yang digunakan bersifat fungisidal, seperti terpinen dan *eugenol* pada cengkeh (Pereira *et al.*, 2012), *azadirachtin*, *meliantriol*, dan *salanin* pada nimba (Moslem & El-Kholie, 2009), *geraniol*, *sitral*, *nerol*, *metal heptenon*, dan *diptena* pada serai wangi (Nakahara, Alzoreky, Yoshihashi, Nguyen, & Trakoontivakorn, 2003), serta *α -elaostearic acid* pada kemiri sunan (Soesanthi & Samsudin, 2014). Senyawa-senyawa tersebut bersifat fungisidal yang dapat menghambat perkecambahan *H. vastatrix*. Pereira *et al.* (2012) melaporkan bahwa minyak atsiri (cengkeh, serai wangi, dan *thyme*) dapat menghambat perkecambahan uredospora *H. vastatrix* karena terjadi kerusakan pada vakuola dan sitoplasma sel. Piper, Calderon, Hatzixanthis, & Mollapour (2001) dan Rasooli, Rezaei, & Allameh (2006) juga melaporkan bahwa minyak esensial, seperti minyak dari *Cymbopogon* sp., *Timus* sp., *citronella*, *eugenol*, dan *Cynamomum* sp. yang mengandung bahan aktif sebagian besar dari kelompok monoterpen (*dimonene*, *cineole*, *bmyrcene*, *anethole*, *p-anisaldehyde*, *carvacrol*, *carvone*, *limonene*, *felandrene*, dan *pinene*), bila bersentuhan dengan sel dapat merusak permeabilitas membran sel.



Gambar 1. Pengaruh minyak dan ekstrak tanaman terhadap perkecambahan uredospora *Hemileia vastatrix* pada konsentrasi 0,5%

Figure 1. Effect of plant oils and extracts on *Hemileia vastatrix* uredospora germination at 0.5% concentration

Uji *In Vitro* Minyak dan Ekstrak Tanaman terhadap *Hemileia vastatrix* pada Daun Kopi

Hasil pengamatan menunjukkan semua minyak dan ekstrak tanaman pada konsentrasi 0,5% yang digunakan tidak bersifat fitotoksik, kecuali minyak cengkeh. Ini berarti semua minyak dan ekstrak tanaman dapat digunakan sebagai fungisida nabati. Fitotoksik yang terjadi pada perlakuan minyak cengkeh diduga karena konsentrasi yang digunakan terlalu tinggi. Pereira *et al.* (2012) juga menggunakan minyak cengkeh (konsentrasi 1.000 ppm) pada daun kopi untuk mengendalikan *H. vastratrix*. Pada konsentrasi tersebut minyak cengkeh tidak bersifat fitotoksik.

Semua perlakuan minyak dan ekstrak tanaman dapat memperpanjang masa inkubasi (kecuali asap cair), sekaligus menekan persentase dan intensitas serangan *H. vastatrix* pada daun kopi dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1). Masa inkubasi terlama ditunjukkan pada perlakuan nimba, yaitu 39,5 hari, berbeda nyata dengan serai wangi, asap cair, dan kontrol, yaitu masing-masing 24,8; 21,7; dan 21,7 hari. Namun demikian, tidak berbeda nyata dengan minyak/ekstrak cengkeh, mahoni, babadotan, dan kemiri sunan, yaitu berturut-turut 30,0; 28,2; 27,3; dan 27,2 hari. Lamanya masa inkubasi *H. vastatrix* pada perlakuan aplikasi minyak nimba dan minyak cengkeh hampir sama dengan penggunaan fungisida kimia, yaitu 30,0 hari (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh minyak dan ekstrak tanaman terhadap perkembangan penyakit karat daun kopi pada konsentrasi 0,5% *in vitro*
Table 1. Effect of plant oils and extracts on the development of rust disease at 0.5% concentration in vitro

Perlakuan	Masa inkubasi (hari)	Persentase serangan	Intensitas serangan (%)	Keterangan
Minyak serai wangi	24,8 bc	66,7 b	30,0 b	Tidak fitotoksik
Minyak cengkeh	30,0 ab	33,3 c	11,1 d	Fitotoksik
Minyak kemiri sunan	27,2 ab	55,6 b	30,7 b	Tidak fitotoksik
Minyak nimba	39,5 a	44,4 bc	22,0 cd	Tidak fitotoksik
Ekstrak mahoni	28,2 ab	55,6 b	28,3 b	Tidak fitotoksik
Ekstrak babadotan	27,3 ab	44,4 bc	23,3 cd	Tidak fitotoksik
Asap cair	21,7 c	66,7 b	40,3 ab	Tidak fitotoksik
Fungisida kimia (mankozebe)	30,0 ab	22,0 c	12,3 d	Tidak fitotoksik
Kontrol	21,7 c	88,8 a	56,7 a	Tidak fitotoksik

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

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

Hasil pengamatan pengaruh minyak dan ekstrak tanaman terhadap persentase serangan *H. vastatrix* *in vitro* masih cukup tinggi dibandingkan dengan perlakuan fungisida kimia, yaitu 33,3%–66,7%, tetapi lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Intensitas serangan *H. vastatrix* pada perlakuan minyak cengkeh, nimba, dan ekstrak babadotan cukup rendah, yaitu masing-masing 11,1%; 22,2%; dan 23,3%, sedangkan pada perlakuan minyak dan ekstrak yang lain, seperti minyak kemiri sunan, serai wangi, ekstrak mahoni, dan asap cair mencapai 28,3%–40,3%, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan fungisida kimia yang hanya sebesar 12,3% (Tabel 1). Rendahnya intensitas serangan pada perlakuan minyak dan ekstrak tanaman seperti cengkeh, nimba, dan babadotan disebabkan oleh bahan aktif di dalamnya yang bersifat fungisidal sehingga dapat membunuh uredospora (uredospora tidak berkecambah). Meskipun berkecambah, dinding sel hifa akan mengalami permeabilitas sehingga banyak uredospora yang tidak dapat menembus (berpenetrasi) ke dalam jaringan epidermis. Menurut Knobloch, Pauli, Iberl, Weigand, & Weis (1989) dan Harni, Amaria, & Supriadi (2013), senyawa yang bersifat antifungal, seperti *eugenol* yang termasuk kelompok terpenoid golongan monoterpen, mampu menekan pertumbuhan jamur patogen, seperti *Phytophthora palmivora*. Senyawa-senyawa ini dapat menghambat proses metabolisme jamur sehingga mengganggu pertumbuhannya. Moslem & El-Kholie (2009) melaporkan bahwa nimba mengandung *azaridachtin*, *nimonol*, dan terpen yang bersifat antifungal terhadap *Fusarium oxysporum* dan *Rizoctonia solani*. Babadotan mengandung senyawa saponin, alkaloid, tanin, fenolik, flavanoid, dan triterpenoid (Soesanthi & Samsudin, 2014) yang bersifat antifungal dan dapat menghambat pertumbuhan *Fusarium solani* (Javed & Bashir, 2012).

Penelitian lain mengenai penggunaan minyak esensial untuk mengendalikan patogen tanaman adalah yang dilakukan oleh Pereira *et al.* (2012), yaitu menggunakan minyak cengkeh, serai wangi, dan *thyme* untuk mengendalikan *H. vastatrix*. Hasil penelitiannya, minyak cengkeh, serai wangi, dan *thyme* dapat menyebabkan kerusakan pada uredospora *H. vastatrix*, seperti perubahan morfologi hifa selama perkecambahan,

membran plasma pecah, serta kerusakan mitokondria dan organel sel lainnya. Selain itu, Piper *et al.* (2001), de Billerbeck, Roques, Bessière, Fonvieille, & Dargent (2001), dan Rasooli, Rezaei, & Allameh (2006) menjelaskan bahwa minyak esensial dapat merusak permeabilitas sel. Lebih lanjut, Helal, Sarhan, Abu Shahla, & Abou El-Khair (2007) melaporkan bahwa minyak serai wangi menyebabkan hancurnya dinding hifa beberapa sel *Aspergillus niger* dan *A. flavus*, serta minyak *thyme* dapat merusak membran sitoplasma dan mitokondria (Liu *et al.*, 2009).

Uji In Vivo Minyak dan Ekstrak Tanaman terhadap *Hemileia vastatrix* pada Tanaman Kopi di Rumah Kaca

Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak dan ekstrak tanaman yang diuji dapat menekan perkembangan penyakit karat daun (masa inkubasi, intensitas, dan persentase serangan) dibandingkan dengan kontrol. Masa inkubasi pada perlakuan minyak dan ekstrak tanaman lebih lama dibandingkan dengan kontrol. Masa inkubasi terlama, yaitu 35,4 hari, ditunjukkan pada perlakuan minyak nimba, meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang lain, kecuali dengan asap cair dan kontrol. Masa inkubasi minyak cengkeh, kemiri sunan, ekstrak babadotan, mahoni, dan minyak serai wangi, yaitu berturut-turut 30,0; 27,0; 27,0; 26,2; dan 24,8 hari. Perlakuan asap cair menghasilkan masa inkubasi tercepat, yaitu 21,2 hari, meskipun tidak berbeda dengan kontrol, yaitu 21,0 hari (Tabel 2).

Pengujian minyak dan ekstrak tanaman di rumah kaca menunjukkan minyak cengkeh masih memperlihatkan gejala fitotoksik pada daun kopi, yaitu daun seperti terbakar, menghitam, dan rontok, yang mulai terlihat pada hari ke-5 setelah perlakuan. Gejala tersebut terus berlanjut hingga akhirnya tanaman mati setelah minggu ke-4. Sementara itu, minyak dan ekstrak tanaman lainnya tidak memperlihatkan gejala fitotoksik. Pada perlakuan serai wangi, asap cair, dan mahoni, gejala serangan *H. vastatrix* terlihat jelas dengan terbentuknya uredospora pada permukaan bawah daun kopi, sedangkan pada perlakuan minyak nimba, kemiri sunan, dan ekstrak babadotan, gejala serangan hanya berbentuk bercak kuning dan tidak ditemukan uredospora.

Tabel 2. Pengaruh minyak dan ekstrak tanaman terhadap masa inkubasi, persentase, dan intensitas serangan *Hemileia vastatrix* pada tanaman kopi 3 bulan setelah aplikasi

Table 2. Effects of plant oils and extracts on the incubation period, the percentage and attack intensity of *Hemileia vastatrix* on coffee seedlings at 3 months after application

Perlakuan	Masa inkubasi (hari)	Persentase serangan	Intensitas serangan (%)	Daya hambat (%)
Minyak serai wangi	24,8 ab	28,0 a	14,0 b	36,9
Minyak cengkeh	30,0 a	0,0* c	0,0* c	100,0*
Minyak kemiri sunan	27,0 a	10,5 bc	5,2 c	76,6
Minyak nimba	35,4 a	4,0 c	3,6 c	83,8
Ekstrak mahoni	26,2 a	26,0 a	13,8 b	37,8
Ekstrak babadotan	27,0 a	12,0 b	7,6 bc	65,8
Asap cair	21,2 b	28,5 a	16,2 b	24,0
Fungisida kimia (mankozebe)	29,0 a	14,0 b	8,8 bc	60,4
Kontrol	21,0 b	32,0 a	22,2 a	-

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf 5%, * fitotoksik (daun tanaman seperti terbakar, mengering, layu, rontok, dan akhirnya tanaman mati)

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Tukey's test at 5% level, *phytotoxicity (the leaves appeared as burnt, dried, withered, fell, then die)

Intensitas serangan *H. vastatrix* pada tanaman kopi setelah diberi perlakuan minyak dan ekstrak tanaman lebih rendah dibandingkan dengan kontrol (Tabel 2). Intensitas serangan pada perlakuan minyak nimba, kemiri sunan, dan ekstrak babadotan, yaitu masing-masing 3,6%; 5,2%; dan 7,6% lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak mahoni, minyak serai wangi, dan asap cair, yaitu masing-masing 13,8%; 14,0%; dan 16,2%. Daya hambat pada perlakuan minyak nimba, kemiri sunan, dan ekstrak babadotan, masing-masing sebesar 83,8%; 76,6%; dan 65,8%, lebih tinggi daripada ekstrak mahoni, minyak serai wangi, dan asap cair yang masing-masing hanya sebesar 37,8%; 36,9%; dan 24,0%. Sementara itu, fungisida kimia dengan intensitas serangan 8,8% memiliki daya hambat 60,4%. Intensitas serangan pada kontrol mencapai 22,2%. Menurut Moslem & El-Kholie (2009), nimba mengandung *azadirachtin* yang bersifat antifungal terhadap *F. oxysporum* dan *R. solani*. Selain itu, Al-Hazmi (2013) menjelaskan ekstrak nimba juga bersifat antifungal terhadap *Pythium aphanidermatum*, *Alternaria alternata*, *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium oxysporum*, *Helminthosporium* sp., dan *Thilaeiopsis* sp., dengan daya hambat 21,74%–57,26%.

Perlakuan minyak kemiri sunan di rumah kaca memperlihatkan pengaruh lebih baik dalam menekan intensitas serangan *H. vastatrix* dibanding dengan percobaan *in vitro*. Hal ini diduga, di samping bersifat fungistatik, kemiri sunan juga bersifat menginduksi ketahanan tanaman. Menurut Vogt (2010), metabolit

sekunder tanaman, seperti alkaloid, terpenoid, fenol, flavanoid, dan turunannya dapat menginduksi ketahanan tanaman jalur *systemic acquired resistance* melalui lintasan asam salisilat-fenil propanoid. Hasil penelitian Pereira *et al.* (2012) juga menunjukkan bahwa beberapa minyak atsiri dapat menginduksi ketahanan tanaman bila diberikan pada konsentrasi yang rendah.

