

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

**Volume 2, Nomor 2, Juli 2015**

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

|                |               |              |                       |                         |                         |
|----------------|---------------|--------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>J. TIDP</b> | <b>Vol. 2</b> | <b>No. 2</b> | <b>Halaman 61-112</b> | <b>Bogor, Juli 2015</b> | <b>ISSN : 2356-1297</b> |
|----------------|---------------|--------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|



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

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

Dahulu **Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri**, terbit pertama kali tahun 2008 memuat karya tulis ilmiah hasil penelitian dan tinjauan hasil penelitian tentang tanaman rempah dan industri.

Sejak tahun 2014 berganti nama menjadi **Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar** yang melaporkan hasil penelitian tanaman industri dan penyegar yang belum pernah dipublikasikan.

Terbit tiga nomor dalam setahun, setiap bulan Maret, Juli, dan November.

## **Volume 2, Nomor 2, Juli 2015**

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

Tanggal 1 Oktober 2012

### **PENANGGUNG JAWAB**

Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

### **DEWAN EDITOR**

#### **Ketua**

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

#### **Anggota**

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

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

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

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

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

### **EDITOR PELAKSANA**

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

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

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

**Arifa Nofriyaldi Chan** - Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

### **MITRA BESTARI**

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

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

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

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

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

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

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

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

**Dr. Ir. Rubiyo, M.Si** - Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bangka-Belitung (Pemuliaan)

### **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](mailto:balittri@litbang.pertanian.go.id)

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

### **Sumber Dana**

DIPA 2015 Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

### **PENERBIT**

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

## **PENGANTAR EDITOR**

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

Pada Volume 2 Nomor 2 ini menyajikan 7 makalah yang meliputi: 2 makalah karet di bidang penyakit dan budidaya, 2 makalah teh di bidang pemuliaan dan hama, 2 makalah kopi di bidang budidaya, serta 1 makalah kakao di bidang pascapanen.

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

Ketua Dewan Editor



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

Volume 2, Nomor 2, Juli 2015

UDC 633.912:632.937

Nasrun dan Nurmansyah

**Potensi Rizobakteria dan Fungisida Nabati Untuk Pengendalian Penyakit Jamur Akar Putih Tanaman Karet**

*J. TIDP* 2(2), 61-68

Juli, 2015

Penyakit jamur akar putih (JAP) (*Rigidoporus microporus*) merupakan penyakit utama yang menurunkan produksi karet. Pemanfaatan agens hayati rizobakteria dan fungisida nabati diharapkan dapat mengendalikan penyakit JAP. Tujuan penelitian adalah mengetahui potensi rizobakteria dan fungisida nabati berbahan aktif sitronelal, geraniol, eugenol, dan katekin untuk pengendalian penyakit JAP pada karet. Penelitian uji *in vitro* dilaksanakan di laboratorium Kebun Percobaan (KP) Laing Balittro, Solok dan uji *in planta* dilaksanakan di perkebunan karet Sijunjung, Sumatera Barat, mulai April–November 2012. Penelitian uji *in planta* menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah perlakuan rizobakteria, yaitu *Bacillus* sp. Bc94, *Pseudomonas fluorescens* Pf55, kombinasi *Bacillus* sp. Bc94, dan *P. fluorescens* Pf55. Faktor kedua adalah perlakuan formula fungisida nabati, yaitu formula F1, F2, dan tanpa fungisida nabati. Parameter yang diamati adalah penekanan pertumbuhan *R. microporus* dan perkembangan penyakit JAP. Hasil penelitian menunjukkan *Bacillus* sp. Bc94, *P. fluorescens* Pf55, serta kombinasi bahan aktif fungisida nabati sitronelal, geraniol, eugenol, dan katekin mempunyai daya hambat yang tinggi terhadap pertumbuhan jamur *R. microporus*, yaitu masing-masing 89,54%; 90,49%; dan 81,39%. Kombinasi *Bacillus* sp. Bc94 dan *P. fluorescens* Pf55 dengan fungisida nabati formula F1 dan F2 potensial mengendalikan penyakit JAP pada karet dengan penekanan intensitas penyakit 80,95%–82,91%.

**Kata kunci:** Karet, *Rigidoporus microporus*, jamur akar putih, rizobakteria, fungisida nabati

UDC 633.72:547.857.4

Budi Martono dan Laba Udarno

**Kandungan Kafein dan Karakteristik Morfologi Pucuk Enam Genotipe Teh**

*J. TIDP* 2(2), 69-76

Juli, 2015

Kafein berperan dalam menentukan pahit/sepetnya teh. Perbedaan genotipe dan jenis pemetikan menyebabkan perbedaan kandungan kafein dan kualitas teh. Penelitian bertujuan mengetahui kandungan kafein dan karakteristik morfologi pucuk (peko) dengan 3 daun muda di bawahnya (P+3) pada beberapa genotipe teh. Penelitian dilaksanakan di perkebunan teh Tambi dan di laboratorium pengujian Balai Besar Industri Agro (BBIA) Bogor mulai April sampai Juni 2013. Ekstraksi kafein menggunakan kloroform dan diukur pada panjang gelombang 276,5 nm. Analisis kafein dilakukan terhadap pucuk (peko) dengan 3 daun muda di bawahnya (P+3) yang disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 genotipe teh sebagai perlakuan (Tbs 1, Tbs 2, RB 3, Kiara 8, Cin 143, dan Hibrid) dan 4 ulangan. Karakterisasi terhadap pucuk teh dilakukan terhadap karakter morfologi kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan genotipe berpengaruh nyata terhadap kandungan kafein. RB 3 merupakan genotipe yang memiliki kadar kafein P+3 tertinggi (3,58%) yang diikuti oleh genotipe Cin 143 (3,43%). Berdasarkan kadar kafein, Tbs 1 dan Tbs 2 merupakan genotipe harapan dengan kualitas lebih baik dibandingkan dengan RB 3 dan Cin 143. Keragaman antar genotipe terdapat pada karakter bentuk daun, pangkal daun, tepi daun, ujung daun, permukaan atas daun, warna daun, bulu pada peko, panjang daun, lebar daun, rasio panjang terhadap lebar daun, panjang tangkai daun, jumlah tulang daun, tebal daging daun, dan panjang peko. Kadar kafein berkorelasi negatif nyata terhadap rasio panjang dan lebar daun.

**Kata kunci:** Teh, kafein, karakter kualitatif, karakter kuantitatif

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

Volume 2, Nomor 2, Juli 2015

UDC 663.913.1

Sumanto, Dedi Sholeh Efendi, dan Bambang Prastowo

**Peningkatan Mutu Kakao Melalui Teknologi Bioproses Pemerasan Pulp (*Depulping*) Biji Kakao Secara Mekanis**

*J. TIDP 2(2), 77-84*

*Juli, 2015*

Problem yang dihadapi oleh kakao rakyat adalah produktivitas dan kualitas yang masih rendah. Rendahnya kualitas disebabkan sebagian besar petani belum melakukan fermentasi dengan pertimbangan waktu yang terlalu lama. Biji kakao tipe Lindak diselimuti daging buah (pulp) yang tebal sehingga diduga berpengaruh terhadap waktu fermentasi dan mutu biji. Tujuan penelitian adalah menguji teknologi bioproses dan alat/mesin pemeras (*depulper*) untuk mempercepat waktu fermentasi dan meningkatkan mutu biji kakao fermentasi. Penelitian dilakukan mulai Juli 2011 sampai Juli 2012 di Kabupaten Pacitan, Jawa Timur pada kelompok tani kakao. Mesin pemeras/pengatus pulp (*depulper*) kakao yang diuji terdiri dari dua tipe, yaitu tipe mesin berkapasitas 500 kg biji kakao segar/jam dan tipe manual berkapasitas 20 kg biji kakao segar/*batch* (10 menit). Hasil penelitian menunjukkan fermentasi berlangsung lebih cepat pada biji yang diperas pulpanya, baik menggunakan alat *depulper* mesin maupun manual. Suhu dan pH fermentasi mencapai puncak pada hari keempat dan menurun pada hari kelima serta biji yang dihasilkan lebih bagus dengan warna coklat bersih dan cerah. Mutu biji juga lebih baik, ditunjukkan dengan peningkatan rasa dan warna serta berkurangnya keasaman, *astringent*, dan bau.

**Kata kunci:** Mutu kakao, *depulper*, fermentasi, pemeras *pulp*, bioproses

UDC 633.912:661.152

Yulius Ferry, Rusli, dan Juniaty Towaha

**Pengaruh Pemupukan dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Karet Muda Pada Model Peremajaan Bertahap**

*J. TIDP 2(2), 85-90*

*Juli, 2015*

Model peremajaan bertahap merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas karet rakyat yang sudah tua dan rusak. Kelemahan dari model ini adalah tingginya keragaman pertumbuhan tanaman muda di lapangan. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh pemupukan ekstra dan pemberian mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman karet muda dalam model peremajaan secara bertahap. Lokasi penelitian di Desa Ramsay, Kecamatan Way Tuba, jenis tanah podsolik merah kuning dengan klasifikasi iklim termasuk B2 menurut Oldemand, mulai tahun 2012 sampai tahun 2014. Penelitian dilakukan dengan rancangan petak terpisah. Sebagai petak utama adalah umur tanaman: P<sub>1</sub> (umur 3 tahun), P<sub>2</sub> (2 tahun), dan P<sub>3</sub> (1 tahun). Sebagai anak petak adalah dosis pupuk: D<sub>1</sub> (dosis 100% rekomendasi), D<sub>2</sub> (dosis 100% rekomendasi + mikoriza), D<sub>3</sub> (dosis 125% rekomendasi), dan D<sub>4</sub> (dosis 125% rekomendasi + mikoriza). Pemberian pupuk dilakukan dua kali setahun, sedangkan mikoriza diberikan satu kali setahun pada akhir musim hujan. Bahan tanaman yang digunakan adalah klon karet PB 260, dengan teknik budidaya standar seperti penyiangan, bobokor, dan penyiraman pada saat musim kemarau. Peubah yang diamati adalah tinggi tanaman dan lilit batang. Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk ekstra 25% dari rekomendasi yang ditambah dengan mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karet yang tertinggal pertumbuhannya karena umur yang lebih muda. Dosis pupuk 125% dari rekomendasi + mikoriza dapat menghasilkan pertumbuhan tanaman umur 2 tahun sama dengan pertumbuhan tanaman umur 3 tahun yang dipupuk dengan dosis rekomendasi. Mikoriza bekerja secara sinergis dengan pupuk anorganik, dan mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemupukan ekstra pada model peremajaan karet secara bertahap.