Hasil pengamatan pengaruh minyak dan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan tanaman kopi menunjukkan bahwa minyak dan ekstrak tanaman yang digunakan tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman dan diameter batang, tetapi berpengaruh terhadap jumlah daun (Tabel 3). Jumlah daun terendah pada perlakuan minyak serai wangi tidak berbeda dengan kontrol, menandakan banyaknya daun yang rontok akibat infeksi *H. vastatrix*. Tinggi tanaman pada perlakuan minyak dan ekstrak tanaman adalah 26,4–30,9 cm, tidak berbeda nyata dengan kontrol, yaitu 27,5 cm. Hal serupa juga ditunjukkan oleh variabel diameter batang.

Brown *et al.* (1995) dan Harni *et al.* (2015) melaporkan bahwa *H. vastatrix* menyerang daun dengan gejala bercak kuning sampai oranye pada permukaan bawah daun yang mengandung serbuk berwarna oranye (*uredospora*), kemudian bercak bergabung sehingga lama kelamaan daun menguning dan akhirnya gugur. Di samping itu, infeksi *H. vastatrix* juga menyebabkan area fotosintesis berkurang sehingga akan memengaruhi pertumbuhan tanaman.

Tabel 3. Pengaruh minyak dan ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan tanaman kopi yang terinfeksi *Hemileia vastatrix* 3 bulan setelah infeksi

Table 3. Effect of plant oils and extracts on the growth of coffee seedling infected by *Hemileia vastatrix* at 3 months after infection

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Diameter batang (cm)
Serai wangi	30,7	8,8 b	0,64
Cengkeh	-*	-*	-*
Mahoni	28,1	21,6 a	0,60
Babadotan	29,3	15,8 a	0,60
Kemiri sunan	28,5	17,0 a	0,60
Nimba	30,8	15,2 a	0,64
Asap cair	26,4	12,2 ab	0,52
Fungisida kimia (mankozebe)	29,7	15,2 a	0,62
Kontrol	27,5	10,0 b	0,56

Keterangan : *tanaman >50% daun mengering, layu, dan gugur hingga tanaman mati

Notes : * > 50% the leaves dried, withered, fallen, then finally the whole plant died

Hasil penelitian ini memberikan harapan untuk menjadikan minyak dan ekstrak tanaman sebagai salah satu teknik pengendalian penyakit karat daun kopi dalam rangka mengurangi penggunaan pestisida sintetik yang menyebabkan kerusakan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Penelitian ini baru dilakukan ditingkat *in vitro* dan rumah kaca sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk diuji di lapangan pada kondisi yang berbeda-beda. Minyak dan ekstrak tanaman juga dapat digunakan untuk mendukung pertanian kopi organik yang menghindari penggunaan pestisida sintetik.

KESIMPULAN

Minyak cengkeh, nimba, serai wangi, dan kemiri sunan, serta ekstrak babadotan, mahoni, dan asap cair dapat menekan perkecambahan uredospora *H. vastatrix*. Minyak nimba dan kemiri sunan serta ekstrak babadotan sangat potensial menekan infeksi *H. vastatrix* pada tanaman kopi di rumah kaca dari 22,2% menjadi 3,6%; 5,2%; dan 7,6% serta daya hambat sebesar 83,8%; 76,6%; dan 65,8%. Diperlukan pengujian lebih lanjut untuk mengetahui mekanisme kerja dari masing-masing fungisida nabati dalam menekan patogen *H. vastatrix* penyebab karat daun kopi. Disamping itu, perlu penelitian lebih lanjut untuk minyak cengkeh, terutama terhadap konsentrasi yang digunakan karena diduga pada konsentrasi yang lebih rendah, fungisida nabati ini tidak bersifat fitotoksik pada tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian atas dukungan dan penyediaan anggaran melalui DIPA Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar TA 2016 dan kepada Bapak Sumantri dan Euis yang telah membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology. Fifth Edition*. New York: Elsevier Academic Press. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Al-Hazmi, R. H. M. (2013). Effect of Neem (*Azadirachta indica*) leaves and seeds extract on the growth of six of the plant disease causing fungi. *Global Advanced Research Journal of Microbiology*, 2(5), 2315–5116.
- Brown, J. S., Whan, J. H., Kenny, M. K., & Merriman, P. R. (1995). The effect of coffee leaf rust on foliation and yield of coffee in Papua New Guinea. *Crop Protection*, 14(7), 589–592. [http://doi.org/10.1016/0261-2194\(95\)00040-2](http://doi.org/10.1016/0261-2194(95)00040-2)
- Budiani, A., Susanti, I., Mawardi, S., Santoso, D.A., & Siswanto. (2004). Ekspresi β -1,3 glukonase dan kitinase pada tanaman kopi arabika (*Coffea arabica* L.) tahan dan rentan karat daun. *Menara Perkebunan*, 72(2), 57–70.

- Castillo-Z, J. (1989). Breeding for rust resistance in Colombia. In *Coffee Rust: Epidemiology, resistance and management* (pp. 307–316). Florida: CRC Press, Inc.
- de Billerbeck, V. G., Roques, C. G., Bessière, J. M., Fonvieille, J. L., & Dargent, R. (2001). Effects of *Cymbopogon nardus* (L.) W. Watson essential oil on the growth and morphogenesis of *Aspergillus niger*. *Canadian Journal of Microbiology*, 47(1), 9–17. <http://doi.org/10.1139/cjm-47-1-9>
- Deng, J., Li, W., Peng, X., & Hao, X. H. (2013). Research Article Study on the potential of antifungal activity of essential oils against fungal pathogens of fruits and vegetables. *J. Chem. Pharm. Res.*, 5(12), 443–446.
- Ekowati, N., Sucianto, E. T., Muljowati, J. S., & Dewi, R. . (2009). Uji aktivitas antibiosis beberapa isolat *Gliocladium* dan *Trichoderma* terhadap mikroba patogen dengan pH awal fermentasi yang berbeda. *Jurnal Inovasi*, 3(2), 69–77.
- El-Zemiti, S. R., & Ahmed, S. M. (2005). Antifungal activity of some essential oils and their major chemical constituents against some phytopathogenic fungi. *J. Pest. Cont. & Environ. Sci.*, 13(1), 61–72.
- Eskes, A. B., & Toma-Braghini, M. (1981). Assesment methods for resistance to coffee rust (*Hemileia vastatrix* B et Br.). *Pl. Prot. Bull. FAO*, 29, 56–66. Retrieved from agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301988652
- Ginting, C. (2006). Perkecambahan uredospora *Hemileia Vastatrix*. *J. HPT Tropika*, 6(1), 52–58.
- Harni, R., Amaria, W., & Supriadi. (2013). keefektifan beberapa formula fungisida nabati eugenol dan sitronella terhadap *Phytophthora palmivora* Bult. Asal Kakao. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 4(1), 11–18. <http://doi.org/10.21082/jtidp.v4n1.2013.p11-18>
- Harni, R., & Baharuddin, B. (2014). Keefektifan Minyak Cengkeh, Serai Wangi, dan Ekstrak Bawang Putih terhadap Penyakit Vascular Streak Dieback (*Ceratobasidium theobromae*) Pada Kakao. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 1(3), 167–174. <http://doi.org/10.21082/jtidp.v1n3.2014.p167-174>
- Harni, R., & Randriani, E. (2016). Penyakit karat daun pada beberapa varietas kopi Arabika di kabupaten Garut. *Medkom Perkebunan Tanaman Industri Dan Penyegar*, 4(7), 66.
- Harni, R., Taufiq, E., & Martono, B. (2015). Ketahanan pohon induk kopi Liberika terhadap penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix* B. Et Br.) di Kepulauan Meranti. *J. Tidp*, 2(1), 35–42. <http://doi.org/10.21082/jtidp.v2n1.2015.p35-42>
- Helal, G. A., Sarhan, M. M., Abu Shahla, A. N. K., & Abou El-Khair, E. K. (2007). Effects of *Cymbopogon citratus* L. essential oil on the growth, morphogenesis and aflatoxin production of *Aspergillus flavus* ML2-strain. *Journal of Basic Microbiology*, 47(1), 5–15. <http://doi.org/10.1002/jobm.200610137>
- Javed, S., & Bashir, U. (2012). Antifungal activity of different extracts of *Ageratum conyzoides* for the management of *Fusarium solani*. *African Journal of Biotechnology*, 11(49), 11022–11029. <http://doi.org/10.5897/AJB12.366>
- Knobloch, K., Pauli, A., Iberl, B., Weigand, H., & Weis, N. (1989). Antibacterial and antifungal properties of essential oil components. *Journal of Essential Oil Research*, 1(3), 119–128. <http://doi.org/10.1080/10412905.1989.9697767>
- Liu, X., Wang, L. P., Li, Y. C., Li, H. Y., Yu, T., & Zheng, X. D. (2009). Antifungal activity of thyme oil against *Geotrichum citri-aurantii* in vitro and in vivo. *Journal of Applied Microbiology*, 107(5), 1450–1456. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2009.04328.x>
- Medice, R., Alves, E., de Assis, R. T., Magno Júnior, R. G., & Lopes, E. A. das G. L. (2007). Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. *Ciência E Agrotecnologia*, 31(1), 83–90. <http://doi.org/10.1590/S1413-70542007000100013>
- Moslem, M., & El-Kholie, E. (2009). Effect of *Neem* (*Azadirachta indica* A. Juss) seeds and leaves extract on some plant pathogenic fungi. *Pakistan Journal of Biological Science*, 12(14), 1045–1048. Retrieved from <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/pjbs/2009/1045-1048.pdf>
- Nakahara, K., Alzoreky, N. S., Yoshihashi, T., Nguyen, H. T. T., & Trakoontivakorn, G. (2003). Chemical composition and antifungal activity of essential oil from *Cymbopogon nardus* (Citronella Grass). *Japan Agricultural Research Quarterly*, 37(4), 249–252. <http://doi.org/10.6090/jarq.37.249>
- Pereira, R. B., Lucas, G. C., Perina, F. J., & Alves, E. (2012a). Essential oils for rust control on coffee plants. *Ciência E Agrotecnologia*, 36(1), 16–24. <http://doi.org/10.1590/S1413-70542012000100002>

- Perello, A., Noll, U., & Slusarenko, A. J. (2013). In vitro efficacy of garlic extract to control fungal pathogens of wheat. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(24), 1809–1817. <http://doi.org/10.5897/jmpr12.511>
- Piper, P., Calderon, C. O., Hatzixanthis, K., & Mollapour, M. (2001). Weak acid adaptation: The stress response that confers yeasts with resistance to organic acid food preservatives. *Microbiology*, 147(10), 2635–2642. <http://doi.org/10.1099/00221287-147-10-2635>
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. (2011). *Seratus Tahun Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia 1911-2011*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.
- Rasooli, I., Rezaei, M. B., & Allameh, A. (2006). Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus eriocalyx* and *Thymus x-porlock*. *Food Control*, 17(5), 359–364. <http://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2004.12.002>
- Semangun, H. (2008). *Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan Di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Retrieved from <http://ugmpress.ugm.ac.id/id/product/teknologi-pertanian/penyakit-penyakit-tanaman-perkebunan-di-indonesia>
- Soesanthy, F., & Samsudin. (2014). Pengaruh Beberapa Jenis Formula Insektisida Nabati untuk Melindungi Buah Kakao dari Serangan Penggerek. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 1(2), 69–78.
- Vogt, T. (2010). Phenylpropanoid biosynthesis. *Molecular Plant*, 3(1), 2–20. <http://doi.org/10.1093/mp/ssp106>

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
 DAN PENYEGAR**
 Journal of Industrial and Beverage Crops
 Volume 5, Nomor 2, Juli 2018

**ANALISIS KERAGAMAN GENETIK 21 GENOTIPE TEH
 [Camellia sinensis (L.) O. Kuntze] BERDASARKAN PENANDA RAPD**

**GENETIC VARIABILITY OF 21 TEA GENOTYPES [Camellia sinensis (L.) O. Kuntze] BASED ON
 RAPD MARKERS**

* Budi Martono dan Syafaruddin

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Jl. Raya Pakuwon Km.2 Parungkuda, Sukabumi

* budimartono@hotmail.com

(Tanggal diterima: 05 April 2018, direvisi: 23 April 2018, disetujui terbit: 31 Juli 2018)

ABSTRAK

Keragaman genetik dalam koleksi plasma nutfah tanaman merupakan salah satu syarat penting dalam upaya merakit varietas unggul baru. Informasi mengenai keragaman genetik dapat diperoleh melalui analisis menggunakan penanda molekuler *random amplified polymorphic DNA* (RAPD). Tujuan penelitian adalah mengetahui keragaman genetik 21 genotipe teh menggunakan penanda RAPD. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Seameo Biotrop, Bogor, mulai bulan Juli sampai September 2013. DNA genom diisolasi dari sampel daun teh, selanjutnya diamplifikasi menggunakan primer OPA 03, OPA 05, OPB 04, OPB 06, OPC 06, dan OPD 08. Hasil elektroforesis diubah ke dalam bentuk data biner. Perhitungan koefisien kesamaan genetik dan analisis kluster menggunakan perangkat lunak NTSYS-pc versi 2.10. Hasil penelitian diperoleh 50 pita polimorfik (94,34%) dan 3 pita monomorfik (5,66%). Analisis kluster berdasarkan jarak genetik Nei menggunakan metode *unweighted pair-group method with arithmetic* (UPGMA) memisahkan 21 genotipe teh ke dalam 2 kluster utama pada nilai kesamaan genetik 0,48. Kelompok 1 terdiri dari 20 genotipe, sedangkan kelompok 2 hanya terdiri dari satu genotipe (Sin 27). Rentang matriks nilai kesamaan genetik adalah 28%–92%. Kesamaan genetik terendah (28%) ditunjukkan pasangan genotipe GMB 4 dan Sin 27, sedangkan yang tertinggi (92%) antara genotipe AS 2 dan AS 1. Informasi yang diperoleh dan didukung dengan karakter agronomis dapat dimanfaatkan dalam program pemuliaan maupun konservasi plasma nutfah teh.

Kata kunci: *Camellia sinensis*, keragaman genetik, penanda RAPD

ABSTRACT

Knowing the genetic diversity in the tea germplasms collection is one of important conditions for assembling new superior varieties. Information of genetic diversity can be obtained through analysis using RAPD molecular markers. The study aimed to determine the genetic diversity of 21 tea genotypes based on RAPD markers. The research was conducted in Integrated Laboratory, Seameo Biotrop, Bogor, from July to September 2013. Genomic DNA was isolated from 21 tea genotypes leaf samples, then amplified with primer OPA 03, OPA 05, OPB 04, OPB 06, OPC 06, and OPD 08. Electrophoresis result was converted into binary data. The genetic similarity and cluster analysis calculation was done using NTSYS-pc version 2.10. In this research, 50 polymorphic bands (94,34%) and 3 monomorphic band (5,66%) were obtained. Cluster analysis based on Nei's genetic distance using the unweighted pair-group method with arithmetic (UPGMA) divided 21 tea genotypes into two groups at a genetic similarity value of 0,48. Group 1 consisted of 20 tea genotypes, while the second group comprised only a one genotype (Sin 27). The range of genetic similarity matrix was between 28%–92%, the lowest genetic similarity (28%) was found between GMB 4 and Sin 27 genotypes, while the highest (92%) was found between AS 2 and AS 1 genotypes. The information obtained can be utilized in breeding programs with the support of agronomic characters as well as in the conservation of tea germplasm.

Keywords: *Camellia sinensis*, genetic variability, RAPD marker

PENDAHULUAN

Teh merupakan komoditas unggulan perkebunan Indonesia yang berperan cukup penting dalam perekonomian nasional. Pada tahun 2016, teh memberikan sumbangan devisa negara sebesar US\$ 84.661 juta dan mampu menyerap tenaga kerja sebanyak 100.642 orang dengan melibatkan 112.551 kepala keluarga (KK) petani. Total produksi teh Indonesia mencapai 146.168 ton dengan luas pengembangan 118.252 ha, yang terdiri dari perkebunan rakyat (PR) 44,83%, perkebunan besar negara (PBN) 30,60%, dan perkebunan besar swasta (PBS) 24,58%. Tingkat produktivitas rata-rata teh nasional sebesar 1.495 kg/ha pada tahun 2015 (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2017b). Kondisi ini menempatkan Indonesia sebagai produsen teh nomor tujuh dunia setelah China, India, Kenya, Sri Lanka, Vietnam, dan Turki.

Program pengembangan tanaman teh masih dihadapkan pada beberapa permasalahan, baik di tahapan hulu maupun hilir. Permasalahan di tahapan hulu, antara lain kondisi tanaman yang sudah tua dan tidak produktif, terjadinya alih fungsi lahan, kurangnya intensitas pemeliharaan kebun (terutama perkebunan rakyat), serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), implementasi *good agricultural practices* (GAP) yang belum konsisten, serta dampak perubahan iklim. Selain perbaikan teknik budi daya dan usaha intensifikasi lainnya, peningkatan produksi, produktivitas, dan mutu teh dapat dilakukan melalui penggunaan benih unggul.

Seiring perkembangan dan pengembangan tanaman teh di Indonesia, telah banyak genotipe unggul yang dianjurkan oleh Balai Penelitian Teh dan Kina (BPTK) Gambung dari tahun 1955, 1971, 1974, 1976, dan 1978 (Astika & Muchtar, 1978). Beberapa genotipe teh menjadi bahan tanam anjuran skala besar pada tahun 1978. Genotipe TRI 2024, TRI 2025, SKM-116, PS-125, Cin 176, SKM 123 direkomendasikan untuk dataran rendah <800 m di atas permukaan laut (dpl), genotipe TRI 2024, TRI 2025, PG 18, KP 4, Kiara 8, PS 1, dan Cin 143 untuk dataran sedang (800–1.200 m dpl), dan genotipe Cin 143, TRI 2024, TRI 2025, Kiara 8, dan PS 1 untuk dataran tinggi (>1.200 m dpl). Pada tahun 1988 telah dihasilkan genotipe-genotipe anjuran seri Gambung, yaitu GMB 1 sampai GMB 5, yang dilepas oleh Menteri Pertanian, dengan potensi produksi lebih dari 3.400 kg pucuk kering/ha/tahun pada tahun ketiga (Pusat Penelitian Teh dan Kina, 2006).

Upaya untuk menghasilkan dan menyediakan bahan tanam unggul dengan potensi produksi tinggi, tahan hama dan penyakit, serta mempunyai pertumbuhan cepat terus dilakukan. Tahun 1998, Pusat

Penelitian Teh dan Kina (PPTK) Gambung melalui Menteri Perkebunan dan Kehutanan telah melepas 6 genotipe baru seri Gambung, yaitu GMB 6 sampai GMB 11 dengan potensi produksi dapat mencapai >4.000 kg/ha/tahun (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2017a; Pusat Penelitian Teh dan Kina, 2006).

Sebagian besar produksi teh Indonesia diekspor dalam bentuk teh hitam sehingga genotipe-genotipe teh yang dianjurkan untuk dikembangkan pada umumnya dari kelompok *assamica*. Petani/pekebun pada umumnya lebih menyukai teh *assamica* karena memiliki sifat produktivitas tinggi. Indonesia juga menghasilkan teh hijau yang bahan bakunya berasal dari pucuk teh *assamica* sehingga kualitasnya tidak dapat memenuhi standar ekspor atau hanya cocok untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri.

Menurut Yamanishi (1991), bahan baku yang sesuai untuk membuat teh hijau yang berkualitas baik adalah pucuk teh sinensis. Genotipe teh sinensis yang dianjurkan untuk dikembangkan di Indonesia adalah GMBS 1 sampai dengan GMBS 5 (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2017a), serta Tambi 1 dan Tambi 2 (Kementerian Pertanian, 2018a; Kementerian Pertanian, 2018b). Beberapa genotipe teh sinensis lainnya merupakan hasil introduksi yang sudah berkembang di masyarakat, antara lain Yabukita, Sukoi, Sin 27, dan Sin 28. Selain itu, di beberapa daerah sentra produksi teh masih banyak dijumpai tanaman teh sinensis yang asal-usul bahan tanamnya tidak diketahui karena diperbanyak menggunakan biji (*illegitiem*).

Program pemuliaan teh secara konvensional melalui persilangan buatan dengan mengeksploitasi heterosis perlu didukung dengan keragaman genetik plasma nutfah yang luas agar peluang keberhasilannya tinggi. Identifikasi keragaman genetik plasma nutfah berdasarkan karakter morfologis dan agronomis telah dilakukan dan menjadi dasar pengelompokan plasma nutfah teh sebagai materi dasar pemuliaan (Rahadi, Khomaeni, Chaidir, & Martono, 2016). Namun demikian, hasil pengelompokan genetik yang diperoleh seringkali kurang akurat akibat adanya interaksi antara genotipe dan lingkungan, serta pengaruh umur tanaman. Oleh sebab itu, diperlukan metode identifikasi keragaman genetik yang tidak dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tumbuh dan umur tanaman agar hasil yang diperoleh lebih akurat.

Random amplified polymorphic DNA (RAPD) merupakan salah satu penanda molekuler yang dapat digunakan untuk mendeteksi keragaman genetik pada tingkat DNA. Metode tersebut telah diaplikasikan pada plasma nutfah beberapa jenis tanaman perkebunan, antara lain karet (Venkatachalam *et al.*, 2002; Venkatachalam, Priya, Saraswathy-Amma, & Thulaseedharan, 2004; Zewei, Han, Aihua, Jianlin, &

Huasun, 2005; Oktavia & Lasminingsih, 2011), kopi (Dinesh, Shivanna, & Ram, 2011; Kathurima, Kenji, Muhoho, Gichimu, & Gichuru, 2012), kakao (Russell, Hosein, Johnson, Waugh, & Powell, 1993; Syafaruddin & Nasution, 2012; Rahmansyah, Mutmainah, Muslimin, & Suwastika, 2014; Panggeso, Anshary, Samudin, & Basri, 2015), dan beberapa tanaman lainnya. Sementara itu, karakterisasi secara molekuler menggunakan teknik RAPD pada tanaman teh telah dilaporkan oleh Sriyadi, Setiamihardja, Baihaki, & Astika (2002), Cheng-Wen *et al.* (2008), Goonetilleke, Priyantha, Mewan, & Gunasekare (2009), Mishra, Chaudhary, Ahmad, & Siddiqi (2009), Boonerjee, Islam, Hoque, & Sarker (2014), Martono & Udarno (2014). Informasi genetik yang diperoleh melalui analisis molekuler pada penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar pertimbangan dalam pemilihan materi genetik. Penelitian bertujuan mengetahui keragaman genetik 21 genotipe teh menggunakan penanda RAPD.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Seameo Biotrop, Bogor, mulai bulan Juli sampai September 2013. Materi genetik yang digunakan dalam penelitian ini adalah 21 genotipe teh yang terdiri dari 6 genotipe tipe sinensis dan 15 genotipe tipe *assamica*. Tipe sinensis mempunyai ciri ukuran daun kecil, sedangkan tipe *assamica* mempunyai daun lebar (Tabel 1). Genotipe yang digunakan berasal dari genotipe lokal, introduksi, dan komersial

Genotipe introduksi umumnya mempunyai kualitas teh yang baik, seperti TRI 2024 dan TRI 2025, kedua genotip ini relatif tahan terhadap kekeringan. Genotipe lokal berasal dari biji hasil persilangan secara alami (*illegitiem*), sedangkan genotipe komersial merupakan hasil dari program pemuliaan teh secara konvensional. Genotipe-genotipe komersial seperti seri Gambung (GMB 1 sampai GMB 11) yang telah dilepas sebagai varietas unggul oleh pemerintah pada tahun 1988 dan 1998 memiliki keunggulan potensi daya hasil rata-rata 3,53 ton/ha/tahun sampai dengan 5,80 ton/ha/tahun, tahan terhadap tungau (kecuali GMB 1), serta tahan terhadap cacar daun (kecuali GMB 6, GMB 7, GMB 8, dan GMB 11) (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2017a).

Ekstraksi DNA Teh

Ekstraksi DNA genomik teh menggunakan metode *DNeasy plant mini kit* (Qiagen). Sebanyak 100 mg sampel daun muda teh yang masih segar diberi nitrogen cair, kemudian digerus dengan mortar dan dimasukkan ke dalam *microtube* 2 ml yang berisi 400 µl *buffer* AP1 dan 4 µl RNase A (100 mg/ml). Campuran

selanjutnya dihomogenkan dan diinkubasi (10 menit; suhu 65°C). Polisakarida dan protein diendapkan dengan penambahan 130 µl *buffer* AP2, kemudian diinkubasi dalam es selama 5 menit. Supernatan dipisahkan dengan proses sentrifugasi (14.000 rpm; 5 menit). Bagian supernatan ditransfer ke dalam *QIA shredder mini spin column* yang ditempatkan pada *microtube* 2 ml, kemudian disentrifugasi kembali. Supernatan ditambahkan ke dalam 1,5 volume *buffer* AP3, kemudian dihomogenkan. Sebanyak 650 µl campuran tersebut dipipet ke dalam *DNeasy mini spin column* yang diletakkan pada *microtube* 2 ml. Larutan kemudian disentrifugasi (8.000 rpm; 1 menit) dan sisa campuran dimasukkan kembali ke dalam *DNeasy mini spin column* dan disentrifugasi ulang. Setelah semua campuran diproses ke dalam *DNeasy mini spin column*, kolom dicuci dengan penambahan 500 µl *buffer* AW dan disentrifugasi (8.000 rpm; 1 menit). DNA dielusi dengan penambahan 2 x 100 µl *buffer* AE dan diinkubasi 5 menit pada suhu ruang, selanjutnya disentrifugasi (8.000 rpm; 1 menit).