**Kata kunci:** Karet, pupuk, mikoriza, peremajaan

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

Volume 2, Nomor 2, Juli 2015

UDC 633.73:661.152

Usman Daras, Iing Sobari, Octivia Trisilawati, dan Juniaty Towaha

**Pengaruh Mikoriza dan Pupuk NPKMg terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kopi Arabika**

*J. TIDP 2(2), 91-98*

*Juli, 2015*

Mikoriza merupakan agens hayati yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk kimia (anorganik) karena dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara tanah. Penelitian bertujuan mengevaluasi efektivitas mikoriza dan pupuk NPKMg terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kopi muda di lapangan. Penelitian dilaksanakan di KP. Pakuwon, Sukabumi, Jawa Barat, mulai Januari 2013 sampai November 2014. Perlakuan yang diuji adalah penggunaan mikoriza 3 taraf: tanpa mikoriza, 200 spora/pohon, dan 400 spora/pohon; dan pemberian pupuk NPKMg, 4 dosis (dosis rekomendasi,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , dan  $\frac{1}{4}$  dosis rekomendasi). Perlakuan disusun dalam rancangan acak kelompok, 3 ulangan dengan ukuran petak 4 pohon. Dosis rekomendasi adalah pemberian pupuk NPKMg sebanyak 140 g/pohon/tahun (40 g urea, 50 g SP-36, 30 g KCl, dan 20 g kieserit). Pupuk NPKMg diberikan dalam 2 tahap, sedangkan mikoriza diaplikasikan dua bulan setelah pemberian pupuk NPKMg yang pertama. Parameter yang diamati meliputi karakter vegetatif (tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah cabang) dan generatif (hasil kopi) serta tingkat infeksi mikoriza pada akar kopi. Hasil penelitian menunjukkan pemberian kombinasi mikoriza 400 spora dan 105 g NPKMg per pohon/tahun menghasilkan pertumbuhan tanaman kopi terbaik sampai umur 15 bulan setelah tanam, tetapi belum berpengaruh terhadap produksi kopi. Pemberian inokulum mikoriza sebanyak 200 dan 400 spora/pohon memperlihatkan tingkat infeksi mikoriza yang sama pada akar kopi pada semua pemberian dosis pupuk.

**Kata kunci:** Kopi Arabika, mikoriza, pupuk

UDC 633.72:239.7

Gusti Indriati, Samsudin, dan Widi Amaria

**Potensi *Lecanicillium lecanii* untuk Pengendalian *Helopeltis antonii* pada Tanaman Teh**

*J. TIDP 2(2), 99-106*

*Juli, 2015*

*Lecanicillium lecanii* merupakan jamur entomopatogen yang berpotensi untuk pengendali hama pengisap daun teh *Helopeltis antonii*. Penelitian bertujuan mengetahui potensi *L. lecanii* dalam mengendalikan *H. antonii* pada tanaman teh. Penelitian dilakukan di Laboratorium Proteksi Tanaman Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), mulai Januari sampai Oktober 2014. Pengujian terdiri atas uji infektivitas dan antifedansi *L. lecanii* terhadap nimfa *H. antonii* serta uji kompatibilitas dengan insektisida nabati secara *in vitro*, menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Uji infektivitas dan antifedansi dilakukan pada empat kerapatan, yaitu  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$ ,  $10^9$  konidia/ml dan kontrol. Setiap perlakuan uji infektivitas diulang empat kali dengan variabel pengamatan adalah mortalitas dan perkembangan nimfa, sedangkan uji antifedansi diulang sepuluh kali dengan variabel pengamatan adalah persentase pengurangan makan. Uji kompatibilitas dilakukan secara *in vitro* dengan serbuk *Piper retrofractum* (PR), *Tephrosia vogelii* (TV), dan *Annona squamosa* (AS), masing-masing 2,5%; 5,0%; 7,5%; dan kontrol, dan diulang empat kali. Hasil penelitian menunjukkan jamur *L. lecanii* mampu menginfeksi dan mematikan nimfa *H. antonii* sebesar 65% di laboratorium dan mengurangi makan sebesar 83,04%. Penambahan serbuk *A. squamosa* dan *T. vogelii* masing-masing 2,5%–7,5% tidak mempengaruhi pertumbuhan koloni *L. lecanii* pada media PDA, tetapi serbuk *P. retrofractum* dengan konsentrasi yang sama secara nyata menghambat pertumbuhan *L. lecanii*. Serbuk *A. squamosa* dan *T. vogelii* kompatibel dengan *L. lecanii*.

**Kata kunci:** Teh, *Helopeltis antonii*, *Lecanicillium lecanii*, entomopatogen, insektisida nabati

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

Volume 2, Nomor 2, Juli 2015

UDC 633.73:661.652:631.445.2

Rusli, Sakiroh, dan Edi Wardiana

**Pengaruh Pemupukan terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Kualitas Biji Empat Klon Kopi Robusta di Tanah Podsolik Merah Kuning, Lampung Utara**

*J. TIDP 2(2), 107-112*

*Juli, 2015*

Rekomendasi pemupukan tanaman kopi Robusta yang tersedia sekarang ini hanyalah bersifat umum, padahal jenis dan jumlah pupuk yang dibutuhkan tanaman kopi Robusta sangat tergantung pada kondisi lingkungan, jenis klon, dan umur tanaman. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh kombinasi dosis pupuk urea, SP36, dan KCl terhadap komponen pertumbuhan, hasil, dan kualitas biji empat klon kopi Robusta pada tanah Podsolik Merah Kuning (PMK), Lampung Utara. Penelitian dilakukan di KP. Cahaya Negeri, Lampung Utara, pada ketinggian tempat 250 m dpl dengan jenis tanah PMK dan tipe iklim C (Oldemand), mulai Oktober 2011 sampai Juni 2014. Rancangan yang digunakan adalah petak terpisah dengan 4 ulangan. Sebagai petak utama adalah 4 klon kopi Robusta, yaitu ( $K_1$ ) = BP 42; ( $K_2$ ) = BP 409; ( $K_3$ ) = BP 936; dan ( $K_4$ ) = BP 939, sedangkan sebagai anak petak adalah 4 kombinasi dosis pupuk urea, SP36, dan KCl, yaitu ( $P_1$ ) = 30:20:20 g/pohon; ( $P_2$ ) = 40:30:30 g/pohon; ( $P_3$ ) = 50:40:40 g/pohon; dan ( $P_4$ ) = 60:50:50 g/pohon. Hasil penelitian menunjukkan keempat klon kopi Robusta (BP 42, BP 409, BP 936, dan BP 939) yang ditanam pada tanah PMK, KP. Cahaya Negeri, Lampung Utara, memiliki respons yang sama terhadap kombinasi dosis pupuk urea, SP36, dan KCl. Untuk keempat klon tersebut, dosis pupuk urea, SP36, dan KCl masing-masing sebanyak 50, 40, dan 40 g/pohon merupakan dosis optimal dan cukup efisien bagi pertumbuhan dan hasil buah sampai umur 2,5 tahun. Namun demikian, dosis tersebut masih belum mampu untuk meningkatkan kualitas biji kopi.

**Kata kunci:** Kopi Robusta, podsolik merah kuning, pemupukan

# Jurnal TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR

Journal of Industrial and Beverage Crops

Volume 2, Nomor 2, July 2015

UDC 633.912:632.937

Nasrun and Nurmansyah

## **Potency of Rhizobacteria and Botanical Fungicides to Control White Root Fungus Disease in Rubber Plant**

*J. TIDP* 2(2), 61-68

July, 2015

The white root fungus (WRF) disease caused by *Rigidoporus microporus* is the main disease that reduce rubber production. The use of biological agents, such as rhizobacteria and botanical fungicide is expected to control WRF disease. The research aimed to determine the potential of rhizobacteria and botanical fungicide with the active compound of citronellal, geraniol, eugenol, and catechin to suppress the growth of *R. microporus* and control WRF disease. The in vitro studies were conducted at the laboratory of KP. Laing, Solok, whereas in planta tests at rubber plantations in Sijunjung, West Sumatra from April to November 2012. The in planta tests used the factorial designs, which were arranged in a randomized complete block design with 2 factorials and 3 replications. The first factor was 4 treatments, using *Bacillus* sp. Bc94, *Pseudomonas fluorescens* Pf55, a combination of *Bacillus* sp. Bc94 and *P. fluorescens* Pf55, and without rhizobacteria. The second factor was 3 treatments, using biofungicide formula: formula F1, formula F2, and without botanical fungicide. The parameters assessed were inhibition of *R. microporus* growth and development of WRF disease. The results showed that *Bacillus* sp. Bc94, *P. fluorescence* Pf55 and the combination of citronellal, geraniol, eugenol, and catechin had the highest inhibitions on *R. microporus* growth: 89.54%, 90.49%, and 81.39%, respectively. The combinations of *Bacillus* sp. Bc94 and *P. fluorescens* PF55 with botanical fungicide formulas (F1 and F2) significantly inhibited the WRF disease intensity up to 80.95%–82.91%.

**Keywords:** Rubber, *Rigidoporus microporus*, white root fungus, Rhizobacteria, botanical fungicide

UDC 633.72:547.857.4

Budi Martono and Laba Udarno

## **Caffeine Content and Characteristics of Shoot Morphology of Six Tea Genotypes**

*J. TIDP* 2(2), 69-76

July, 2015

Caffeine plays an important role in determining a bitter flavor of tea. Different genotype and picking types cause differences in caffeine content and quality of tea. The research aimed to determine the caffeine content and morphological characteristics of shoots (peko) with 3 young leaves below (P+3) on several tea genotypes. The study was conducted at Tambi tea plantation and Laboratory of Testing, Center for Agro-based Industri (CABI), Bogor from April to June 2013. Caffeine was extracted using chloroform and measured at a wavelength of 276.5 nm. Caffeine analysis was carried out using shoots (peko) with 3 young leaves below (P + 3), which were arranged in a completely randomized design with 6 tea genotypes as treatments (Tbs 1 Tbs 2, RB 3, Kiara 8, Cin 143, and Hybrid) and replicated 4 times. Characterization on tea shoots was done by observing quantitative and qualitative characters. The results showed that genotypes had significant effect on caffeine content. RB 3 genotype had the highest caffeine content (3.58%) followed by Cin 143 genotype (3.43%). Based on caffeine content, Tbs 1 and Tbs 2 are promising genotypes with better quality than RB 3 and Cin 143. The diversity among genotypes revealed by shape, base, edges, and the tips of the leaves; the upper surface of leaves, leaf color, feathers on shoots (peko), leaf length and width characters, the ratio of the length and width of leaf, petiole length, number of leaf bones, flesh thick leaves, and shoots (peko) length. Moreover, caffeine content was negatively correlated with the ratio of the length and width of leaf.

**Keywords:** Tea, caffeine, qualitative characters, quantitative characters

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

Volume 2, Nomor 2, July 2015

UDC 663.913.1

Sumanto, Dedi Sholeh Efendi, and Bambang Prastowo

***Mechanical Pretreatment Bio-Processing Technology in Improving Quality of Cocoa Beans***

*J. TIDP 2(2), 77-84*

*July, 2015*

*In general, the classic problems faced by the cocoa farmer are low productivity and quality of cocoa beans as farmers do not perform fermentation due to a longer processing time. Bulk cocoa beans covered with pulp presumably affecting the fermentation time and bean quality. The research objective was to assess a combination of bioprocessing technology and mechanized-depulping to improve the quality of fermented cocoa beans. The study was conducted from July 2011 to July 2012 on cocoa farmer groups in Pacitan Regency, East Java, using engine depulper (500 kg/hour capacity) and manually (20 kg/10 minutes or about 120 kg/hour capacity). The results showed that fermentation time was shorter in squeezed pulp, either using engine depulper or manually. Both the temperature and pH of fermented beans reached its highest point on the fourth day and decreased on day five, from which obtained higher quality beans indicated by clean and bright brown color with better flavour and color as well as lower acidity, astringent, and smell.*