Tabel 1. Genotipe teh yang digunakan untuk analisis keragaman genetik

Table 1. Twenty one of tea genotypes used for genetic diversity analysis

Genotipe	Tipe	Asal
Tb 3	Sinensis	Lokal
Sin 26	Sinensis	Introduksi
Sin 27	Sinensis	Introduksi
Sin 28	Sinensis	Introduksi
SCC 1	Sinensis	Introduksi
Yabukita	Sinensis	Introduksi
RB 3	<i>Assamica</i>	Lokal
AS 1	<i>Assamica</i>	Lokal
AS 2	<i>Assamica</i>	Lokal
TRI 2024	<i>Assamica</i>	Introduksi
TRI 2025	<i>Assamica</i>	Introduksi
GMB 1	<i>Assamica</i>	Komersial
GMB 3	<i>Assamica</i>	Komersial
GMB 4	<i>Assamica</i>	Komersial
GMB 5	<i>Assamica</i>	Komersial
GMB 6	<i>Assamica</i>	Komersial
GMB 7	<i>Assamica</i>	Komersial
GMB 8	<i>Assamica</i>	Komersial
GMB 9	<i>Assamica</i>	Komersial
GMB 10	<i>Assamica</i>	Komersial
GMB 11	<i>Assamica</i>	Komersial

DNA hasil isolasi dicek kualitasnya menggunakan elektroforesis dengan gel agarosa 1% yang telah mengandung *GelRed*. Sebanyak 5 µl stok DNA dielektroforesis menggunakan agarosa 1% (5 volt/cm; 30 menit), disertakan Lambda DNA sebagai standar dan divisualisasi menggunakan KODAK *Gel Logic* 200. DNA dikuantifikasi dengan membandingkan terhadap Lambda DNA. Stok DNA kemudian diencerkan menjadi konsentrasi 25 ng/µl.

Amplifikasi PCR

DNA 21 genotipe teh diamplifikasi menggunakan 6 primer, yaitu OPA 03, OPA 05, OPB 04, OPB 06, OPC 06, dan OPD 08 (Martono & Udarno, 2014). Proses amplifikasi DNA dilakukan melalui PCR dengan tahapan sebagai berikut: (1) pra PCR (denaturasi awal: 5 menit; 94°C; satu siklus); (2) denaturasi (1 menit; 94°C), penempelan primer (*annealing*: 1 menit; 36°C), dan pemanjangan (*extension*: 2 menit 72°C; 45 siklus); (3) pemanjangan akhir (*final extension*: 4 menit; 72°C; satu siklus). Hasil amplifikasi dielektroforesis pada gel agarose 1% yang sudah mengandung *GelRed* (1 jam; 5 volt/cm). Selanjutnya, pita DNA divisualisasi dengan *UV transilluminator* dan didokumentasi dengan kamera digital.

Analisis Data

Pita-pita DNA diskoring dalam bentuk data biner dengan memberi nilai 1 (ada pita dan 0 tidak ada pita). Data biner tersebut selanjutnya digunakan dalam analisis keragaman genetik menggunakan program *numerical taxonomy and multivariate analysis system* (NTSYS-pc) versi 2.10 (Rohlf, 2000). Berdasarkan nilai kesamaan genetik tersebut dilakukan analisis pengelompokan (*cluster analysis*) menggunakan metode *unweighted pair-group method with arithmetic* (UPGMA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

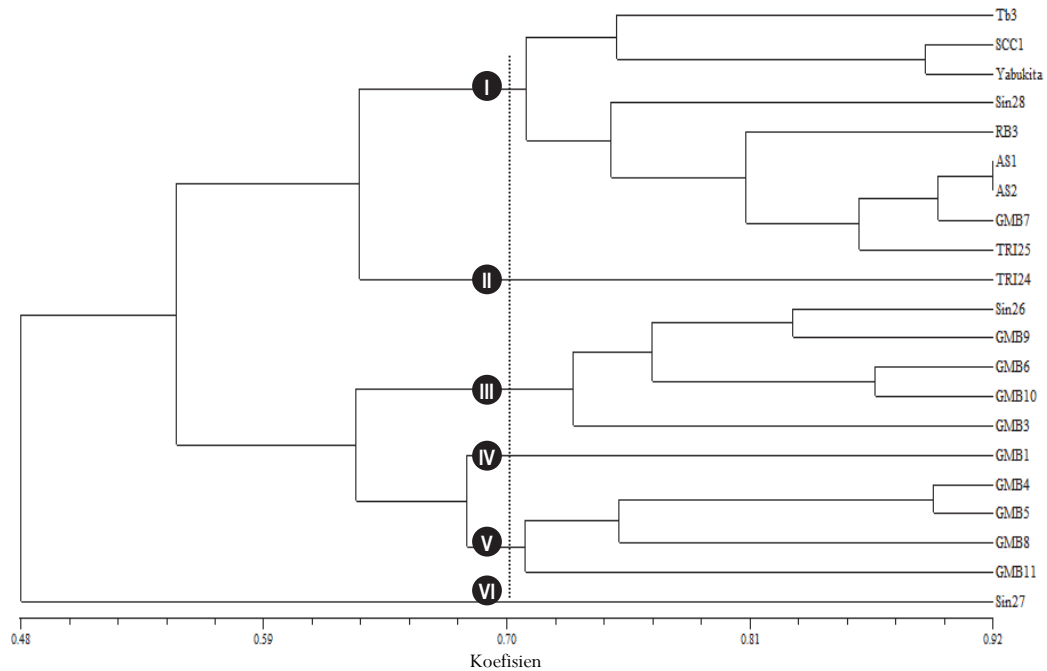
Analisis RAPD

Amplifikasi total genom DNA dari 21 genotipe teh dilakukan menggunakan enam primer RAPD, yaitu OPA 03, OPA 05, OPB 04, OPB 06, OPC 06, dan OPD 08. Keenam primer tersebut menghasilkan produk PCR yang dapat diskoring, yang selanjutnya dapat dianalisis. Sekuen dari keenam primer dan hasil analisis dari marka RAPD ditampilkan pada Tabel 2. Amplifikasi dari 6 primer tersebut menghasilkan 53 pita dengan rata-rata 8,83. Jumlah total pita DNA polimorfik pada 6 primer yang digunakan adalah 50 (94,34%) dan hanya 3 (5,66%) pita DNA monomorfik.

Setiap primer menghasilkan jumlah pita DNA yang berbeda, yaitu 6 (OPB 04) sampai 11 pita (OPC 06), sedangkan persentase polimorfiknya mulai dari 80% (OPA 05) sampai 100% (OPA 03, OPB 04, OPB 06, dan OPD 08). Hal ini menunjukkan bahwa penanda RAPD yang digunakan memiliki tingkat polimorfisme yang tinggi (>50%). Pita polimorfik dapat menggambarkan keadaan genom tanaman, yaitu semakin banyak pita polimorfik, semakin tinggi keragaman genetiknya (Primrose & Twyman, 2006). Nilai polimorfisme yang dihasilkan pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Martono & Udarno (2014) pada 9 genotipe teh sinensis menggunakan 6 primer yang sama, yaitu 87,04%. Hasil penelitian lain juga menunjukkan perbedaan persentase pita polimorfik yang dihasilkan pada tanaman teh. Roy & Chakraborty (2009) melaporkan persentase pita polimorfik sebesar 77,77% pada 21 genotipe teh menggunakan 12 primer. Cheng-Wen *et al.* (2008) menghasilkan persentase pita polimorfik sebesar 88,90% pada 240 tanaman dari 4 populasi teh dengan menggunakan 21 primer. Sementara itu, Chen, Gao, Chen, & Xu (2005) menghasilkan 94,20% pita polimorfik dari 20 primer yang diuji pada 15 akses plasma nutfah teh.

Tabel 2. Jumlah pita polimorfik dan monomorfik yang dihasilkan 6 primer RAPD
Table 2. Number of polymorphic and monomorphic bands generated from 6 RAPD primers

Jenis primer	Susunan basa	Jumlah pita polimorfik	Jumlah pita monomorfik	Persentase pita polimorfik (%)
OPA 03	AGTCAGCCAC	8	0	100
OPA 05	AGGGGTCTTG	8	2	80
OPB 04	GGA CTGGAGT	6	0	100
OPB 06	TGCTCTGCCC	9	0	100
OPC 06	GAACGGACTC	11	1	91,67
OPD 08	GTGTGCCCCA	8	0	100
Jumlah		50	3	94,34



Gambar 1. Dendrogram 21 genotipe teh dianalisis berdasarkan metode *unweighted pair-group method with arithmetic* (UPGMA)
Figure 1 . Dendrogram of 21 tea genotypes analyzed based on the *unweighted pair-group method with arithmetic* (UPGMA)

Tabel 3. Pengelompokan 21 genotipe teh pada koefisien kesamaan genetik 70%
Table 3. Clustering result of 21 tea genotypes at the genetic similarity coefficient of 70%

Kelompok	Sub kelompok	Genotipe
I	1	Tb 3, SCC 1, Yabukita
	2	Sin 28, RB 3, AS 1, AS 2, GMB 7, TRI 2025
II		TRI 2024
III	1	Sin 26, GMB 9, GMB 6, GMB 10
	2	GMB 3
IV		GMB 1
V	1	GMB 4, GMB 5, GMB 8
	2	GMB 11
VI		Sin 27

Penelitian yang dilakukan oleh Shah, Yadav, & Borua (2015) terhadap 27 aksesori plasma nutfah teh menggunakan 10 primer menghasilkan 78,82% pita polimorfik, menunjukkan hasil yang berbeda dengan penelitian Shalimol *et al.* (2015) pada 4 tipe teh yang dianalisis menggunakan 7 primer, menghasilkan polimorfisme sebesar 16,83%. Perbedaan tingkat polimorfisme diduga karena perbedaan jumlah primer dan genotipe teh yang digunakan.

Analisis Klaster

Hasil analisis klaster 21 genotipe teh menggunakan 6 primer dapat dilihat pada Gambar 1. Pada tingkat kesamaan 0,48, seluruh genotipe teh yang dievaluasi dapat dipisahkan ke dalam 2 kelompok

utama. Kelompok 1 terdiri dari 20 genotipe teh, sedangkan kelompok 2 hanya terdiri dari 1 genotipe, yaitu Sin 27. Kelompok 1 dapat dibagi lebih lanjut ke dalam sub kelompok dengan jarak genetik yang berbeda.

Berdasarkan jarak genetik dari Nei (1972), pada koefisien kesamaan genetik 0,70 membagi 21 genotipe teh menjadi 6 kelompok yang mempunyai hubungan genetik terpisah. Kelompok 1 terdiri dari 9 genotipe yang terbagi lagi menjadi 2 sub kelompok, yaitu sub kelompok 1 terdiri dari 3 genotipe teh sinensis (Tb 3, SCC 1, Yabukita), sedangkan sub kelompok 2 terdiri dari 1 genotipe teh sinensis (Sin 28) dan 5 genotipe teh *assamica* (RB 3, AS 1, AS 2, GMB 7, TRI 2025). Kelompok 2, 4, dan 6 masing-masing terdiri

dari 1 genotipe, yaitu TRI 2024, GMB 1, dan Sin 27. Kelompok 3 terdiri dari 5 genotipe yang terbagi lagi dalam 2 sub kelompok, yaitu sub kelompok 1 (Sin 26, GMB 9, GMB 6, GMB 10) dan sub kelompok 2 (GMB 3). Kelompok 5 terdiri dari 4 genotipe teh tipe *assamica*, yaitu genotipe GMB 4, GMB 5, GMB 8 pada sub kelompok 1, dan genotipe GMB 11 pada sub kelompok 2 (Gambar 1 dan Tabel 3).

Hasil pengelompokan menunjukkan beberapa genotipe yang termasuk dalam tipe *assamica* berada pada kelompok yang sama, seperti AS 1 dan AS 2 dengan kesamaan genetik 0,92. Hal yang sama juga bisa dilihat antara GMB 6 dan GMB 10 yang memiliki tetua sama, yaitu PS 1 dengan kesamaan genetik 0,86, serta GMB 4 dan GMB 5 yang merupakan hasil persilangan Mal 2 x PS 1 dengan kesamaan genetik 0,89. Namun demikian, tidak semua genotipe teh tipe *assamica* dengan tetua yang sama berada dalam satu kelompok, seperti GMB 7, GMB 10, dan GMB 11 (hasil persilangan Mal 2 x PS 1) serta GMB 6 dan GMB 8 (hasil persilangan PS 324 x PS 1) (Gambar 1). Hal ini karena tanaman teh memiliki heterozigositas yang tinggi sehingga genotipe hasil persilangan mempunyai sifat yang berbeda, meskipun berasal dari kombinasi tetua persilangan yang sama. Kondisi yang sama dilaporkan juga pada tanaman karet, yaitu tidak semua klon yang berasal dari tetua yang sama berada pada satu kelompok. Contohnya adalah klon PB 260 dan PB 5/51 yang terdapat pada kelompok berbeda dengan klon PB 217 dan RRIM 901 (Oktavia & Lasminingsih, 2011).

Hasil dendrogram juga menunjukkan bahwa beberapa genotipe teh bertipe *sinensis* berada pada kelompok yang sama dengan teh *assamica*, contohnya genotipe Sin 26 dan GMB 9 dengan nilai kesamaan genetik 0,83. Genotipe GMB 9 merupakan teh hibrida yang sifatnya lebih mendekati *sinensis* (Departemen Kehutanan dan Perkebunan, 1998), sehingga diduga berkerabat dekat dengan genotipe Sin 26 yang bertipe *sinensis*.

Tabel 4 menampilkan matriks kesamaan genetik berdasarkan penanda RAPD, dengan nilai sekitar 28%–92%, atau memiliki perbedaan genetik antara 8%–72%. Nilai koefisien kesamaan genetik yang semakin lebar menunjukkan bahwa kedua genotipe memiliki hubungan kekerabatan yang dekat, atau dengan kata lain kedua genotipe tersebut seragam. Sebaliknya, semakin rendah nilai koefisien kesamaan genetiknya, kedua genotipe mempunyai hubungan kekerabatan yang jauh. Keragaman genetik yang tinggi mempunyai arti penting dalam pemuliaan tanaman karena akan menentukan keberhasilan program pemuliaan. Tersedianya keragaman genetik yang tinggi

akan memudahkan dalam memilih materi persilangan. Rentang nilai kesamaan genetik yang ditunjukkan pada penelitian ini lebih lebar dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wang *et al.* (2011) dan Boonerjee *et al.* (2014), yaitu masing-masing 54%–79% dan 41%–76%. Hal ini mengindikasikan keragaman genetik yang lebih luas antar genotipe teh yang digunakan pada penelitian ini.