**Keywords:** *Quality of cocoa, pulp, fermentation, depulping, bioprocess*

UDC 633.912:661.152

Yulius Ferry, Rusli, and Juniaty Towaha

***Effect of Fertilizer and Mycorrhiza on Growth of Young Rubber Plant in Gradually Rejuvenation Models***

*J. TIDP 2(2), 85-90*

*July, 2015*

*Gradual rejuvenation model is an option to increase the productivity of smallholder rubber plantation due to old and damaged plants. The limitation of this model is the high variation of the growth of young plant in the field. This study aimed to determine the effect of extra fertilization and mycorrhiza on the growth of young rubber plants in the gradual rejuvenation model. The research was located at Ramsay Village, Way Tuba District, with red-yellow podzolic soil types and climate type of B2 according to Oldemand, from 2012 to 2014, and arranged in split plot design. The plant age, P1 (3 years old); P2 (2 years old); and P3 (1 year old) was denoted as the main plot, whereas the subplot is fertilizer dosage, D1 (100% of recommended dosage); D2 (100% of recommended dosage + mycorrhiza); D3 (125% of recommended dosage); D4 (125% of recommended dosage + mycorrhiza). Fertilizer application was done twice a year, while mycorrhiza were given once a year toward the end of the rainy season. The plant material used was PB 260 clone, with a standard agricultural practices such as weeding and watering during the dry season. Variables measured were plant height and girth. The results showed that application of 25% extra from the recommended dosage + mycorrhiza was able to accelerate the growth of young rubber plants. Fertilizer dose of 125% from the recommendation + mycorrhiza applied on 2-year-old plants exhibited the same growth with 3-year-old plant that treated with recommended dosage. This result indicates that mycorrhiza works synergistically with inorganic fertilizer, which enhances the effectivity and efficiency of extra fertilization in gradually rejuvenation models.*

**Keywords:** *Rubber, fertilizer, mycorrhiza, rejuvenation*

# Jurnal TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR

Journal of Industrial and Beverage Crops

Volume 2, Nomor 2, July 2015

UDC 633.73:661.152

Usman Daras, Iing Sobari, Octivia Trisilawati, and Juniaty Towaha

## ***Effect of Mycorrhiza and NPKMg Fertilizers on Growth and Production of Arabica Coffee***

*J. TIDP* 2(2), 91-98

July, 2015

*Mycorrhiza is a biological agent that could improve the efficiency of chemical fertilizers (inorganic) due to it can increase the availability of soil nutrients. The study aimed to evaluate the effectiveness of mycorrhiza and NPKMg fertilizers on growth and yield of coffee plants in the field. The research was carried out at KP. Pakuwon, Sukabumi, West Java, from January 2013 to November 2014. The treatments that examined in this study were 3 levels of mycorrhiza application (M0, without mycorrhizal fungi; M1, application of 200 spore/tree; and M2, application of 400 spore/tree), and 4 dosage of NPKMg fertilizers (F1, recommended dose, RD; F2, ¼ RD; F3, ½ RD, and F4, ¾ RD). The treatments were arranged in a randomized block design with 3 replications, and the plot size consisted of 4 coffee plants. The recommended dose of fertilizer is 140 g NPKMg/tree/years (40 g urea, 50 g SP-36, 30 g KCl, and 20 g kieserit). NPKMg fertilizers were applied two times, whereas mycorrhiza was given two months after the first application of NPKMg fertilizers. The observed parameters were vegetative characters (plant height, stem diameter, number of branch) and generative character (coffee yield) as well as the infection rates of mycorrhiza on roots. The results showed that application of 400 spores of mycorrhizal fungi and 105 g NPKMg/tree/year exhibited the best growth of coffee plants until 15 months after planting (MAP). However, that combination was not significantly affected coffee production. Moreover, application of 200 and 400 spores of mycorrhizal fungi/tree combined with all dosage of NPKMg fertilizers revealed the same infection rates of mycorrhiza on roots.*

**Keywords:** Arabica coffee, mycorrhiza, fertilizer

UDC 633.72:239.7

Gusti Indriati, Samsudin, and Widi Amaria

## ***Lecanicillium lecanii Potential for Controlling Helopeltis antonii in Tea Plant***

*J. TIDP* 2(2), 99-106

July, 2015

*Lecanicillium lecanii is an entomopathogenic fungus that potential to control tea mosquito bug Helopeltis antonii. The research aimed to determine the potential of L. lecanii in controlling H. antonii in tea plant. The research was conducted at the Laboratory of Plant Protection, Indonesian Industrial and Beverages Crops Research Institute (IIBCRI) Sukabumi, from January to October 2014. The study consisted of infectivity and antifeedancy of L. lecanii on H. antonii nymph, as well as its in vitro compatibility with botanical insecticide, using completely randomized design (CRD). The infectivity and antifeedancy tests of L. lecanii on H. antonii nymph were carried out using 4 densities:  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$ ,  $10^9$  conidia/ml, and control. Each treatment of infectivity test was repeated 4 times with observed variables were mortality and development of nymphs. Meanwhile, antifeedancy test was repeated 10 times with the observed variable was percentage of feeding reduction. The in vitro compatibility test of L. lecanii was done by using Piper retrofractum (PR), Tephrosia vogelii (TV) and Annona squamosa (AS) powder with the concentration of 2.5%, 5.0%, 7.5%, respectively and control, which repeated 4 times. The results showed that L. lecanii capable to infect and kill H. antonii nymph at about 65% in laboratory and reduce feeding about 83.04%. Addition of A. squamosa and T. vogelii powder at 2.5%–7.5% concentration were not significantly affecting the growth of L. lecanii colonies on PDA media. On the other hand, addition of P. retrofractum powder with the same concentration was considerably inhibiting the growth of L. lecanii. This result demonstrates that A. squamosa and T. vogelii powder are compatible with L. lecanii.*

**Keywords:** Tea, Helopeltis antonii, Lecanicillium lecanii, entomopathogen, botanical insecticide

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

Volume 2, Nomor 2, July 2015

UDC 633.73:661.652:631.445.2

Rusli, Sakiroh, and Edi Wardiana

***Effect of Fertilizer on Growth, Yield, and Bean Quality of Four Robusta Coffee Clones Cultivated in Red-Yellow Podzolic Soil Type, North Lampung***

*J. TIDP* 2(2), 107-112

July, 2015

*Recommendation of Robusta coffee fertilizer that available until now is only in general. In fact, the type and amount of fertilizer needed is highly dependent on environmental conditions, clones, and plant age. The study aimed to investigate the effect of combination doses of urea, SP36, and KCl fertilizer on growth, yield, and bean quality of four Robusta coffee clones cultivated in red-yellow podzolic soil type (PMK), North Lampung. The study was conducted at KP. Cahaya Negeri, North Lampung, with the altitude of 250 m above sea level, PMK soil type and climate type of C (Oldemand), from October 2011 to June 2014. The research was arranged in split plot design with four replications. The main plot was four Robusta coffee clones i.e. ( $K_1$ ) = BP 42; ( $K_2$ ) = BP 409; ( $K_3$ ) = BP 936; and ( $K_4$ ) = BP 939, while the subplot was four combination doses of urea, SP36, and KCl i.e. ( $P_1$ ) = 30:20:20 g/tree; ( $P_2$ ) = 40:30:30 g/tree; ( $P_3$ ) = 50:40:40 g/tree; and ( $P_4$ ) = 60:50:50 g/tree. The results showed that four Robusta coffee clones (BP 42, BP 409, BP 936, and BP 939) cultivated in PMK soil type, KP. Cahaya Negeri, North Lampung, had the same response to combination doses of urea, SP36 and KCl fertilizer. The combination doses of urea, SP36, and KCl of 50, 40, and 40 g/tree, respectively were optimal and efficient for growth and yield of those four clones until 2.5 years old. However, the dose has not yet been able to improve the quality of coffee beans.*

**Keywords:** Robusta coffee, red-yellow podzolic, fertilizer

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

**Volume 2, Nomor 2, Juli 2015**

|                                                                                                                                                                                       |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Potensi Rizobakteria dan Fungisida Nabati untuk Pengendalian Penyakit Jamur Akar Putih Tanaman Karet<br>( <i>Nasrun dan Nurmansyah</i> )                                              | 61-68   |
| Kandungan Kafein dan Karakteristik Morfologi Pucuk (Pekoe) dengan 3 Daun Muda (P+3) Enam Genotipe Teh<br>( <i>Budi Martono dan Laba Udarno</i> )                                      | 69-76   |
| Peningkatan Mutu Kakao Melalui Teknologi Bioproses Pemerasan Pulp ( <i>Depulping</i> ) Biji Kakao Secara Mekanis<br>( <i>Sumanto, Dedi Sholeh Efendi, dan Bambang Prastowo</i> )      | 77-84   |
| Pengaruh Pemupukan dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Karet Muda Pada Model Peremajaan Bertahap<br>( <i>Yulius Ferry, Rusli, dan Juniaty Towaha</i> )                          | 85-90   |
| Pengaruh Mikoriza dan Pupuk NPKMg terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kopi Arabika<br>( <i>Usman Daras, ling Sobari, Octivia Trisilawati, dan Juniaty Towaha</i> )                      | 91-98   |
| Potensi <i>Lecanicillium lecanii</i> untuk Pengendalian <i>Helopeltis antonii</i> pada Tanaman Teh<br>( <i>Gusti Indriati, Samsudin, dan Widi Amaria</i> )                            | 99-106  |
| Pengaruh Pemupukan terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Kualitas Biji Empat Klon Kopi Robusta di Tanah Podsolik Merah Kuning, Lampung Utara<br>( <i>Rusli, Sakiroh, dan Edi Wardiana</i> ) | 107-112 |

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



## POTENSI RIZOBAKTERIA DAN FUNGISIDA NABATI UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT JAMUR AKAR PUTIH TANAMAN KARET

### POTENCY OF RHIZOBACTERIA AND BOTANICAL FUNGICIDES TO CONTROL WHITE ROOT FUNGUS DISEASE IN RUBBER PLANT

\* Nasrun dan Nurmansyah

#### Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

Jalan Tentara Pelajar No. 3, Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor 16111 Indonesia

\*nasrunlaing@yahoo.com

(Tanggal diterima: 18 Maret, direvisi: 7 April 2015, disetujui terbit: 10 Juli 2015)

#### ABSTRAK

Penyakit jamur akar putih (JAP) (*Rigidoporus microporus*) merupakan penyakit utama yang menurunkan produksi karet. Pemanfaatan agens hayati rizobakteria dan fungisida nabati diharapkan dapat mengendalikan penyakit JAP. Tujuan penelitian adalah mengetahui potensi rizobakteria dan fungisida nabati berbahan aktif sitronelal, geraniol, eugenol, dan katekin untuk pengendalian penyakit JAP pada karet. Penelitian uji *in vitro* dilaksanakan di laboratorium Kebun Percobaan (KP) Laing Balitro, Solok dan uji *in planta* dilaksanakan di perkebunan karet Sijunjung, Sumatera Barat, mulai April–November 2012. Penelitian uji *in planta* menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah perlakuan rizobakteria, yaitu *Bacillus* sp. Bc94, *Pseudomonas fluorescens* Pf55, kombinasi *Bacillus* sp. Bc94, dan *P. fluorescens* Pf55. Faktor kedua adalah perlakuan formula fungisida nabati, yaitu formula F1, F2, dan tanpa fungisida nabati. Parameter yang diamati adalah penekanan pertumbuhan *R. microporus* dan perkembangan penyakit JAP. Hasil penelitian menunjukkan *Bacillus* sp. Bc94, *P. fluorescens* Pf55, serta kombinasi bahan aktif fungisida nabati sitronelal, geraniol, eugenol, dan katekin mempunyai daya hambat yang tinggi terhadap pertumbuhan jamur *R. microporus*, yaitu masing-masing 89,54%; 90,49%; dan 81,39%. Kombinasi *Bacillus* sp. Bc94 dan *P. fluorescens* PF55 dengan fungisida nabati formula F1 dan F2 potensial mengendalikan penyakit JAP pada karet dengan penekanan intensitas penyakit 80,95%–82,91%.

**Kata kunci:** Karet, *Rigidoporus microporus*, jamur akar putih, rizobakteria, fungisida nabati

#### ABSTRACT

The white root fungus (WRF) disease caused by *Rigidoporus microporus* is the main disease that reduce rubber production. The use of biological agents, such as rhizobacteria and botanical fungicide is expected to control WRF disease. The research aimed to determine the potential of rhizobacteria and botanical fungicide with the active compound of citronellal, geraniol, eugenol, and catechin to suppress the growth of *R. microporus* and control WRF disease. The *in vitro* studies were conducted at the laboratory of KP. Laing, Solok, whereas *in planta* tests at rubber plantations in Sijunjung, West Sumatra from April to November 2012. The *in planta* tests used the factorial designs, which were arranged in a randomized complete block design with 2 factorials and 3 replications. The first factor was 4 treatments, using *Bacillus* sp. Bc94, *Pseudomonas fluorescens* Pf55, a combination of *Bacillus* sp. Bc94 and *P. fluorescens* Pf55, and without rhizobacteria. The second factor was 3 treatments, using biofungicide formula: formula F1, formula F2, and without botanical fungicide. The parameters assessed were inhibition of *R. microporus* growth and development of WRF disease. The results showed that *Bacillus* sp. Bc94, *P. fluorescence* Pf55 and the combination of citronellal, geraniol, eugenol, and catechin had the highest inhibitions on *R. microporus* growth: 89.54%, 90.49%, and 81.39%, respectively. The combinations of *Bacillus* sp. Bc94 and *P. fluorescens* PF55 with botanical fungicide formulas (F1 and F2) significantly inhibited the WRF disease intensity up to 80.95%–82.91%.

**Keywords:** Rubber, *Rigidoporus microporus*, white root fungus, Rhizobacteria, botanical fungicide

## PENDAHULUAN

Karet (*Havea brasiliensis*) merupakan salah satu komoditas perkebunan penting di Indonesia. Dalam pengembangan karet ditemukan kendala, di antaranya serangan penyakit jamur akar putih (JAP) yang disebabkan oleh *Rigidoporus microporus* (Semangun, 1999). Serangan JAP dapat mengakibatkan kematian tanaman karet, di perkebunan rakyat mencapai 5%–15% dengan kerugian mencapai 300 milyar rupiah (Situmorang, 2004 cited in Pulungan, Lubis, Zahara, & Fairuzah, 2014). Pengendalian penyakit JAP umumnya menggunakan fungisida berbahan aktif triadimefon, yaitu bahan kimia yang memiliki potensi efek toksik kumulatif yang rendah terhadap tanaman, tetapi diduga memiliki efek toksik cukup tinggi terhadap manusia (Manurung, Lubis, Marheni, & Dalimunthe, 2015). Oleh sebab itu, perlu dicari teknologi pengendalian yang lebih ramah lingkungan, di antaranya adalah penggunaan agens hayati dan fungisida nabati. Saat ini penggunaan agens hayati dan fungisida nabati mulai dilakukan untuk mengatasi permasalahan penyakit JAP pada tanaman karet.

Beberapa jenis rizobakteria telah digunakan sebagai agens hayati untuk mengendalikan penyakit tanaman, antara lain *Bacillus* sp. (Chrisnawati, Nasrun, & Triwidodo, 2009) dan *Pseudomonas fluorescens* (Nasrun, Christanti, Arwiyanto, & Mariska, 2005; Nasrun, Christanti, Arwiyanto, & Mariska, 2007). *Bacillus* sp. diketahui mampu mengendalikan penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) pada nilam (Chrisnawati *et al.*, 2009), penyakit layu *Fusarium* (*Fusarium oxysporum*) pada cabai (Sutariati & Wahab, 2010), dan penyakit layu *Fusarium* (*F. oxysporum* f.sp. *melongenae*) pada terung (Yildiz, Handan, Altino, & Dikilitas, 2012). *P. fluorescens* Pf19 dilaporkan mampu mengendalikan penyakit layu bakteri (*R. solanacearum*) pada nilam (Nasrun *et al.*, 2005), *P. fluorescens* Pf147 dapat mengendalikan penyakit budog (*Synchytrium* spp.) pada nilam (Nasrun *et al.*, 2009), *P. fluorescens* CV69 dan VII mengendalikan penyakit busuk akar (*Phytophthora drechsleri*) pada mentimun (Maleki, Mokhtarnejad, & Mostafaei, 2011). *P. fluorescens* Pf4 dan Pf6 mampu menghambat pertumbuhan *Rhizoctonia solani* (Manjunatha, Naik, Patil, Lokesh, & Vasudevan, 2012). *P. fluorescens* dapat mengendalikan penyakit layu *Fusarium* (*F. oxysporum*) pada tomat (Toua, Benchabane, Bensaid, & Bakour, 2013).

Produk tanaman dalam bentuk minyak atsiri dan ekstraknya dapat digunakan sebagai fungisida nabati yang mampu menghambat pertumbuhan patogen (Knobloch, Paul, Ilber, Weigand, & Weil, 1989) dan menjadi teknologi pengendalian penyakit tanaman ramah lingkungan. Minyak serai wangi yang

mengandung sitronelal dan geraniol dapat mengendalikan *Puccinia horiana* penyebab penyakit karat putih pada Krisan (Silvia *et al.*, 2012) serta *Penicillium digitatum*, *Aspergillus niger*, dan *Fusarium* sp. penyebab penyakit busuk buah pada jeruk (Singh, Alsamarai, & Syarhabil, 2012). Minyak cengkeh yang mengandung eugenol dapat mengendalikan *F. oxysporum* penyebab penyakit busuk rimpang pada jahe (Djiwanti & Wiratno, 2011), *P. horiana* penyebab penyakit karat putih pada Krisan (Silvia *et al.*, 2012.), *F. oxysporum* f.sp. *vanilla* penyebab penyakit busuk batang pada vanili (Tombe, Pangeran, & Haryani, 2012), dan *Phyllosticta* sp. penyebab penyakit bercak daun pada jahe (Hartati, 2013). Ekstrak daun gambir yang mengandung katekin dapat mengendalikan *Phytophthora cinnamomi* penyebab penyakit kanker batang pada kayu manis (Nasrun, 1997), dan *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa pada cabai (Sibarani, 2008).

Upaya untuk meningkatkan kinerja agens hayati di lapangan dilakukan dengan cara mengkombinasikan agens hayati dengan fungisida nabati, seperti kombinasi *Bacillus* sp., *Trichoderma* sp., dan *Cytopaga* sp. dengan fungisida nabati (cengkeh dan nimba). Kombinasi tersebut terbukti efektif mengendalikan penyakit busuk akar putih (*R. lignosus*) 47%–80% pada jambu mete (Tombe, 2008). Kombinasi *P. fluorescens*, *Bacillus subtilis*, dan ekstrak cengkeh efektif menghambat pertumbuhan *Aspergillus flavus* pada benih padi (Reddy, Reddy, & Muralidharan, 2009). Kombinasi *B. subtilis* (TRC54) dan *P. fluorescens* (Pf1) dengan ekstrak daun *Datura metel* efektif mengendalikan penyakit layu (*F. oxysporum* f.sp. *cubense*) pada pisang (Akila *et al.*, 2011). Kombinasi *Streptomyces* sp., *P. fluorescens*, dan *Trichoderma viride* dengan ekstrak daun sirih efektif mengendalikan penyakit layu bakteri (*R. solanacearum*) pada tomat (Maharina, Aini, & Wardiyati, 2014). Tujuan penelitian adalah mengetahui potensi rizobakteria dan formula fungisida nabati berbahan aktif sitronelal, geraniol, eugenol, dan katekin untuk pengendalian penyakit JAP pada karet.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kebun Percobaan (KP) Laing Balittro Solok dan di kebun karet petani di Nagari Sijunjung, Sumatera Barat pada bulan April sampai November 2012.

Isolat *Bacillus* spp (Bc88, Bc94, Bc116, Bc125 dan Bc 138) dan *P. fluorescens* (Pf44, Pf54, Pf55, Pf60 dan Pf72) adalah isolat terpilih dari rizosfir karet hasil penelitian secara *in vitro* di laboratorium (Nasrun *et al.*, 2012). Fungisida nabati yang digunakan adalah sitronelal, geraniol, eugenol, dan katekin yang diperoleh dari analisis minyak serai wangi, cengkeh, dan

ekstrak gambir di Laboratorium Universitas Andalas, Sumatera Barat.

### Pengaruh Rizobakteria Terhadap Biomassa Koloni *R. microporus*

Pengujian dilakukan pada media kentang dektrosa cair (KDC). Sebanyak 60 ml media KDC dimasukkan ke dalam masing-masing erlenmeyer yang berukuran 100 ml, kemudian disterilkan dalam autoklaf (121 °C) selama 15 menit. Setelah steril, media KDC didinginkan. Satu potongan biakan jamur patogen berdiameter 5 mm dimasukkan ke dalam medium KDC, selanjutnya ke dalam media tersebut ditambahkan 1 ml larutan rizobakteria ( $10^8$  cfu/ml) sesuai jenis yang diuji. Biakan tersebut diinkubasikan di atas shaker dengan kecepatan 150 rpm selama empat hari pada suhu kamar. Setelah empat hari, koloni jamur patogen yang tumbuh dipisahkan dari larutan dengan menempatkan massa jamur patogen di atas kertas saring dan dikeringkan di dalam oven selama 48 jam pada suhu 80 °C (Nasrun *et al.*, 2005). Selanjutnya ditimbang berat kering biomassa koloni jamur tersebut.

### Pengaruh Bahan Aktif Fungisida Nabati terhadap Pertumbuhan Koloni *R. microporus*

Pengujian secara *in vitro* dilakukan dengan cara pencampuran 1 ml bahan aktif fungisida nabati sebagai perlakuan: (1) sitronelal, geraniol, dan katekin; (2) sitronelal, geraniol, dan eugenol; (3) sitronelal, geraniol, dan katekin; (4) sitronelal, eugenol, dan katekin; (5) geraniol, eugenol, dan katekin; (6) sitronelal dan geraniol; (7) sitronelal dan eugenol; (8) sitronelal dan katekin; (9) geraniol dan eugenol; (10) geraniol dan katekin; (11) eugenol dan katekin; (12) sitronelal; (13) geraniol; (14) eugenol; (15) katekin; dan (16) tanpa bahan aktif formula fungisida nabati (kontrol) ke dalam media kentang dektrosa agar (KDA) dengan konsentrasi 200 ppm yang belum membeku (suhu 40 °C). Bahan aktif dihomogenkan dengan cara menggoyang-goyang tabung reaksi. Selanjutnya campuran tersebut dituangkan ke dalam cawan petri (diameter 9 cm), dan dibiarkan sampai medium membeku. Jamur patogen *R. microporus* berdiameter 5 mm diambil dari biakan berumur 7 hari, dan diletakkan pada bagian tengah cawan petri. Setelah itu, diinkubasi dalam pada suhu kamar (29 °C) selama 7 hari. Pengamatan dilakukan dengan mengukur diameter koloni.

### Pengaruh Rizobakteria dan Formula Fungisida Nabati terhadap Penyakit JAP

Penelitian dilaksanakan di kebun karet petani yang endemik terserang penyakit JAP (tingkat serangan 60%–75%) di Kabupaten Sijunjung, Sumatera Barat,

mulai Mei sampai November 2012. Penelitian menggunakan *Bacillus* sp. Bc94 dan *P. fluorescens* Pf55 sebagai kelompok rizobakteria terpilih dari hasil pengujian seleksi antagonistik secara *in vitro* di laboratorium (faktor A) dan formulasi fungisida nabati berbahan aktif sitronelal dan geraniol (minyak serai wangi), eugenol (minyak cengkeh), dan katekin (ekstrak gambir) (faktor B) sebagai perlakuan yang diuji pada tanaman karet di lapang.