Berdasarkan hasil analisis penanda RAPD, genotipe teh yang memiliki kekerabatan paling dekat adalah genotipe AS 1 dan AS 2 dengan koefisien kesamaan sebesar 92%, diikuti oleh genotipe GMB 7 dan AS 1, SCC 1 dan Yabukita, GMB 5 dan GMB 4, serta GMB 7 dan AS 2, dengan nilai kesamaan genetik masing-masing >88%. Genotipe AS 1 dan AS 2 mempunyai nilai kesamaan genetik yang tinggi karena diduga merupakan genotipe yang sama. Kedua genotipe tersebut merupakan genotipe teh lokal yang berasal dari Cianjur. Demikian juga dengan genotipe SCC 1 dan Yabukita yang mempunyai nilai kesamaan genetik 89%, keduanya tergolong teh bertipe *sinensis* dengan ukuran daun kecil, mempunyai kualitas teh baik, dan merupakan hasil introduksi.

Genotipe GMB 4 dan Sin 27 memiliki nilai kekerabatan paling jauh (nilai kesamaan sebesar 28%). Kedua genotipe tersebut tergolong ke dalam tipe yang berbeda. Genotipe Sin 27 merupakan tipe *sinensis* yang dicirikan dengan ukuran daun kecil dan produktivitasnya lebih rendah, sedangkan GMB 4 bertipe *assamica* dengan ukuran daun lebar dan mempunyai produktivitas tinggi (3,53 ton/ha/tahun). Keunggulan dari kedua genotipe tersebut adalah GMB 4 mempunyai potensi hasil tinggi, kualitas teh yang baik, tahan terhadap tungau dan cacar daun, perakaran baik, dan pertumbuhan tunas setelah dipangkas cepat, sedangkan genotipe Sin 27 memiliki kualitas teh yang baik dan berkerabat jauh dengan genotipe-genotipe lainnya (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2017b).

Konservasi plasma nutfah teh, khususnya terhadap genotipe-genotipe yang memiliki keragaman genetik tinggi, perlu mendapat perhatian serius dalam pelestariannya. Informasi mengenai keragaman genetik yang tinggi bermanfaat dalam menentukan kombinasi tetua persilangan untuk merakit teh unggul. Semakin jauh jarak genetik antar genotipe, akan memiliki efek heterosis yang tinggi. Namun demikian, untuk menghasilkan rekombinan yang baik perlu dipertimbangkan juga karakter agronomisnya. Pada penelitian ini, kombinasi genotipe yang direkomendasikan sebagai tetua persilangan adalah GMB 4 dan Sin 27.

Tabel 4. Matriks kesamaan genetik dari 21 genotipe teh berdasarkan penanda RAPD
Table 4. Genetic similarity matrix of 21 tea genotypes based on RAPD markers

	Tb 3	Sin 26	Sin 27	Sin 28	SCC 1	Yabukita	RB 3	AS 1	AS 2	TRI 2024	TRI 2025	GMB 1	GMB 3	GMB 4	GMB 5	GMB 6	GMB 7	GMB 8	GMB 9	GMB 10	GMB 11
Tb 3	1,00																				
Sin 26	0,45	1,00																			
Sin 27	0,56	0,49	1,00																		
Sin 28	0,63	0,65	0,63	1,00																	
SCC 1	0,75	0,56	0,61	0,79	1,00																
Yabukita	0,75	0,51	0,54	0,68	0,89	1,00															
RB 3	0,68	0,67	0,53	0,76	0,72	0,73	1,00														
AS 1	0,66	0,64	0,55	0,77	0,77	0,77	0,82	1,00													
AS 2	0,69	0,64	0,59	0,76	0,76	0,77	0,81	0,92	1,00												
TRI 2024	0,48	0,54	0,44	0,61	0,55	0,54	0,67	0,72	0,72	1,00											
TRI 2025	0,66	0,64	0,51	0,69	0,7	0,67	0,78	0,86	0,85	0,72	1,00										
GMB 1	0,33	0,65	0,33	0,46	0,3	0,36	0,49	0,51	0,48	0,47	0,51	1,00									
GMB 3	0,42	0,7	0,46	0,53	0,45	0,52	0,64	0,65	0,62	0,55	0,57	0,72	1,00								
GMB 4	0,37	0,63	0,28	0,55	0,46	0,4	0,48	0,5	0,51	0,46	0,5	0,65	0,43	1,00							
GMB 5	0,38	0,67	0,38	0,64	0,46	0,41	0,52	0,63	0,63	0,62	0,63	0,74	0,54	0,89	1,00						
GMB 6	0,61	0,71	0,45	0,6	0,66	0,69	0,65	0,74	0,67	0,53	0,67	0,63	0,77	0,57	0,61	1,00					
GMB 7	0,63	0,73	0,49	0,74	0,74	0,71	0,82	0,9	0,89	0,69	0,86	0,53	0,63	0,57	0,68	0,75	1,00				
GMB 8	0,39	0,56	0,39	0,53	0,39	0,47	0,45	0,57	0,53	0,42	0,52	0,69	0,63	0,73	0,77	0,6	0,55	1,00			
GMB 9	0,47	0,83	0,51	0,67	0,57	0,53	0,64	0,69	0,69	0,56	0,69	0,67	0,76	0,6	0,73	0,72	0,74	0,63	1,00		
GMB 10	0,54	0,85	0,5	0,57	0,6	0,59	0,67	0,72	0,68	0,55	0,68	0,65	0,7	0,63	0,67	0,86	0,8	0,56	0,78	1,00	
GMB 11	0,3	0,68	0,44	0,47	0,43	0,38	0,44	0,55	0,52	0,47	0,55	0,65	0,55	0,69	0,77	0,67	0,65	0,67	0,7	0,82	1,00

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan 21 genotipe teh yang digunakan dalam penelitian ini terbagi ke dalam 2 klaster utama pada kesamaan genetik 0,48. Kelompok 1 terdiri dari 20 genotipe teh, sedangkan kelompok 2 terdiri dari 1 genotipe (Sin 27). Berdasarkan nilai jarak genetiknya, genotipe GMB 4 dan Sin 27 dapat dipilih sebagai tetua persilangan yang diharapkan dapat menghasilkan efek heterosis pada progeni yang dihasilkan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh pemulia dalam merakit varietas unggul baru maupun dalam pelestarian plasma nutfah teh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Anidah, SSi., yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Astika, W., & Muchtar, D. (1978). Anjuran bahan tanam teh tahun 1978. *Warta BPTK*, 4(3/4), 297–306.
- Boonerjee, S., Islam, M. N., Hoque, M. I., & Sarker, R. H. (2014). Genetic diversity analysis of eighteen tea (*Camellia sinensis* L.) clones of Bangladesh through RAPD. *Plant Tissue Culture and Biotechnology*, 23(2), 189–199. <http://doi.org/10.3329/ptcb.v23i2.17520>
- Chen, L., Gao, Q., Chen, D., & Xu, C. (2005). The use of RAPD markers for detecting genetic diversity, relationship and molecular identification of Chinese elite tea genetic resources [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] preserved in a tea germplasm repository. *Biodiversity and Conservation*, 14(6), 1433–1444. <http://doi.org/10.1007/s10531-004-9787-y>
- Cheng-Wen, S., Yi-Huan, H., Jian-An, H., Jun-Wu, L., Chun-Lin, L., & De-Hua, L. (2008). RAPD analysis on genetic diversity of typical tea populations in Hunan Province. *Chinese Journal of Agricultural Biotechnology*, 5(1), 67–72. <http://doi.org/10.1017/S147923620800199X>
- Departemen Kehutanan dan Perkebunan. (1998). Kepmenhutbun RI No. 684.c/Kpts-IX/98 tentang pelepasan Teh GPPS 1 sebagai varietas unggul dengan nama GMB 9.
- Dinesh, K. P., Shivanna, M. B., & Ram, A. S. (2011). Identification of RAPD (random amplified polymorphic DNA) markers for Ethiopian wild *Coffea arabica* L. genetic resources conserved in India. *IIOABJ*, 2(4), 1–7. Retrieved from <http://www.iioab.org/Vol2%284%292011/2%284%291-7.pdf>
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2017a). *Deskripsi varietas benih unggul tanaman perkebunan*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2017b). *Statistik perkebunan Indonesia komoditas teh 2015-2017*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian.
- Goonetilleke, W. A. S. N. S. T., Priyantha, P. G. C., Mewan, K. M., & Gunasekare, M. T. K. (2009). Assessment of genetic diversity of Tea (*Camellia sinensis* L.O. Kuntze) as revealed by RAPD - PCR markers. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 37(2), 147. <http://doi.org/10.4038/jnsf.v37i2.1072>
- Kathurima, C. W., Kenji, M. G., Muhoho, M. S., Gichimu, B. M., & Gichuru, E. K. (2012). Genetic diversity among commercial coffee varieties, advanced selections and museum collections in Kenya using molecular markers. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 4(2), 39–46. <http://doi.org/10.5897/IJBC11.231>
- Kementerian Pertanian. (2018a). Kepmentan RI No. 157/Kpts/KB.010/2/2018 tentang pelepasan varietas Tambi 1 sebagai varietas unggul tanaman teh.
- Kementerian Pertanian. (2018b). Kepmentan RI No. 158/Kpts/KB.010/2/2018 tentang pelepasan varietas Tambi 2 sebagai varietas unggul tanaman teh.
- Mishra, R. K., Chaudhary, S., Ahmad, A., Pradhan, M., & Siddiqi, T. O. (2009). Molecular analysis of tea clones (*Camellia sinensis*) using AFLP markers. *International Journal of Integrative Biology* 5(2), 130-135.
- Martono, B., & Udarno, L. (2014). Keragaman genetik beberapa genotipe teh berdasarkan penanda RAPD (random amplified polymorphic DNA). *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 1(1), 1-6. <http://doi.org/10.21082/jtidp.v1n1.2014.p1-6>
- Nei, M. (1972). Genetic distance between populations. *The American Naturalist*. The University of Chicago Press. The American Society of Naturalists. <http://doi.org/10.2307/2459777>

- Oktavia, F., & Lasminingsih, M. (2011). Selection of parent trees for rubber (*Hevea brasiliensis*) breeding based on RAPD analysis, 3(3), 2087–3948. <http://doi.org/10.13057/nusbiosci/n030304>
- Panggeso, J., Anshary, A., Samudin, S., & Basri, Z. (2015). Genetic diversity of different cocoa clones by RAPD (random amplified polymorphic DNA) markers. *International Journal of Current Research and Academic Review*, 3(3), 195–201.
- Primrose, S. B., & Twyman, R. M. (2006). *Principles of gene manipulation and genomics*. American Journal of Human Genetics (7th ed.). Carlton North, Vic: Blackwell. <http://doi.org/10.1136/jmg.23.3.282>
- Pusat Penelitian Teh dan Kina. (2006). *Petunjuk kultur teknis tanaman teh*. Lembaga Riset Perkebunan Indonesia, Pusat Penelitian Teh dan Kina.
- Rahadi, V. P., Khomaeni, H. S., Chaidir, L., & Martono, B. (2016). Keragaman dan kekerabatan genetik koleksi plasma nutfah teh berdasarkan karakter morfologi daun dan komponen hasil. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 3(2), 103–108. <http://doi.org/10.21082/jtidp.v3n2.2016.p103-108>
- Rahmansyah, Mutmainah, Muslimin, & Suwastika, I. N. (2014). Variasi genetik klon kakao (*Theobroma cacao* L.) di Desa Sausu Peore Kab. Parigi Moutong. *Online Jurnal of Natural Science*, 3(3), 239–246.
- Rohlf, F. J. (2000). NTSYSpc numerical taxonomy and multivariate analysis system user guide. Retrieved from <http://www.exetersoftware.com/downloads/ntsystguide21.pdf>
- Roy, S. C., & Chakraborty, B. N. (2009). Genetic diversity and relationships among tea (*Camellia sinensis*) cultivars as revealed by RAPD and ISSR based fingerprinting. *Indian Journal of Biotechnology*, 8, 370–376. Retrieved from <http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/6141/1/IJBT>
- Russell, J. R., Hosein, F., Johnson, E., Waugh, R., & Powell, W. (1993). Genetic differentiation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) populations revealed by RAPD analysis. *Molecular Ecology*, 2(2), 89–97. <http://doi.org/10.1111/j.1365-294X.1993.tb00003.x>
- Shah, S., Yadav, R. N. S., & Borua, P. K. (2015). Molecular analysis by RAPD markers of popular tea (*Camellia sinensis*) varieties of North-East India infested by tea mosquito bug (*Helopeltis theivora*). *International Journal of Biosciences (IJB)*, 6(1), 318–325. Retrieved from <http://www.innspub.net/wp-content/uploads/2015/01/IJB-V6No1-p318-325.pdf>
- Shalimol, A., Arumugasamy, K., Kumar, N., Kaffoor, A., Johny, M., & Venugopal, M. (2015). Detection of genetic polymorphisms among commercial tea population and endemic wild tea plant (*Gordonia obtusa*. Exut and arn) as revealed by RAPD markers. *International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research*, 2(7), 543–546. Retrieved from http://www.ijramr.com/sites/default/files/issues-pdf/277_0.pdf
- Sriyadi, B., Setiamihardja, R., Baihaki, A., & Astika, W. (2002). Hubungan kekerabatan genetik antar tanaman teh F1 dari persilangan TRI 2024 X PS 1 berdasarkan penanda RAPD. *Zuriat*, 13(1), 11–20. Retrieved from <http://jurnal.unpad.ac.id/zuriat/article/view/6715>
- Syafaruddin, & Nasution, M. (2012). Keragaman 17 aksesi plasma nutfah kakao berdasarkan penanda morfologi dan molekuler. *Buletin RISTRI*, 3(2), 177–184.
- Venkatachalam, P., Thomas, S., Priya, P., Thanseem, I., Gireesh, T., Saraswathy-Amma, C. K., & Thulaseedharan, A. (2002). Identification of DNA polymorphism among clones of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. Using RAPD analysis. *Indian J Nat Rubb Res*, 15(2), 172–181.
- Venkatachalam, P., Priya, P., Saraswathy-Amma, C. K., & Thulaseedharan, A. (2004). Identification, cloning and sequence analysis of a dwarf genome-specific RAPD marker in rubber tree [*Hevea brasiliensis* (Muell.) Arg.]. *Plant Cell Reports*, 23(5), 327–332. <http://doi.org/10.1007/s00299-004-0833-8>
- Wang, X. F., Zheng, H. Y., Zheng, W. H., Ao, C. Q., Jin, H. Y., Zhao, L. H., ... Jia, L. R. (2011). RAPD-based genetic diversities and correlation with morphological traits in *Camellia* (Theaceae) cultivars in China. *Genetics and Molecular Research*, 10(2), 849–859. <http://doi.org/10.4238/vol10-2gmr1207>
- Yamanishi, T. (1991). *Tea flavor: Global Advances in Tea Science*. (N. K. Jain, Ed.). New Delhi: Aravali Book International (P) Ltd.
- Zewei, A., Han, C., Aihua, S., Jianlin, F., & Huasun, H. (2005). Identification of rubber clones by RAPD markers. In *International Natural Rubber Conference*.

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
 DAN PENYEGAR**
 Journal of Industrial and Beverage Crops
 Volume 5, Nomor 2, Juli 2018

**PENGARUH DOSIS DAN INTERVAL PEMUPUKAN Zn-30% TERHADAP
 PRODUKSI DAN KOMPONEN HASIL TANAMAN TEH**

***EFFECT OF DOSAGE AND INTERVAL OF Zn-30% FERTILIZATION ON PRODUCTION AND
 YIELD COMPONENTS OF TEA***

* Erdiansyah Rezamela, Yati Rachmiati, dan Tito Trikamulya

Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung, Pasirjambu, Kabupaten Bandung 40010

* rezamela.erdiansyah@gmail.com

(Tanggal diterima: 28 Januari 2018, direvisi: 10 April 2018, disetujui terbit: 31 Juli 2018)

ABSTRAK

Kekurangan unsur seng (Zn) pada tanaman teh [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan produksi pucuk. Penambahan unsur Zn untuk mengatasi dampak kekahatan Zn pada umumnya diberikan melalui daun, berupa pupuk seng sulfat (Zn-22,75%) dalam bentuk garam oksida. Saat ini telah didapatkan pupuk mikro dengan kandungan seng yang lebih tinggi (Zn-30%). Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh dosis dan interval pemberian pupuk mikro Zn-30% melalui daun terhadap produksi dan komponen hasil pucuk tanaman teh. Penelitian dilaksanakan di Kebun Pasirmalang Afdeling Wetan Blok Pakurendeng II, PT Perkebunan Nusantara VIII, Pangalengan, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, dengan ketinggian tempat ± 1.600 m di atas permukaan laut (dpl), mulai bulan November 2016 sampai Juni 2017. Tanaman teh yang diamati adalah klon GMB 7 yang telah produktif. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor dan 4 ulangan. Faktor pertama adalah: (1) pupuk Zn-30% dosis 300 g/ha, (2) pupuk Zn-30% dosis 250 g/ha, (3) pupuk Zn-30% dosis 200 g/ha, dan (4) pupuk ZnSO_4 dosis 2 kg/ha. Faktor kedua adalah interval pemupukan, yaitu: (1) 1 kali dan (2) 2 kali aplikasi setelah pemetikan. Pengamatan dilakukan terhadap produksi pucuk dan komponen hasil teh. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi pupuk mikro Zn-30% sebanyak 300 g/ha dengan interval 1 kali setelah pemetikan menghasilkan pucuk lebih tinggi daripada dosis 250 dan 200 g/ha, tetapi tidak berbeda nyata dengan aplikasi pupuk ZnSO_4 pada interval 2 kali aplikasi. Aplikasi pupuk Zn, baik dalam bentuk garam oksida maupun seng sulfat, dapat meningkatkan persentase pucuk peko dan mengurangi jumlah pucuk burung.

Kata kunci: Dosis, interval aplikasi, komponen hasil, pucuk teh, pupuk Zn

ABSTRACT

Zinc deficiency (Zn) in tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] may inhibit growth and decreases shoots production. To overcome the deficiency, zinc is generally given in the form of zinc sulphate fertilizer (Zn 22.75%) through foliar application. Today there is a micro-fertilizer with a higher zinc concentration (Zn-30%). The research aimed to determine the effect of dosage and application interval of Zn-30% micro fertilizer on production and yield component of tea shoot. The experiment was conducted in Pasirmalang Estate, Afdeling Wetan Block Pakurendeng II, PT Perkebunan Nusantara VIII Pangalengan Bandung, West Java, altitude $\pm 1,600$ m asl, from November 2016 to June 2017. The tea clone used was productive GMB 7. Experiments were designed by randomized block design with 2 factors and 4 replications. The first factor is Zn-30% that consisted of 4 levels i.e. Zn-30% with a dose of 300, 250, and 200 g/ha respectively, and ZnSO_4 with a dose of 2 kg as control. The second factor is interval of application that consisted of 2 levels, once and twice applications after plucking. Variables observed were production and yield components of tea shoot. The results showed that application of Zn-30% with a dose of 300 g/ha in one time interval of application after plucking effectively increased shoot production compared to other doses, but not significantly different with ZnSO_4 in two time interval of application. Application of Zn, either in the form of oxide salt or zinc sulphate, increased the percentage of pecco shoots and reduces number of banji shoots.

Keywords: Application interval, dosage, tea shoot, yield components, Zn fertilizer

PENDAHULUAN

Unsur hara mikro merupakan unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit, namun merupakan unsur hara esensial bagi tanaman (Rosmarkam & Yuwono, 2002). Unsur hara mikro penting yang dibutuhkan oleh tanaman teh adalah seng (Zn) (Haq, Fauziah, & Karyudi, 2015). Unsur Zn diperlukan tanaman sebagai katalisator dalam proses metabolisme atau sintesis bahan baru, transformasi pati menjadi gula, pembentukan klorofil, dan sistem enzim yang mengatur pertumbuhan (Venkatesan, Hemalatha, & Jayaganesh, 2006; Alloway, 2008). Unsur Zn juga berperan sebagai kofaktor enzim-enzim dalam metabolisme asam nukleat, pembelahan sel, dan sintesis protein (Venkatesan *et al.*, 2006; Sarwar, 2011). Sebagai pembentuk enzim-enzim pengatur pertumbuhan tanaman, unsur Zn sangat dibutuhkan untuk perkembangan pucuk teh (Pasaribu & Rahimah, 1982).

Secara fisiologis, kekurangan unsur Zn menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lambat, akibat melemahnya sintesis hormon pertumbuhan, gangguan metabolisme unsur N, menurunnya kadar RNA, serta menurunnya sintesis pati pada tanaman (Venkatesan *et al.*, 2006; Alloway, 2008). Pada tanaman teh, gejala kekurangan Zn ditunjukkan oleh adanya gejala roset pada pertumbuhan daun serta terhambatnya pertumbuhan pucuk daun aktif (Nelson, 2006). Gejala lanjut adalah munculnya daun berbentuk sabit, pertumbuhan daun yang tidak sama di kedua sisi, tepi daun berombak, melengkung, dan menguning, serta kerdil (Tolhurst, 1963). Kekurangan unsur Zn juga berdampak terhadap pengurangan kegiatan hormon auksin dan asam indol asetat dalam tanaman teh sehingga meningkatkan pertumbuhan pucuk burung dan akhirnya menurunkan produksi pucuk teh (Tolhurst, 1963; Sanusi, 1977; Venkatesan *et al.*, 2006; Mukhopadhyay *et al.*, 2013).

Berdasarkan hasil analisis hara terhadap daun indung tanaman teh menunjukkan bahwa seluruh kebun teh yang berada di bawah lingkup PTPN VIII Jawa Barat memiliki status Zn rendah hingga sangat rendah (Pusat Penelitian Teh dan Kina, 2017). Status hara Zn tergolong rendah bila kandungan Zn di dalam jaringan tanaman teh 10–20 ppm dan sangat rendah bila berada di bawah 10 ppm (Rachmiati, Pranoto, Trikamulyana, & Rahardjo, 2013). Oleh karena itu, diperlukan penambahan unsur Zn sebagai langkah antisipasi terhadap penurunan produksi daun teh akibat defisiensi Zn. Aplikasi Zn di antaranya dapat melalui daun (*foliar application*) (Mukhopadhyay *et al.*, 2013; Nath, 2013).

Tanaman menyerap unsur hara Zn dalam bentuk Zn^{2+} sehingga pemberian melalui daun dinilai lebih efektif karena unsur ini lebih mudah diserap

tanaman melalui stomata (Ilango *et al.*, 2012). Pasaribu (1990) melaporkan waktu/interval aplikasi pupuk Zn melalui daun dengan konsentrasi 2% dan interval 1 kali seminggu meningkatkan hasil pucuk segar teh. Demikian juga dengan hasil penelitian Haq, Rachmiati, & Karyudi (2014) dan Haq *et al.* (2015), menunjukkan pupuk daun Zn dengan konsentrasi 2% yang diberikan 1 kali setelah pemetikan (daur petik 12 hari) lebih efektif dan efisien dalam meningkatkan hasil pucuk teh.

Aplikasi seng sulfat sebagai sumber hara Zn telah menjadi rekomendasi pemupukan untuk tanaman teh di Sri Lanka dengan dosis anjuran 1,5–2,75 kg/ha (Tea Research Institution of Sri Lanka, 2000). Aplikasi seng sulfat dengan dosis 2 kg/ha direkomendasikan pada saat produksi pucuk daun sedang optimal (Ilango *et al.*, 2012). Pada umumnya pupuk seng sulfat diaplikasikan berupa pupuk cair yang disemprotkan ke daun (Tea Research Institution of Sri Lanka, 2000; Haq *et al.*, 2015). Cara ini dianggap yang paling cepat dan efektif dalam menyembuhkan kekahatan Zn tanaman teh. Konsentrasi seng sulfat yang direkomendasikan tidak lebih dari 2% atau tidak lebih dari 2 kg/ha dalam 100 l air (Rachmiati *et al.*, 2013). Daya absorpsi Zn melalui daun yang bersumber dari seng sulfat paling kuat pada dosis 1,5 kg/ha/aplikasi (Sukasman, 1987). Pemberian seng sulfat dengan konsentrasi 2% pada pohon induk tanaman teh juga meningkatkan jumlah daun dan tinggi stek yang dihasilkan (Pasaribu & Rahimah, 1982). Pada umumnya, kandungan hara Zn di dalam pupuk seng sulfat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) sebesar 22,7% (Nelson, 2006; Alloway, 2008; Tedjarwana & Wuryaningsih, 2009).

Pupuk Zn selain dalam bentuk seng sulfat, saat ini juga telah tersedia dalam bentuk garam oksida dengan kandungan Zn sebesar 30%. Pupuk ini relatif lambat terlepas dan tidak mudah tercuci (*slow release controlled*). Efektivitas penggunaan pupuk Zn-30% untuk tanaman teh sejauh ini masih belum banyak diketahui. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh dosis dan interval pemberian pupuk mikro Zn-30% melalui daun terhadap produksi dan komponen hasil pucuk tanaman teh.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Pasirmalang Afdeling Wetan Blok Pakurendeng II, PT Perkebunan Nusantara VIII, Pangalengan, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, mulai bulan November 2016 sampai Juni 2017. Lokasi penelitian berada pada ketinggian ± 1.600 m di atas permukaan laut (dpl) dengan jenis tanah Andisol dan tipe iklim B menurut klasifikasi Schdmit dan Ferguson, serta terletak pada koordinat $7^{\circ}13'34,95''S$ dan $107^{\circ}33'16,97''E$. Percobaan dilaksanakan pada areal

tanaman teh produktif dengan jenis klon GMB 7 yang berumur 2 tahun setelah pemangkasan (TP II).

Pupuk Zn

Pupuk Zn yang digunakan dalam penelitian adalah pupuk mikro Zn-30% dalam bentuk garam oksida yang relatif lambat terlepas dan tidak mudah tercuci (*slow release controlled*). Komposisi kandungan unsur utama di dalam pupuk mikro Zn-30% berdasarkan spesifikasi produknya, antara lain ZnO 37,5%, (setara dengan Zn 30%) dan Cu₂O 34,5% (setara dengan Cu 30%) (Nordox, 2010). Bahan pupuk Zn lainnya yang diuji adalah pupuk seng sulfat (ZnSO₄) yang mengandung unsur Zn antara 22%–22,7% (Nelson, 2006; Alloway, 2008; Tedjarwana & Wuryaningsih, 2009).