Perlakuan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali dan setiap ulangan terdiri 4 tanaman. Faktor pertama adalah perlakuan rizobakteria: (1) *Bacillus* sp. Bc94 + *P. fluorescens* Pf55, (2) *P. fluorescens* Pf55, (3) *Bacillus* sp. Bc94, dan (4) tanpa agens hayati (kontrol). Faktor kedua adalah perlakuan formula fungisida nabati: (1) formula F1 (berbahan aktif sitronelal, geraniol, eugenol, dan katekin); (2) formula F2 (berbahan aktif sitronelal, geraniol, eugenol, katekin, dan minyak nilam); dan (3) tanpa formula fungisida nabati (kontrol).

Isolat *Bacillus* sp. Bc94 dan *P. fluorescens* Pf55 diperbanyak pada medium triptic soya agar (TSA) dan King's B pada temperatur 30 °C selama 48 jam. Isolat tersebut selanjutnya disuspensi pada medium triptic soya cair (TZC) dan akuades dalam bentuk terpisah dan kombinasi antara isolat *Bacillus* sp. Bc94 dan *P. fluorescens* Pf55 dengan perbandingan volume tertentu (1:1) dengan tingkat populasi  $10^9$  cfu/ml sebagai sumber inokulum (Arwiyanto, 1998)

Formula fungisida nabati dibuat dalam bentuk EC (*emulsiable concentrate*) dengan bahan aktif sitronelal, geraniol, eugenol, dan katekin, masing-masing 200 ppm dan bahan tambahan minyak nilam, pelarut, pengemulsi tween 80, dan perata teefol. Tanaman yang digunakan untuk pengujian adalah pohon karet berumur 5 tahun yang terserang penyakit JAP pada area seluas  $\pm 1,5$  Ha. Rizobakteria dan formula fungisida nabati diaplikasikan dengan cara penyiraman pada akar tanaman karet dalam waktu berbeda. Pemberian rizobakteria dilakukan satu hari setelah pemberian fungisida nabati dengan dosis 250 ml/tanaman. Pengamatan dilakukan setiap bulan terhadap perkembangan penyakit JAP dan intensitas serangannya. Penilaian intensitas penyakit dihitung berdasarkan skor yang digunakan oleh Kaewchai & Soyong (2010) sebagai berikut:

Tabel 1. Skor penyakit jamur akar putih  
Table 1. Scores of white root fungus disease

|      |                  |                          |
|------|------------------|--------------------------|
| Skor | 0 (sehat)        | = 0% daun menguning      |
|      | 1 (ringan)       | = 1%–25% daun menguning  |
|      | 2 (sedang)       | = 26%–50% daun menguning |
|      | 3 (berat)        | = 51%–75% daun menguning |
|      | 4 (sangat berat) | = > 75% daun menguning   |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Daya Hambat Rizobakteria Terhadap Biomassa *R. microporus*

Hasil pengamatan pengaruh daya hambat rizobakteria terhadap biomassa koloni *R. microporus*, semua strain *Bacillus* sp. dan *P. fluorescens* yang diuji mampu mereduksi pertumbuhan jamur patogen *R. microporus* dengan daya hambat 72,69%–90,49%. Strain *Bacillus* sp. Bc94 dan *P. fluorescens* Pf55 memiliki kemampuan mereduksi pertumbuhan *R. microporus* yang paling baik dengan daya hambat masing-masing 86,96% dan 90,49% dibandingkan dengan strain *Bacillus* sp. dan *P. fluorescens* lainnya (Tabel 2). Kedua strain tersebut dinilai sebagai strain rizobakteria terbaik yang mempunyai kemampuan tertinggi dalam menekan pertumbuhan biomassa koloni jamur *R. microporus*.

Daya hambat dari rizobakteria pada umumnya dihubungkan dengan antibiosis yang dihasilkan oleh *Bacillus* spp. dan *P. fluorescens* (Campbell, 1989). *Bacillus* sp. dapat menghasilkan antibiotik *polymyxin*, *circulin*, dan *colistin* (Maksimov *et al.*, 2011 cited in Beneduzi, Ambrosini, & Passaglia, 2012), sedangkan *Bacillus cereus* UW85 menghasilkan antibiotik *zwittermicin* (*aminoglycoside*) yang mengendalikan penyakit *damping-off* pada tanaman alfalfa (Beneduzi *et al.*, 2012). *P. fluorescens* menghasilkan antibiotik *pyoluteorin* (Haas & Defago, 2005 cited in Fouzia *et al.*, 2015) yang dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *Rhizoctonia solani*, *Trichoderma basicola*, *Alternaria* sp. dan *Verticillium*

*dahlia* (Howell & Stipanovic, 1970 cited in Butelho & Mendonca-Hagler, 2006), sedangkan *P. fluorescens* RFP-36 menghasilkan antibiotik *2,4-diacetyl phloro glucenol* dan *phenazine* (Devi, Talukdar, Sharma, Jeyaram, & Rohinikumar, 2011) dan *P. fluorescens* 2-29 menghasilkan antibiotik *phenazine-1-carboxylic acid* yang dapat menghambat pertumbuhan *Gaeumannomyces graminis* fsp. *tritici* penyebab penyakit *take-all* pada tanaman gandum (Srivastava, 2007).

### Daya Hambat Bahan Aktif Fungisida Nabati terhadap Koloni *R. microporus*

Semua bahan fungisida nabati berbahan aktif sitronelal, geraniol, eugenol, dan katekin yang diuji mampu mereduksi pertumbuhan jamur *R. microporus* dengan daya penghambatan bervariasi 16,28%–81,39% (Tabel 3). Formula fungisida nabati yang mengandung kombinasi empat bahan aktif (sitronelal, geraniol, eugenol, dan katekin) memiliki kemampuan terbaik dalam mereduksi pertumbuhan miselium jamur *R. microporus*, dengan daya penghambatan mencapai 81,39%. Kombinasi tiga atau dua bahan aktif menghasilkan formula fungisida nabati dengan daya penghambatan lebih rendah terhadap koloni *R. microporus*, yaitu masing-masing 48,84%–60,46% dan 31,36%–52,65%. Penekanan pertumbuhan miselium *R. microporus* paling rendah (daya penghambatan 20,93%–30,23%) ketika formula fungisida nabati yang digunakan hanya mengandung bahan aktif tunggal.

Tabel 2. Daya hambat strain *Bacillus* spp. dan *P. fluorescens* terhadap biomassa koloni *R. microporus* pada medium KDC (7 hari setelah inokulasi)

Table 2. Inhibition of *Bacillus* spp. and *P. fluorescens* strains against colony biomass of *R. microporus* in liquid potato dextrose media (7 days after inoculation)

| Rizobakteria               | Biomassa (mg) | Daya hambat (%) |
|----------------------------|---------------|-----------------|
| <i>P. fluorescens</i> Pf44 | 0,0201 c      | 72,69           |
| <i>P. fluorescens</i> Pf54 | 0,0158 c      | 78,53           |
| <i>P. fluorescens</i> Pf55 | 0,0070 a      | 90,49           |
| <i>P. fluorescens</i> Pf60 | 0,0122 bc     | 83,42           |
| <i>P. fluorescens</i> Pf72 | 0,0146 c      | 80,16           |
| <i>Bacillus</i> sp. Bc88   | 0,0188 c      | 75,13           |
| <i>Bacillus</i> sp. Bc94   | 0,0077 a      | 89,54           |
| <i>Bacillus</i> sp. Bc116  | 0,0174 c      | 76,36           |
| <i>Bacillus</i> sp. Bc125  | 0,0186 c      | 74,73           |
| <i>Bacillus</i> sp. Bc138  | 0,0098 ab     | 86,68           |
| Kontrol                    | 0,0736 d      | -               |
| KK (%)                     | 18,4          |                 |

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

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

Fungisida nabati secara aktif menekan pertumbuhan koloni *R. microporus* dengan mereduksi miselium sehingga terjadi pemendekan pada ujung hifa. Hal ini disebabkan adanya senyawa terpenoid yang mampu menghambat proses metabolisme dengan mengakumulasi globula lemak di dalam sitoplasma sel, mengurangi jumlah organel-organel sel terutama mitokondria, dan merusak membran nukleus sel jamur (Kagale *et al.*, 2004 cited in Akila *et al.*, 2011). Di samping itu, senyawa terpenoid dapat juga

mempengaruhi pengambilan nutrisi oleh sel dari lingkungan (Rice-Vans *et al.*, 1997 cited in Jain *et al.*, 2011) sehingga dapat menghambat kebutuhan energi (ATP). Akibatnya, pertumbuhan dan perkembangan hifa menjadi berkurang dan akhirnya menyusut. Terpenoid mengakibatkan miselium yang terbentuk menjadi berkurang dan pertumbuhan koloni *R. microporus* menjadi tidak normal (Kagale *et al.*, 2004 cited in Akila *et al.*, 2011).

Tabel 3. Daya hambat fungisida nabati terhadap koloni *R. microporus* pada medium PDA (7 hari setelah aplikasi)  
Table 3. Inhibition of botanical fungicide formulas against *R. microporus* colony in PDA media (7 day after inoculation)

| Bahan aktif formula fungisida nabati     | Diameter koloni (cm) | Daya hambat (%) |
|------------------------------------------|----------------------|-----------------|
| Sitronelal, geraniol, eugenol, katekin   | 1,6 a                | 81,39           |
| Sitronelal, geraniol, eugenol            | 3,4 ab               | 60,46           |
| Sitronelal, geraniol, katekin            | 3,9 ab               | 54,65           |
| Sitronelal, eugenol, katekin             | 3,6 ab               | 58,14           |
| Geraniol, eugenol, katekin               | 4,2 b                | 51,12           |
| Sitronelal, geraniol                     | 4,4 b                | 48,84           |
| Sitronelal, eugenol                      | 3,9 ab               | 52,65           |
| Sitronelal, katekin                      | 4,8 b                | 44,19           |
| Geraniol, eugenol                        | 4,5 b                | 47,67           |
| Geraniol, katekin                        | 5,9 bc               | 31,36           |
| Eugenol, katekin                         | 5,6 b                | 34,88           |
| Sitronelal                               | 6,2 c                | 27,91           |
| Geraniol                                 | 6,0 c                | 30,23           |
| Eugenol                                  | 6,8 c                | 20,93           |
| Katekin                                  | 7,2 cd               | 16,28           |
| Kontrol (Tanpa formula fungisida nabati) | 8,6 d                | -               |
| KK (%)                                   | 14,8                 |                 |

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

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

Tabel 4. Interaksi antara *Bacillus* sp. Bc94 dan *P. fluorescens* Pf55 dengan formula fungisida nabati terhadap intensitas penyakit JAP pada tanaman karet di lapang pada 185 hari setelah aplikasi

Table 4. Interaction among *Bacillus* sp. Bc94 and *P. fluorescens* Pf55 with botanical fungicide formulas on disease intensity of white root fungus in rubber plantation (185 days after application)

| Agens hayati                                          | Intensitas penyakit (%) |                     |                        | Rata-rata |
|-------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|-----------|
|                                                       | Fungisida nabati F1     | Fungisida nabati F2 | Tanpa fungisida nabati |           |
| <i>Bacillus</i> sp. Bc94 + <i>P. fluorescens</i> Pf55 | 7,94 a                  | 5,98 a              | 19,41 b                | 11,11 a   |
| <i>Bacillus</i> sp. Bc94                              | 31,64 cd                | 27,96 c             | 38,67 d                | 32,76 c   |
| <i>P. fluorescens</i> Pf55                            | 24,53 bc                | 20,61 bc            | 35,90 cd               | 27,01 b   |
| Tanpa agens hayati                                    | 48,97 e                 | 41,00 de            | 88,89 f                | 59,62 d   |
| Rata-rata                                             | 28,27 b                 | 23,89 a             | 45,72 c                |           |
| KK/CC (%)                                             | 17,97                   |                     |                        |           |