Rancangan Percobaan

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah: (1) pupuk Zn-30% dosis 300 g/ha, (2) pupuk Zn-30% dosis 250 g/ha, (3) pupuk Zn-30% dosis 200 g/ha, dan (4) Pupuk ZnSO₄ dosis 2 kg/ha. Faktor kedua adalah interval pemupukan yang terdiri dari 2 taraf, yaitu: (1) 1 kali, dan (2) 2 kali aplikasi setelah pemetikan. Total kombinasi perlakuan yang diuji sebanyak $4 \times 2 = 8$ kombinasi perlakuan dengan 4 kali ulangan, sehingga jumlah plot penelitian adalah 32 plot dengan luas per plot adalah 400 m² (20 m x 20 m).

Pelaksanaan Perlakuan

Pupuk Zn diberikan melalui daun dengan volume semprot 100 l/ha. Pada perlakuan interval 1 kali setelah petik, penyemprotan dilakukan 1 hari setelah pemetikan. Pada interval 2 kali setelah petik, penyemprotan dilakukan 1 dan 15 hari setelah pemetikan. Aplikasi perlakuan diulang sebanyak 6 kali seiring dengan waktu pemetikan, yaitu mulai bulan

November 2016 sampai Mei 2017. Mekanisme pemupukan ditampilkan pada Gambar 1.

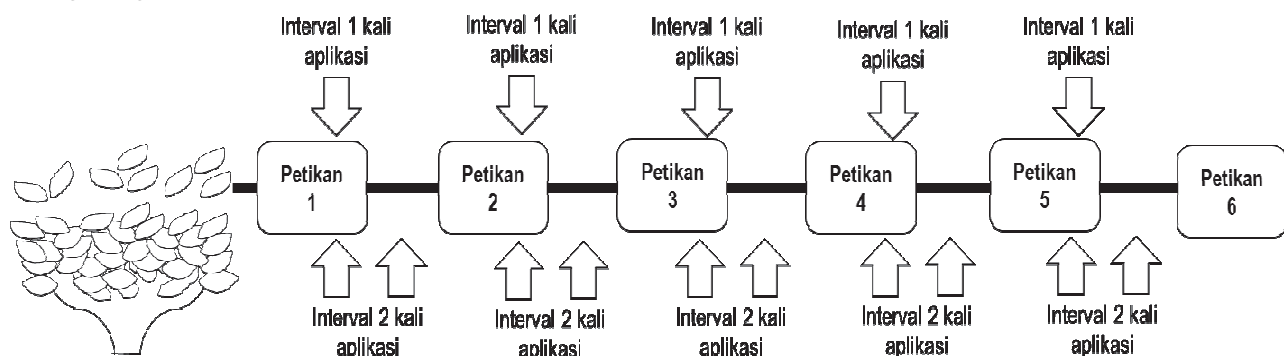
Semua plot percobaan diberikan pupuk makro, yaitu Urea (N 46%) dosis 444 kg/ha, TSP (P₂O₅ 36%) dosis 130 kg/ha, dan KCl (K₂O 60%) dosis 130 kg/ha, serta pupuk Zn sesuai perlakuan. Dosis pupuk dasar sesuai dengan anjuran Pusat Penelitian Teh dan Kina (PPTK) dan semua pupuk tersebut diaplikasikan pada awal percobaan. Pemberian pupuk dilakukan dengan cara dimasukkan ke dalam lubang yang telah digali di daerah perakaran aktif dengan kedalaman sekitar 10 cm dengan jarak 30–40 cm dari perdu teh (Santoso *et al.*, 2006).

Pucuk tanaman teh dipetik menggunakan mesin petik merk OCIAI tipe 120 *double man operator*. Pucuk dipetik apabila sudah memenuhi syarat sesuai dengan sistem pemetikan yang telah ditentukan (*manjing*) (Santoso *et al.*, 2006). Standar petik yang diterapkan di PTPN VIII adalah kuncup aktif pada ujung pucuk (*peko*) dan tiga lembar daun di bawahnya dengan jarak waktu antar pemetikan 40–60 hari.

Pengamatan dan Analisis Data

Parameter yang diamati adalah produksi pucuk daun segar (kg/plot) pada masing-masing plot perlakuan. Komponen hasil pucuk tanaman teh diamati melalui analisis petikan per plot berdasarkan standar analisis petikan teknis budi daya teh (Santoso *et al.*, 2006).

Pengamatan komponen pucuk tanaman teh dilakukan dengan cara mengambil contoh pucuk sebanyak 200 g secara acak dari setiap plot, kemudian dipisahkan antara pucuk peko dan pucuk burung, lalu dihitung jumlah masing-masing pucuk tersebut. Persentase pucuk peko dihitung dengan rumus:



Gambar 1. Interval aplikasi pemupukan Zn
Figure 1. Application interval of Zn fertilization

$$p = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

Keterangan:

p = persentase pucuk peko

a = jumlah pucuk peko

b = jumlah pucuk burung

Data hasil pengamatan dianalisis ragam dengan menggunakan program SPSS ver 2.2 pada tingkat kepercayaan 95%. Apabila pengaruh perlakuan nyata, maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan/*Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Pucuk Segar

Hasil analisis statistik terhadap parameter total produksi daun teh segar per plot menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara pupuk mikro Zn dengan jumlah interval aplikasi tiap petikan. Berdasarkan hasil pengamatan selama 6 kali pemetikan terlihat bahwa pupuk mikro Zn-30% dosis 300 g/ha dengan interval 1 kali aplikasi setelah pemetikan menghasilkan produksi pucuk daun lebih tinggi (713 kg) dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya, kecuali dengan ZnSO_4 dosis 2 kg/ha pada interval 2 kali aplikasi. Pengurangan dosis pupuk mikro Zn-30% menjadi 200 g/ha pada interval 1 kali aplikasi setelah petik masih menunjukkan

produksi pucuk daun segar yang sama dengan aplikasi ZnSO_4 sebanyak 2 kg/ha.

Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Fauziah, Wulansari, & Rezamela (2017) pada klon dan umur pangkas yang sama menunjukkan bahwa total produksi pucuk teh segar tanpa perlakuan pupuk Zn selama 6 kali pemetikan, hanya mencapai 31,92 kg/25 m² atau setara dengan 510,72 kg/400 m². Hasil ini masih lebih rendah bila dibandingkan dengan semua perlakuan pupuk mikro Zn-30% (Tabel 1). Oleh karena itu, dapat disampaikan bahwa aplikasi pupuk mikro Zn dapat meningkatkan produksi pucuk teh segar. Haq *et al.* (2015) juga melaporkan perlakuan pupuk daun yang mengandung Zn 1% pada tanaman teh klon GMB mampu meningkatkan produksi pucuk segar per plot sebesar 11,77% dibanding tanpa pupuk, sedangkan penambahan konsentrasi Zn menjadi 2% meningkatkan produksi pucuk segar 37,48% dibanding kontrol, atau lebih tinggi 25,71% dibanding perlakuan Zn 1%.

Fluktuasi Pucuk Peko dan Pucuk Burung Selama 6 Kali Pemetikan

Pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa hasil petikan pertama rata-rata persentase pucuk daun peko 14,82%–27,40%, meningkat pada petikan kedua menjadi 43,58%–58,93%, namun turun pada petikan ketiga (29,42%–43,79%), kemudian naik kembali pada petikan keempat dan kelima. Pada pengamatan keenam, persentase pucuk peko 46,12%–62,67%, sehingga total kenaikan persentase pucuk daun peko 31,30%–35,27%.

Tabel 1. Pengaruh interaksi antara pupuk Zn dengan interval aplikasi pemupukan terhadap produksi pucuk daun teh segar (kg/400m²) selama 6 kali pemetikan

Table 1. Interaction effect between dosage of Zn fertilizer and fertilization application interval on production of fresh tea shoot (kg/400m²) in 6 times of plucking

Interval aplikasi pemupukan	Dosis pupuk	Produksi pucuk (kg/400 m ²)
1 kali aplikasi setelah pemetikan	Mikro Zn-30% dosis 300 g/ha	713,00 a
	Mikro Zn-30% dosis 250 g/ha	593,00 b
	Mikro Zn-30% dosis 200 g/ha	594,50 b
	ZnSO_4 dosis 2 kg/ha	578,00 b
2 kali aplikasi setelah pemetikan	Mikro Zn-30% dosis 300 g/ha	562,75 b
	Mikro Zn-30% dosis 250 g/ha	590,00 b
	Mikro Zn-30% dosis 200 g/ha	594,50 b
	ZnSO_4 dosis 2 kg/ha	623,25 ab

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%

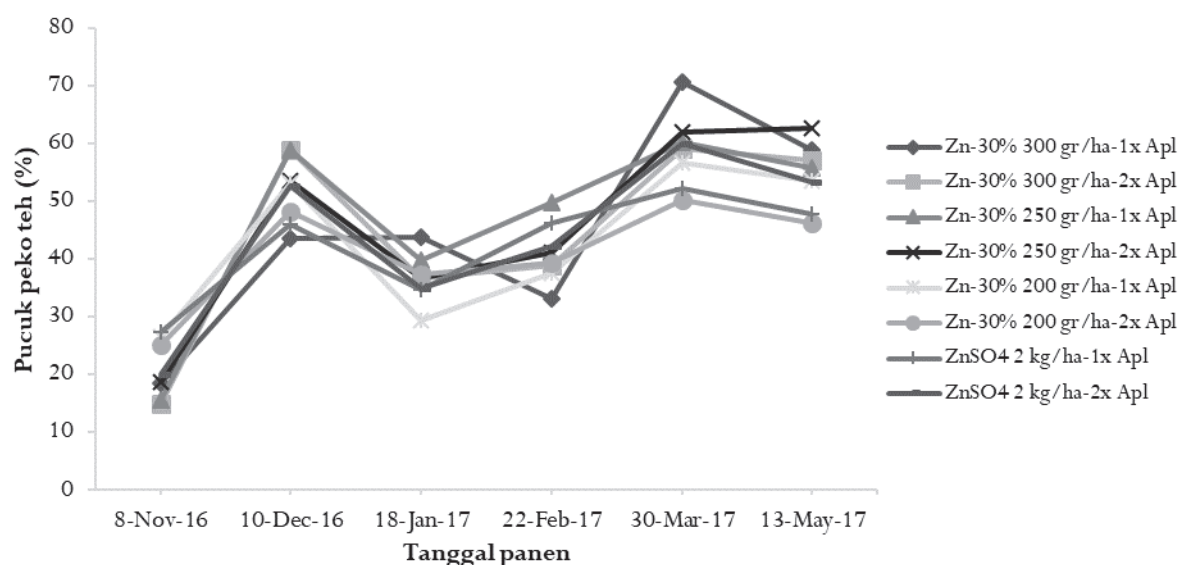
Notes : Numbers followed by the same letter are not significantly different according to Duncan Multiple Range Test (DMRT) at 5% level

Data fluktuasi tersebut menunjukkan adanya peningkatan rasio dan jumlah pucuk peko seiring dengan penurunan jumlah pucuk burung pada akhir pengamatan. Hal ini pun ditunjukkan oleh Gambar 3 dimana terjadinya penurunan jumlah pucuk burung sekitar 12%–13% antara pengamatan keenam (17,00–24,50 buah) dengan pengamatan pertama (29,00–37,50 buah).

Aplikasi pupuk Zn melalui daun telah menurunkan formasi pucuk burung dan mengurangi gejala kerdil pada daun dikarenakan meningkatnya pertambahan internoda daun (Ilango *et al.*, 2012). Unsur Zn di dalam tanaman berfungsi memperbaiki pertumbuhan dan produksi tunas karena perannya sebagai kofaktor enzim-enzim dalam metabolisme asam nukleat, pembelahan sel, sintesis protein, katalisator dalam proses transformasi pati menjadi gula, dan sebagai prekursor hormon pertumbuhan auksin (IAA) (Venkatesan *et al.*, 2006; Alloway, 2008; Sarwar, 2011; Sharma, 2011). Sebaliknya, kekurangan unsur Zn berdampak terhadap pengurangan kegiatan hormon

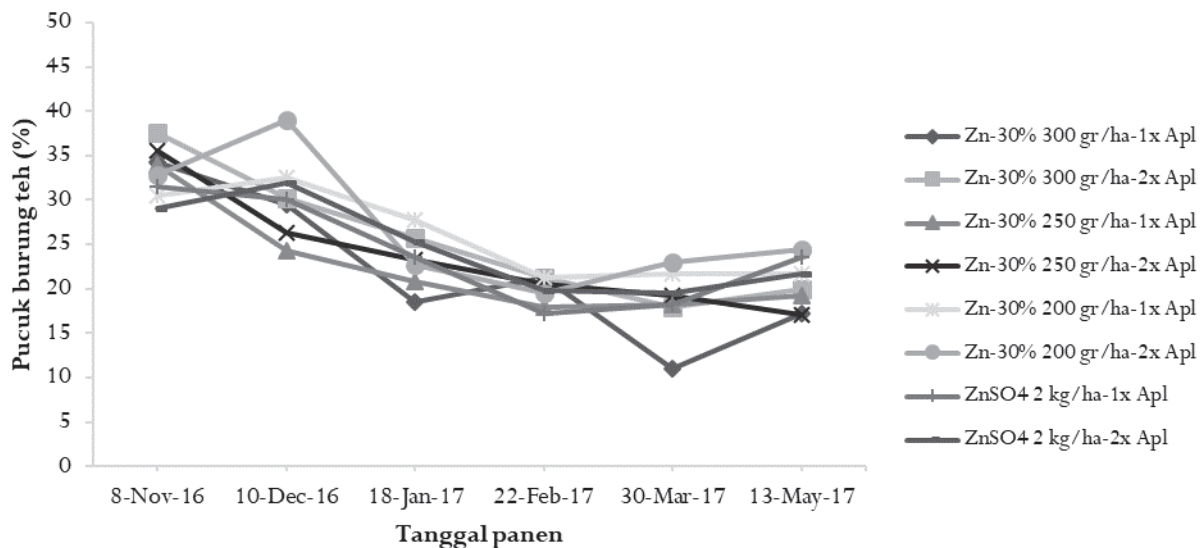
auksin dan asam indol asetat dalam tubuh tanaman teh, sehingga pertumbuhan pucuk burung meningkat (Tolhurst, 1963; Sanusi, 1977; Venkatesan *et al.*, 2006; Mukhopadhyay *et al.*, 2013). Pucuk burung merupakan proses dormansi sementara dari pucuk daun teh, dan terkadang tertutupi oleh bulu-bulu daun (De Costa, Mohotti, & Wijeratne, 2007).