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

F1= bahan aktif + pelarut metanol + tween + teefol; F2= bahan aktif + minyak nilam + pelarut metanol + tween + teefol; F3= tanpa formulasi fungisida nabati

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

F1= activated materials + methanol solution + tween + teefol; F2= activated materials + patchouli oil + methanol solution + tween + teefol, F3= Without botanical fungicides formulation

### Pengaruh Rizobakteria dan Formula Fungisida Nabati terhadap Penyakit JAP

Karet yang tidak diperlakukan rizobakteria dan formula fungisida nabati menunjukkan gejala penyakit JAP dengan intensitas penyakit sangat tinggi, yaitu 88,89% (Tabel 4). Hal ini membuktikan bahwa lahan perkebunan karet yang digunakan adalah lahan endemik penyakit JAP karet. Rizobakteria dan fungisida nabati terbukti dapat mereduksi perkembangan penyakit JAP pada tanaman karet berumur 5 tahun di lapangan. Kombinasi rizobakteria *Bacillus* sp. Bc94 + *P. fluorescens* Pf55 dan formula fungisida nabati F1 atau F2 menunjukkan kemampuan lebih tinggi dalam menekan intensitas penyakit JAP dibandingkan dengan aplikasi masing-masing secara terpisah (Tabel 3). Agens hayati dan fungisida nabati bekerja secara sinergis dalam mengendalikan penyakit JAP karet sehingga apabila diaplikasikan secara terpadu akan lebih efektif dibandingkan secara terpisah.

Kombinasi *P. fluorescens* Pf55 dengan formula fungisida nabati F1 atau F2 menunjukkan kemampuan lebih tinggi dalam menekan perkembangan penyakit JAP dibandingkan kombinasi *Bacillus* sp. Bc94 dengan formula fungisida nabati F1 atau F2 (Tabel 3). Sementara itu, *Bacillus* sp. Bc94, *P. fluorescens* Pf55, dan fungisida nabati F1 dan F2 secara terpisah (tunggal) memperlihatkan pengaruh yang sama dalam menekan perkembangan penyakit JAP dengan perkembangan penyakit lebih rendah dengan intensitas penyakit 35,90%–48,97% (Tabel 3).

Kemampuan *Bacillus* sp. dan *P. fluorescens* mengendalikan JAP diduga akibat dari adanya aktivitas metabolit sekunder yang dihasilkan oleh agens hayati tersebut sebagai respon langsung terhadap patogen tanaman (Paul & Sharma, 2002 cited in Akila *et al.*, 2011). Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh agens hayati di antaranya adalah antibiotik, siderofor, dan enzim yang bersifat menghambat aktivitas dan pertumbuhan jamur patogen di dalam tanah (Jenisiewicz *et al.*, 2000; Soesanto, 2004 cited in Maharina *et al.*, 2014). *Bacillus* sp. dapat menghasilkan antibiotik polipeptida-subtilin, gramisidin, bacitracin, polimiksin, fitoaktin dan bulbiformin, dan *P. fluorescens* CHAO dapat menghasilkan antibiotik pyoluteorin (Plt) dan 2-4 diacetyl phyloroglucinol (Phl). Di samping itu, *Bacillus* sp. Bc94 dan *P. fluorescens* Pf55 mampu mengkolonisasi jaringan akar tanaman sehingga aktivitas patogen menjadi terbatas. Bull *et al.* (1991) melaporkan *Bacillus* sp. dan *P. fluorescens* mempunyai kemampuan yang tinggi dalam mengkolonisasi akar tanaman sehingga terjadi kompetisi ruang dan nutrisi, seperti sumber karbon, nitrogen, dan Fe dengan patogen tanaman. Akibatnya, pertumbuhan dan aktivitas patogen menjadi terhambat.

Kombinasi *Bacillus* spp. Bc94 dan *P. fluorescens* Pf55 ternyata lebih efektif dalam mengendalikan penyakit JAP dibandingkan dengan perlakuan rizobakteria secara terpisah. Hal ini disebabkan oleh kombinasi mekanisme pengendalian dalam antibiosis dan kompetisi (Akila *et al.*, 2011). Fenomena serupa ditunjukkan kombinasi *Bacillus subtilis* dan *P. fluorescens* dalam menekan serangan *F. oxysporum* f.sp. *dianthi* penyebab penyakit layu *Fusarium* pada anyelir (Hanudin *et al.*, 2011). Selain itu, kombinasi *B. subtilis* (B1, B6, B28, dan B99) dan *Pseudomonas aeurogenosa* (P10 dan P12) efektif mengendalikan penyakit layu *Fusarium* pada kacang panjang (Karimi, Amini, Harighi, & Bahramnejad, 2012).

Kombinasi agens hayati strain *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas fluorescens* membuat multi mekanisme berbeda dalam pengendalian penyakit tanaman (Roupach & Kloppe, 1998 cited in Janousek *et al.*, 2009). Kombinasi agens hayati tersebut juga dapat menghasilkan kolonisasi tanaman yang lebih baik dan lebih mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan serta peningkatan mekanisme pengendalian patogen menjadi tanaman lebih luas (Backman *et al.*, 1997 cited in Raupach & Kloepper, 1998). Di samping itu, kombinasi antagonisme membuat strain bakteri menghasilkan produk pencampuran antibiotik untuk meningkatkan pengendalian penyakit tanaman (Rhouma, Bouri, Boubaker, & Nesme, 2008). Ini dapat dihubungkan dengan aktivitas pengendalian hayati lebih besar dalam penghambatan perkecambahan konidium dan pertumbuhan miselium jamur patogen *R. microporus* (Thangavelu & Gopi, 2015).

Fungisida nabati dalam bentuk minyak atsiri dan ekstrak tanaman dapat menghambat pertumbuhan patogen tanaman dan mengendalikan penyakit tanaman (Kagale *et al.*, 2004 cited in Akila *et al.*, 2011). Eugenol dapat menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* f.sp. *cubense* dan mengendalikan penyakit layu *Fusarium* pada pisang (Emilda & Istianto, 2011). Fungisida nabati berbahan aktif eugenol + sitronelal + geraniol dapat menekan pertumbuhan jamur *Puccinia horiana* pada krisan (Yusuf, Nuryani, Djatnika, Hanudin, & Winarto, 2012). Katekin dapat menghambat pertumbuhan *Phytophthora capsici* dan mengendalikan penyakit busuk pangkal batang pada lada (Kusvianti *et al.*, 2014).

Potensi *Bacillus* sp. Bc94 dan *P. fluorescens* P55 dan fungisida nabati berbahan aktif sitronelal, geraniol, eugenol dan katekin dalam menekan patogen diduga oleh kemampuan menghasilkan antibiosis, kompetisi, mengkolonisasi sistem perakaran, dan keefektifan fungisida nabati (Janisiewicz, Tworkoski, & Sarer, 2000).

## KESIMPULAN

*Bacillus* sp. Bc94 dan *P. fluorescens* Pf55, serta kombinasi bahan aktif fungisida nabati sitronelal, geraniol, eugenol, dan katekin mempunyai daya hambat yang tinggi terhadap pertumbuhan jamur *R. microporus* *in vitro*, yaitu 89,54%; 90,49%; dan 81,39%. Kombinasi *Bacillus* sp. Bc94 dan *P. fluorescens* PF55 dengan formula fungisida nabati F1 dan F2 potensial mengendalikan penyakit JAP pada karet dengan penekanan intensitas penyakit 80,95%–82,91%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Panitia Program RISTEK PKPP Tahun 2012 dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akila, R., Rajendran, L., Harish, S., Saveetha, K., Raguchanderand, T., & Samiyappan, R. (2011). *Combined application of botanical formulations and biocontrol agents for the management of Fusarium oxysporum f. sp. cubense (Foc) causing Fusarium wilt in banana*. Tamil Nadu, India: Department of Plant Pathology, Centre for Plant Protection Studies, Tamil Nadu Agricultural University, Lawley Road, Coimbatore 641 003.
- Arwiyanto, T. (1998). *Pengendalian secara hayati penyakit layu bakteri pada tembakau*. Laporan Riset Unggulan Terpadu IV (1996-1998) (p. 58). Jakarta: Kantor Menteri Negara Riset dan Teknologi Dewan Riset Nasional.
- Beneduzi, A., Ambrosini, A., & Passaglia, L.M.P. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents. *Genetics and Molecular Biology*, 35(4), 1044–1051.
- Butelho, G.R., & Mendonca-Hagler, L.C. (2006). Fluorescent Pseudomonads associated with the rhizosphere of crops-An overview. *Brazilian Journal of Microbiology*, 37, 401–416.
- Bull, C.T., Weller, D.M., & Thomashow, L.S. (1991). Relation between root colonization and suppression of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* by *Pseudomonas fluorescens* strain 2-79. *Phytopathology*, 81, 954–959.
- Campbell, R. (1989). *Biological control of microbial plant pathogens* (p. 218). Cambridge: Cambridge University Press.
- Chrisnawati, Nasrun, & Triwidodo, A. (2009). Pengendalian penyakit layu bakteri nilam menggunakan *Bacillus* spp dan *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 15(3), 116-123.
- Devi, S.I., Talukdar, N.C., Sharma, K.C., Jeyaram, K., & Rohinikumar, M. (2011). Screening of rhizobacteria for their plant growth promotion ability and antagonism against damping-off and root rot disease of broad bean (*Vicia faba* L). *Indian J. Microbiol*, 51(1), 14–21.
- Djiwanti, S.R., & Wiratno. (2011). Evaluasi pemanfaatan formula pestisida nabati cengkeh dan seraiwangi untuk pengendalian busuk rimpang jahe (pp. 213-222). *Semnas Pesnab IV*. Jakarta, 15 Oktober 2011.
- Emilda, D., & Istianto, M. (2011). Pengaruh minyak cengkeh terhadap pertumbuhan koloni dan sifat antagonis cendawan *Gliocladium* sp. terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. *J. Hort.*, 21(1), 33–39.
- Ezzat, S.M. (2014). Biocontrol of phytopathogenic bacteria isolated from drainage water and causing bacterial blight disease. *World Applied Sciences Journal*, 31(7), 1237–1247.
- Fouzia, A., Allaoua, S., Hafsa, C.S., & Mostefa, G. (2015). Plant growth promoting and antagonistic traits of indigenous fluorescent *Pseudomonas* spp. isolated from wheat rhizosphere and *A. halimus* endosphere. *European Scientific Journal*, 11(24), 129–148.
- Hanudin, Nuryani, W., Silvia, E., Yusuf, & Marwoto, B. (2011). Biopestisida organik berbahan aktif *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* untuk mengendalikan penyakit layu *Fusarium* pada anyelir. *J. Hort.*, 21(2), 152–163.
- Hartati, S.Y. (2013). Efikasi formula fungisida nabati terhadap penyakit bercak daun jahe *Phyllosticta* sp. *Bul. Littro*, 24(1), 42-48.
- Jain, K.M, Hessin, M.H., Achmadi, A., Dahon, N.H., Kimsuan, T., & Hamdan, H.S. (2011). Determination of total phenol, condensed tannin and flavonoid contents and antioxidant activity of *Uncaria gambiir* extracts. *Majalah Farmasi Indonesia*, 22(1), 50–59.
- Janisiewicz, W.J., Tworowski, T.J., & Sarer, C. (2000). Characterizing the mechanism of biological control of post harvest disease on fruits with a simple method to study competition for simple method to study competition for nutrients. *Phytopathology*, 90, 1196–1200.
- Janousek., C.N., Lorber, J.D., & Gubler, W.D. (2009). Combination and rotation of bacterial antagonists to control powdery mildew on pumpkin. *Journal of Plant Disease and Protection*, 16(6), 260-262.
- Kaewchai, S., & Soyong, K. (2010). Application of biofungicides against *Rigidoporus microporus* causing white root disease of rubber trees. *Journal of Agricultural Technology*, 6(2), 349–363.
- Karimi, K., Amini, J., Harighi, B., & Bahramnejad, B. (2012). Evaluation of biocontrol potential of *Pseudomonas* and *Bacillus* spp. against *Fusarium* wilt of chickpea. *AJCS*, 6(4), 695–703.
- Knobloch, K.A., Paul, B., Ilber, H., Weigand, & Weil, W. (1989). Antibacterial and antifungal properties of essential oil components. *J. Ess-Oil*, 1, 119-128.
- Kusvianti, D., Widodo, & Prijono, D. (2014). Pengendalian penyakit busuk pangkal batang lada dengan ekstrak pinang, gambir, sirih dan kapur sirih. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 10(4), 103–111.
- Maharina, K.E., Aini, L.Q., & Wardiyati, T. (2014). Aplikasi agens hayati dan bahan nabati sebagai pengendalian layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) pada budidaya tanaman tomat. *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(6), 506–513.

- Maleki, M., Mokhtarnejad, L., & Mostafaei, S. (2011). Screening of rhizobacteria for biological control of cucumber root and crown rot caused by *Phytophthora drechsleri*. *Plant Pathol. J.*, 27(1), 78–84.
- Manurung, L., Lubis, Marheni & Dalimunthe, C.I. (2015). Pengujian berbagai jenis bahan aktif terhadap penyakit jamur akar putih (JAP) (*Rigidoporus microporus* [Swartz: Fr.]) di areal tanpa olah tanah (TOT). *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(1), 168–178.
- Manjunatha, H., Naik, M.K., Patil, M.B., Lokesha, R., & Vasudevan, S.N. (2012). Isolation and characterization of native fluorescent *Pseudomonads* and antagonistic activity against major plant pathogens. *Karnataka J.Agric.Sci.*, 25(3), 346–349.
- Nasrun. (1997). Pengujian ekstrak daun serai wangi terhadap *Scelotium rolfsii* penyebab penyakit busuk batang tanaman cabai. *Kongres Nasional ke XIV dan Seminar Ilmiah PFI, di Palembang*.
- Nasrun, Christanti, Arwiyanto, T., & Mariska, I. (2005). Pengendalian penyakit layu bakteri nilam menggunakan *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 11(1), 19–24.
- Nasrun, Christanti, Arwiyanto, T., & Mariska, I. (2007). Karakteristik fisiologis *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri nilam. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 13(2), 43–48.
- Pulungan, M.H., Lubis, L., Zahara, F., & Fairuzah, Z. (2014). Uji efektifitas *Trichoderma harzianum* dengan formulasi granular ragi untuk mengendalikan penyakit jamur akar putih (*Rigidoporus microporus* [Swartz:fr.] Van Ov) pada tanaman karet di pembibitan. *Jurnal On Line Agroekoteknologi*, 2(2), 497–512.
- Reddy, K.R.N., Reddy, C.S., & Muralidharan, K. (2009). Potential of botanical and biocontrol agents on growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus* infecting rice grains. *Food Control*, 20, 173–178.
- Raupach, G.S., & Kloepper, J.W. (1998). Mixtures of plant growth-promoting rhizobacteria enhance biological control of multiple cucumber pathogens. *Phytopathology*, 88, 1158–1164.
- Rhouma, A., Bouri, M., Boubaker, A., & Nesme, X.X. (2008). Potential effect of rhizobacteria in the management of crown gall disease caused by *Agrobacterium tumefaciens* Biovar 1. *Journal of Plant Pathology*, 90(3), 517–526.
- Semangun, H. (1999). *Penyakit-penyakit tanaman perkebunan di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- Sibarani, F.M. (2008). Uji efektifitas beberapa pestisida nabati untuk mengendalikan penyakit antraknosa (*Colletotrichum capsici*) pada tanaman cabai (*Capsicum annum*) di lapangan (Tesis S1, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara Medan, Medan).
- Silvia, Y.E., Nuryani, W., Djatnika, I., Hanudin, Suhardi, & Winarto, B. (2012). Potensi beberapa fungisida nabati dalam mengendalikan karat putih (*Puccinia horana* Henn) dan perbaikan mutu krisan. *J. Hort.*, 22(4), 385–391.
- Singh, H., Alsamarai, G., & Syarhabil, M. (2012). Performance of botanical pesticides to control post-harvest fungi in citrus. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 3(4), 1–4.
- Srivastava, S.R. (2007). Screening for antifungal activity of *pseudomonas fluorescens* against phytopathogenic fungi. *The Internet Journal of Microbiology*, 5(2), 1–6.
- Sutariati, G.A.K., & Wahab, A. (2010). Isolasi dan uji kemampuan Rizobakteri indigenous sebagai agensia hayati pengendali hayati penyakit pada tanaman cabai. *J. Hort.*, 20(1), 86–95.
- Thangavelu, R., & Gopi, M. (2015). Field suppression of *Fusarium* wilt disease in banana by combined application of native endophytic and rhizospheric bacterial isolates possessing multiple functions. *Phytopathologia Mediterranea*, 54(2), 241–252.
- Tombe, M. (2008). Pemanfaatan pestisida nabati fungisida nabati dan agensia hayati untuk mengendalikan penyakit busuk jamur akar putih pada jambu mete. *Bul. Litro*, XIX(1), 68–77.
- Tombe, M., Pangeran, D., & Haryani, T.S. (2012). Keefektifan formula minyak cengkeh dan seraiwangi terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanilae* penyebab busuk batang vanili. *Jurnal Litri*, 18(4), 143–150.
- Toua, D., Benchabane, M., Bensaid, F., & Bakour, R. (2013). Evaluation of *Pseudomonas fluorescens* for the biocontrol of *Fusarium* wilt in tomato and flax. *African Journal of Microbiology Research*, 7(58), 5449–5458.
- Yildiz, H.N., Handan, H., Altino, & Dikilitas, M. (2012). Screening of Rhizobacteria against *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae* the causal agent of wilt disease of eggplant. *African Journal of Microbiology Research*, 6(5), 3700–3706.
- Yusuf, S., Nuryani, W., Djatnika, I., Hanudin, & Winarto, B. (2012). Potensi beberapa fungisida nabati dalam mengendalikan karat putih (*Puccinia horiana* Henn) dan perbaikan mutu krisan. *J.Hort.*, 22(4), 385–391.

## KANDUNGAN KAFEIN DAN KARAKTERISTIK MORFOLOGI PUCUK ENAM GENOTIPE TEH

### CAFFEINE CONTENT AND CHARACTERISTICS OF SHOOT MORPHOLOGY OF SIX TEA GENOTYPES

\* Budi Martono dan Laba Udarno

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

\* budimartono@hotmail.com

(Tanggal diterima: 26 Februari 2015, direvisi: 27 Maret 2015, disetujui terbit: 28 Juni 2015)

#### ABSTRAK

Kafein berperan dalam menentukan pahit/sepetnya teh. Perbedaan genotipe dan jenis pemetikan menyebabkan perbedaan kandungan kafein dan kualitas teh. Penelitian bertujuan mengetahui kandungan kafein dan karakteristik morfologi pucuk (peko) dengan 3 daun muda di bawahnya (P+3) pada beberapa genotipe teh. Penelitian dilaksanakan di perkebunan teh Tambi dan di laboratorium pengujian Balai Besar Industri Agro (BBIA) Bogor mulai April sampai Juni 2013. Ekstraksi kafein menggunakan kloroform dan diukur pada panjang gelombang 276,5 nm. Analisis kafein dilakukan terhadap pucuk (peko) dengan 3 daun muda di bawahnya (P+3) yang disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 genotipe teh sebagai perlakuan (Tbs 1, Tbs 2, RB 3, Kiara 8, Cin 143, dan Hibrid) dan 4 ulangan. Karakterisasi terhadap pucuk teh dilakukan terhadap karakter morfologi kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan genotipe berpengaruh nyata terhadap kandungan kafein. RB 3 merupakan genotipe yang memiliki kadar kafein P+3 tertinggi (3,58%) yang diikuti oleh genotipe Cin 143 (3,43%). Berdasarkan kadar kafein, Tbs 1 dan Tbs 2 merupakan genotipe harapan dengan kualitas lebih baik dibandingkan dengan RB 3 dan Cin 143. Keragaman antar genotipe terdapat pada karakter bentuk daun, pangkal daun, tepi daun, ujung daun, permukaan atas daun, warna daun, bulu pada peko, panjang daun, lebar daun, rasio panjang terhadap lebar daun, panjang tangkai daun, jumlah tulang daun, tebal daging daun, dan panjang peko. Kadar kafein berkorelasi negatif nyata terhadap rasio panjang dan lebar daun.

**Kata kunci:** Teh, kafein, karakter kualitatif, karakter kuantitatif

#### ABSTRACT

Caffeine plays an important role in determining a bitter flavor of tea. Different genotype and picking types cause differences in caffeine content and quality of tea. The research aimed to determine the caffeine content and morphological characteristics of shoots (peko) with 3 young leaves below (P+3) on several tea genotypes. The study was conducted at Tambi tea plantation and Laboratory of Testing, Center for Agro-based Industri (CABI), Bogor from April to June 2013. Caffeine was extracted using chloroform and measured at a wavelength of 276.5 nm. Caffeine analysis was carried out using shoots (peko) with 3 young leaves below (P + 3), which were arranged in a completely randomized design with 6 tea genotypes as treatments (Tbs 1 Tbs 2, RB 3, Kiara 8, Cin 143, and Hybrid) and replicated 4 times. Characterization on tea shoots was done by observing quantitative and qualitative characters. The results showed that genotypes had significant effect on caffeine content. RB 3 genotype had the highest caffeine content (3.58%) followed by Cin 143 genotype (3.43%). Based on caffeine content, Tbs 1 and Tbs 2 are promising genotypes with better quality than RB 3 and Cin 143. The diversity among genotypes revealed by shape, base, edges, and the tips of the leaves; the upper surface of leaves, leaf color, feathers on shoots (peko), leaf length and width characters, the ratio of the length and width of leaf, petiole length, number of leaf bones, flesh thick leaves, and shoots (peko) length. Moreover, caffeine content was negatively correlated with the ratio of the length and width of leaf.

**Keywords:** Tea, caffeine, qualitative characters, quantitative characters

## PENDAHULUAN

Pengembangan tanaman teh sinensis dan teh hibrida sebagai bahan baku teh hijau maupun sebagai pencampur (*sauce*) untuk teh hitam perlu didukung oleh bahan tanam dari varietas unggul yang diperoleh melalui perbaikan genetik. Program pemuliaan teh diarahkan pada peningkatan kualitas, produksi, serta ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik. Salah satu komponen yang menentukan kualitas teh adalah kafein (Khokhar & Magnusdottir, 2002; Saravanan, John, Kumar, Pius, & Sasikumar, 2005; Owuor *et al.*, 2006; Bao *et al.*, 2008; Tang, Li, & Tang, 2011). Peran penting kafein adalah dapat menentukan citarasa teh terutama rasa pahit/sepet (Pusat Penelitian Teh dan Kina [PPTK], 2006).