Persentase pucuk peko pada pengamatan akhir (pemetikan keenam) tidak berbeda antar perlakuan, dan nilainya 50,50%–58,00% (Tabel 3). Nilai persentase tersebut masih di bawah nilai persentase normal, yaitu 70% pucuk peko dan 30% pucuk burung (Haq *et al.*, 2015). Pucuk burung pada umumnya muncul karena kurangnya nutrisi yang tersedia untuk menghasilkan pucuk peko (Ranganathan, Raman, & Natesan, 1983). Walaupun persentase pucuk peko dan burung masih di bawah normal, tetapi dengan aplikasi pupuk mikro Zn-30% ternyata mampu meningkatkan persentase pucuk peko dan menurunkan jumlah pucuk burung selama 6 kali pemetikan (Gambar 2 dan 3).



Gambar 2. Fluktuasi persentase pucuk peko teh setelah aplikasi pupuk Zn 30% dari bulan November 2016 sampai Mei 2017

Gambar 2. Fluctuation of tea pecco shoot percentage after application of Zn 30% fertilizer from November 2016 until May 2017



Gambar 3. Fluktuasi jumlah pucuk burung teh setelah aplikasi pupuk Zn 30% dari bulan November 2016 sampai Mei 2017

Gambar 3. Fluctuation of the number of tea banji shoots after application of Zn 30% fertilizer from November 2016 to May 2017

Tabel 3. Persentase pucuk peko teh setelah aplikasi pupuk Zn 30% pada pengamatan keenam

Table 3. Percentage of tea pecco shoots after application of Zn 30% fertilizer at the 6th observation (final observation)

Perlakuan dosis pupuk	Perlakuan aplikasi (interval/petikan)		Rerata
	1 kali	2 kali	
Mikro Zn-30% dosis 300 g/ha	58,94	57,05	58,00
Mikro Zn-30% dosis 250 g/ha	55,85	62,67	59,26
Mikro Zn-30% dosis 200 g/ha	53,63	46,12	49,87
ZnSO ₄ dosis 2 kg/ha	47,74	53,26	50,50
Rerata	54,04	54,77	54,41

Hasil penelitian Pasaribu (1998) dan Haq *et al.* (2015) menunjukkan bahwa aplikasi kombinasi pupuk mikro Zn juga belum mampu meningkatkan persentase pucuk peko di atas nilai normal. Berkaitan dengan fenomena tersebut, pertumbuhan pucuk burung melebihi pucuk peko sebesar 30%–40% disebabkan oleh beberapa hal, seperti adanya cekaman lingkungan dan iklim, tanaman sudah memasuki fase istirahat (Rusmana & Salim, 2006; Sriyadi, Abbas, Rachmiati, & Salim, 2009), dan kecepatan ekspansi daun melebihi perkembangan inisiasi tunas (Nakayama *et al.*, 1960 cited in Omae, 2007).

KESIMPULAN

Aplikasi pupuk mikro Zn-30% dengan dosis 300 g/ha dalam interval pemberian 1 kali setelah petikan menghasilkan pucuk teh lebih tinggi (713 kg/400 m²) dibandingkan dengan dosis lainnya, tetapi tidak berbeda dengan aplikasi pupuk seng dalam bentuk sulfat (ZnSO₄) pada interval 2 kali aplikasi. Aplikasi pupuk Zn, baik dalam bentuk garam oksida maupun seng sulfat, dapat meningkatkan persentase pucuk peko dan menurunkan jumlah pucuk burung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Tritama Wirakarsa yang telah mendukung dan berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini, serta pihak PTPN VIII khususnya Manager dan jajaran Kebun Pasirmalang Afdeling Wetan yang telah memberikan dukungan tenaga dan fasilitas untuk keberhasilan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B. (2008). *Zinc in soils and crop nutrition* (Vol. 2nd Edition). [http://doi.org/10.1016/S0065-2113\(06\)94003-6](http://doi.org/10.1016/S0065-2113(06)94003-6)
- De Costa, W. A. J. M., Mohotti, A. J., & Wijeratne, M. A. (2007). Ecophysiology of tea. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 299–332. <http://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400005>
- Fauziah, F., Wulansari, R., & Rezamela, E. (2017). Dampak pemberian pupuk mikro Zn dan Cu serta pupuk tanah terhadap perkembangan *Empoasca* sp. pada areal tanaman teh. *Agrikultura*, 29(1), 26–34.
- Haq, M. S., Fauziah, F., & Karyudi. (2015). Pengaruh pupuk daun nitrogen dan zink dengan pestisida metomil pada tanaman teh yang terserang hama *Empoasca* sp.: (1) Pengaruh terhadap peningkatan hasil pucuk dan komponen hasil. *Jurnal Penelitian Teh Dan Kina*, 18(1), 45–54.
- Haq, M. S., Rachmiati, Y., & Karyudi. (2014). Pengaruh pupuk daun terhadap hasil dan komponen hasil pucuk tanaman teh [*Camellia sinensis* (L.)]. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*, 17(2), 47–56.
- Ilango, R. V. J., Kumar, P. M., Parthibaraj, R., Kumar, B. S., Govindaraj, R., Mareeswaran, J., & Chaudhuri, T. C. (2012). A special schedule of foliar application of nutrients for the tea fields under extensive mechanized harvesting. *Journal of Plantation Crops*, 40(2), 118–124.
- Mukhopadhyay, M., Das, A., Subba, P., Bantawa, P., Sarkar, B., & Ghosh, P. (2013). Structural, physiological, and biochemical profiling of tea plants under zinc stress. *Biologia Plantarum*, 57(3), 474–480. <http://doi.org/10.1007/s10535-012-0300-2>
- Nath, T. N. (2013). The status of micronutrients (Mn, Fe, Cu, Zn) in tea plantations in Dibrugarh District of Assam, India. *International Research Journal of Environment Sciences*, 2(6), 25–30.
- Nelson, S. (2006). Zinc deficiency in tea (*Camellia sinensis*). *Tropical Agriculture*. Honolulu: College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR).
- Nordox. (2010). *Product specification micro 30Cu + 30Zn*. Oslo, Norway.
- Omae, H. (2007). Skiffing in tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze]: Constructive changes of tea bush by mechanical skiffing and yield prediction. *Japanese Journal of Plant Science*, 1(2), 95–102.
- Pasaribu, E. H. (1990). Pemupukan Mg melalui daun pada tanaman teh produktif. In *Symposium teh V* (pp. 285–292). Bandung: Pusat Penelitian Perkebunan Gembung.
- Pasaribu, E. H. (1998). Pengaruh pupuk daun “Provit Hijau” terhadap produksi tanaman teh. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*, 1(2–3), 61–67.
- Pasaribu, E. H., & Rahimah. (1982). Pengaruh pemberian zink sulfat pada pohon induk terhadap pertumbuhan setek daun teh. In *Prosiding Symposium Teh IV* (pp. 351–362). Balai Penelitian Teh dan Kina.
- Pusat Penelitian Teh dan Kina. (2017). *Rekomendasi pemupukan tanaman teh tahun 2017 di lingkup PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero)*. Bandung.
- Rachmiati, Y., Pranoto, E., Trikamulyana, T., & Rahardjo, P. (2013). *Rekomendasi pemupukan tanaman teh tahun 2013 di lingkup PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero)*. Bandung: PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero).
- Ranganathan, V., Raman, K., & Natesan, S. (1983). Nutritional and physiological interactions with length of plucking rounds and banjhiiness. *Bulletin United Planters Association of South India*, 38, 67–89.
- Rosmarkam, A., & Yuwono, N. W. (2002). *Ilmu kesuburan tanah*. Yogyakarta: Kanisius.

- Rusmana, N., & Salim, A. A. (2006). Pengaruh kombinasi pupuk daun pudur dan takaran pupuk N, P, K yang berbeda terhadap hasil pucuk tanaman teh [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] seedling, TRI 20125 dan GMB4. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*, 9(1–2), 28–40.
- Santoso, J., Supriatini, R., Widayat, W., Johan, M. E., Rayati, D. J., & Dharmadi, A. (2006). *Petunjuk kultur teknis tanaman teh* (3rd ed.). Gambung, Bandung: Pusat Penelitian Teh dan Kina.
- Sanusi, M. (1977). Pemupukan zink melalui daun. *Warta ATI*, 9–10.
- Sarwar, M. (2011). Effects of zinc fertilizer application on the incidence of rice stem borers (*Scirpophaga* species) (Lepidoptera: Pyralidae) in rice (*Oryza sativa* L.) crop. *Journal of Cereals and Oilseeds*, 2(5), 61–65.
- Sharma, V. S. (2011). *A manual of tea cultivation*. Pradesh: International Society of Tea Science.
- Sriyadi, B., Abbas, T., Rachmiati, Y., & Salim, A. A. (2009). *Laporan evaluasi produksi teh Januari–Maret 2009 PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero)*. Bandung: PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero).
- Sukasman. (1987). Kekurangan unsur Zn (seng) pada tanaman teh dan pengaruhnya terhadap hasil pucuk teh. *Warta Balai Penelitian Teh dan Kina*, 13(3), 113.
- Tedjasarwana, R., & Wuryaningsih, S. (2009). Kultivar dan formula pupuk pada pertumbuhan bunga potong Anthurium. *J. Hort.*, 19(2), 164–173.
- Tolhurst, J. A. H. (1963). Zinc deficiency of tea in Ceylon. In *Zinc Deficiency of Tea in Ceylon* (pp. 134–136). Jodhpur: Scientific Publishing.
- Tea Research Institution of Sri Lanka. (2000). Fertilizer recommendations for mature tea. Talawakelle.
- Venkatesan, S., Hemalatha, K. V., & Jayaganesh, S. (2006). Zinc toxicity and its influence on nutrient uptake in tea. *American Journal of Plant Physiology*, 1(2), 185–192.

MITRA BESTARI
JURNAL TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR
VOLUME 5 NOMOR 2 2018

Prof. (R). Dr. Ir. I. Djatnika, MS

Balai Penelitian Tanaman Hias -Fitopatologi

Dr. Ir. Rubiyo, M.Si.

Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian - Agronomi

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

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat - Fitopatologi

Dr. Ir. Rr. Sri Hartati, MP.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan - Pemuliaan

Dr. Ir. Maswar, M. Agric. Sc.

Balai Penelitian Tanah - Hidrologi dan Konservasi Tanah

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/publi_kasi/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

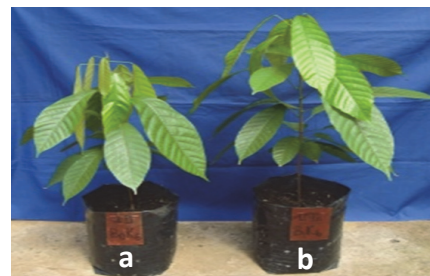
Table 1. Effect of various shading trees on percentage of fruit set of coffee at 9 months old

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

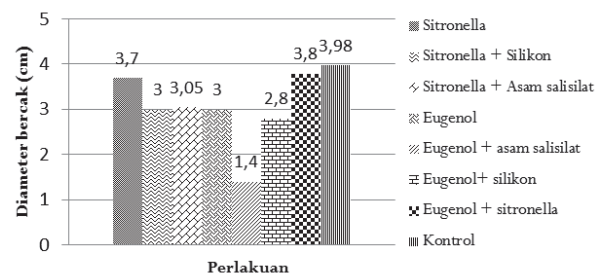
Contoh penampilan gambar/foto:



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

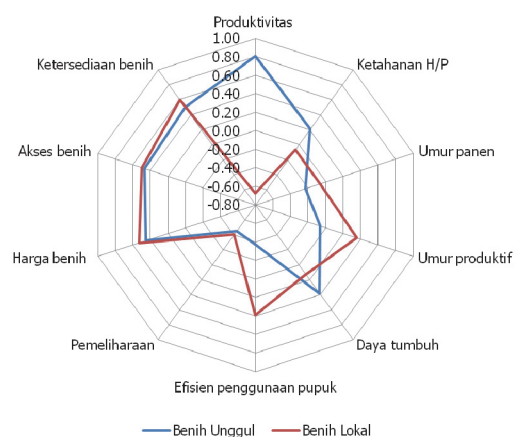
Figure 1. Growth of hybrid cacao seedlings: (a) without treatment and (b) with seed treatment and planting medium

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