Kandungan kafein yang tinggi pada daun teh kurang diinginkan karena sifat farmakologinya dapat merangsang sistem syaraf sentral (Takeda, 1994 *cited in* Mitrowihardjo, 2012). Meskipun kafein aman dikonsumsi, tetapi zat tersebut dapat menimbulkan reaksi yang tidak dikehendaki jika dikonsumsi secara berlebihan seperti tidak dapat tidur (*insomnia*), rasa gelisah (*neurosis*), mengigau (*delirium*), denyut jantung tak beraturan (*takikardia*), denyut jantung prematur sebelum denyut jantung kembali normal (*ekstrasistole*), pernapasan meningkat, tremor otot, dan peningkatan produksi urin oleh ginjal (*diuresis*) (Misra, Mehta, Mehta, Soni, & Jain, 2009). Efek farmakologi dan efek samping kafein pada setiap orang berbeda tergantung pada tingkat kepekaannya.

Kafein terdapat pada biji, daun, dan buah lebih dari 60 spesies tanaman di dunia, di antaranya *Coffea sp.* (kopi), *Camellia sinensis* (teh), dan *Theobroma cacao* (kakao) (Barone & Roberts, 1996). Kandungan kafein dalam teh relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kopi (Sudarmi, 1997). Senyawa yang tergolong purin alkaloid tersebut bersifat basa sangat lemah dalam larutan air atau alkohol dan tidak berbentuk garam yang stabil. Kafein dapat berwujud serbuk berwarna putih atau berbentuk jarum putih mengkilat, tidak berbau, dan rasanya pahit. Kafein larut dalam air (1:50), alkohol (1:75), atau kloroform (1:6) tetapi kurang larut dalam eter. Kelarutan naik dalam air panas (1:6 pada 80 °C) atau alkohol panas (1:25 pada 60 °C) (Wilson & Gisvold's, 2011).

Genotipe dengan kandungan kafein rendah sangat diperlukan dalam program pemuliaan teh. Seleksi genotipe teh dengan kadar kafein rendah telah dilakukan di Jepang dengan ditemukannya sembilan genotipe (Takeda, 1994). Penelitian tentang kandungan kafein teh sudah banyak dilaporkan (Lin *et al.*, 2003; Chen & Zhou, 2005; Ling *et al.*, 2005; Seeram *et al.*, 2006), tetapi informasi mengenai karakteristik peko dengan 3

daun muda di bawahnya (p+3) dan kadar kafeinnya belum banyak dilaporkan. Perbedaan genotipe dan jenis pemetikan akan menyebabkan perbedaan kandungan kafein dan kualitas teh. Penelitian bertujuan mengetahui kandungan kafein dan karakteristik morfologi pucuk (peko) dengan 3 daun muda di bawahnya (p+3) pada beberapa genotipe teh.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di perkebunan teh Tambi dan di laboratorium pengujian Balai Besar Industri Agro (BBIA) Bogor mulai April sampai Juni 2013. Materi penelitian diperoleh dari Perkebunan teh Tambi Wonosobo, Jawa Tengah, pada ketinggian tempat 1.800 m dpl. Sebanyak 3 genotipe teh sinensis (Tbs 1, Tbs 2, dan Hibrid) dan 3 genotipe teh hibrida (Kiara 8, RB 3, dan Cin 143) dianalisis kandungan kafein dan diamati karakteristik pucuknya, yaitu pucuk (peko) dengan 3 daun muda dibawahnya (P+3).

### Analisis Kandungan Kafein

Pemetikan peko dengan 3 daun muda dibawahnya (p+3) dilakukan dengan jeda waktu 21 hari. Pucuk teh yang sudah dipetik dikeringkan di bawah sinar matahari selama dua minggu hingga kadar air kurang dari 10% dan selanjutnya digiling sampai berbentuk serbuk dan diayak menggunakan saringan dengan pori berukuran 100 mesh. Analisis kafein menggunakan metode SNI 6685:2009. Ekstraksi kafein dari sampel pucuk teh menggunakan pelarut organik (kloroform). Kafein yang terekstraksi kemudian dihitung menggunakan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 276,5 nm. Analisis data menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah 6 genotipe teh, yaitu Tbs 1, Tbs 2, Hibrid, Kiara 8, RB 3, dan Cin 143. Data hasil penelitian dianalisis ragam (*analysis of varian/anova*) dan jika menunjukkan beda nyata dilanjutkan dengan uji Duncan (*Duncan Multiple Range Test/DMRT*).

### Pengamatan Karakteristik Morfologi Pucuk

Karakter morfologi yang diamati meliputi karakter kualitatif (bentuk daun; pangkal, tepi, dan ujung daun; permukaan atas daun, warna daun, dan bulu pada peko) dan kuantitatif (rata-rata panjang dan lebar daun, rasio panjang terhadap lebar daun, panjang tangkai daun, jumlah tulang daun, tebal daging daun, dan panjang peko). Analisis data kualitatif dilakukan secara deskriptif untuk mengetahui perbedaan karakteristik visual antar genotipe. Data karakter kuantitatif selanjutnya dihitung nilai tengah dan standar

deviasinya, serta nilai koefisien keragamannya (KK) dengan rumus sebagai berikut:

$$KK = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$S = \frac{\sqrt{\sum (xi - \bar{x})^2}}{n - 1}$$

Keterangan:

S = simpangan baku (*standard deviation*)

$\bar{x}$  = rata-rata nilai pengamatan

xi = pengamatan ke-i (i = 1, 2, 3, 4, 5, dan 6)

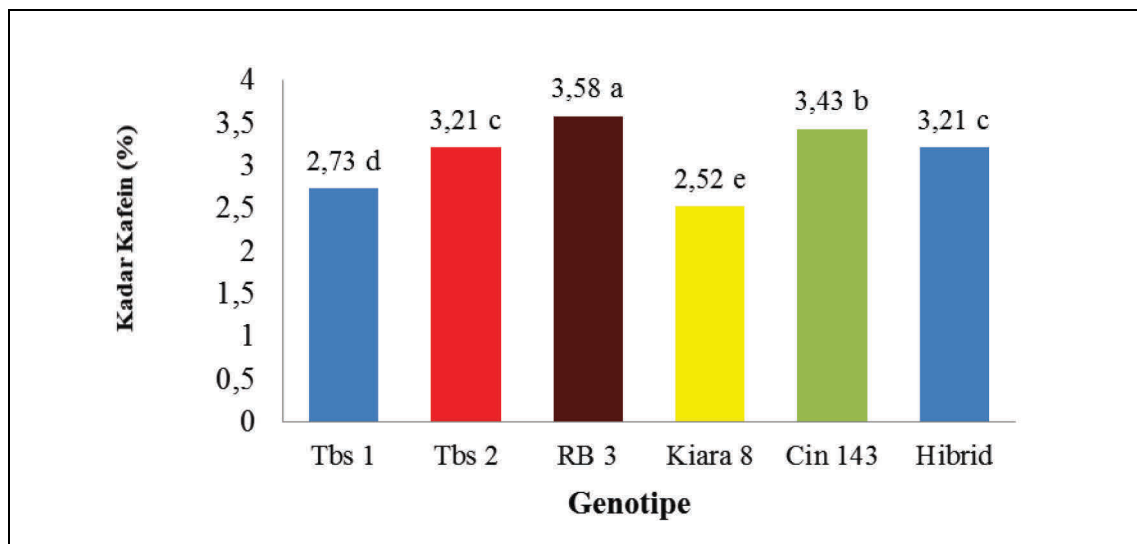
n = jumlah sampel pengamatan

Tampake (1987) *cited in* Nazari (2011), mengklasifikasikan nilai KK menjadi empat kelompok: KK < 5% = rendah, KK > 5%–20% = sedang, KK > 20%–50% = cukup tinggi, dan KK > 50% = tinggi. Selanjutnya, analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antar karakter morfologi pucuk P+3 dengan kadar kafein. Masing-masing koefisien korelasi diuji pada taraf nyata 5% dan 1%. Analisis data dilakukan menggunakan program *Statistical Analysis System* (SAS 9.1.3).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Kafein

Hasil sidik ragam menunjukkan genotipe berpengaruh nyata terhadap kadar kafein (Gambar 1). Pengaruh non genetik terhadap kandungan kafein dapat diabaikan karena keenam genotipe teh yang diuji ditanam pada satu hamparan lahan dan kondisinya relatif homogen (data tidak ditampilkan). Pengaruh genotipe/klon terhadap kandungan kafein pada teh juga ditunjukkan oleh hasil penelitian Kwach, Owuor, Kamau, Wanyoko, & Kamunya (2013). Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kandungan kafein adalah perbedaan ketinggian tempat. Hasil penelitian Owuor *et al.* (1990) menunjukkan perbedaan kadar kafein teh yang ditanam pada ketinggian berbeda. Kadar kafein yang ditanam pada ketinggian 1.860, 1.940, 2.120, dan 2.180 m dpl bervariasi, yaitu masing-masing sebesar 3,10%; 3,27%; 3,41%, dan 3,57%. Sampel pucuk enam genotipe teh yang diuji dalam penelitian ini berasal dari ketinggian tempat yang sama, yaitu 1.800 m dpl sehingga keragaman kadar kafein yang muncul diduga hanya disebabkan oleh faktor genotipe.



Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada diagram yang berbeda tidak berbeda nyata pada taraf 5%  
Notes : Numbers followed by the same letter in each diagram are not significantly different at 5% level

Gambar 1. Kandungan kafein pucuk (peko) dengan 3 daun muda di bawahnya (p+3) pada 6 genotipe teh  
Figure 1. Caffeine content of shoots tea (peko) with three young leaves below (p+3) of six tea genotypes

Di antara enam klon yang diuji, Kiara 8 menunjukkan kadar kafein paling rendah, yaitu 2,52%, sedangkan genotipe RB 3 merupakan yang tertinggi, yaitu 3,58%. Tetapi, rentang kadar kafein enam klon teh tersebut relatif lebih sempit dibandingkan laporan hasil penelitian lainnya, yaitu 1,2%–5,9% (Chen & Zhi, 2005) atau 1%–5% (Perva-Uzunalic *et al.*, 2006; Atomssa & Gholap, 2011; Bordoloi, Thakur, Tamuli, & Barman, 2011; dan Cherotich *et al.*, 2013). Rentang kadar kafein tersebut dapat lebih lebar lagi apabila melibatkan keragaman genotipe yang lebih luas. Salah satu genotipe teh asal Cina, yang disebut teh Guandong, memiliki kadar kafein jauh lebih rendah, yaitu 0,14% (Mondal *et al.*, 2004). PPTK (2008) melaporkan kandungan kafein pada klon unggul GMBS 1 sampai dengan GMBS 5 tergolong rendah, yaitu 0,85%–1,77%. Di sisi lain, Mondal, Bhattacharya, Laxmikumaran, & Ahuja (2004) melaporkan kandungan kafein yang tinggi pada teh tipe liar asal Yunani, yaitu mencapai 6,96%. Sempitnya rentang kadar kafein dalam enam genotipe teh yang diuji dalam penelitian diduga berkaitan dengan basis genetiknya yang tidak cukup luas.

Basis genetik beberapa jenis tanaman perkebunan hasil introduksi dari luar Indonesia, termasuk teh, pada umumnya sempit. Sumber daya genetik teh di Indonesia pada dasarnya mencakup dua spesies, yaitu *Camelia sinensis* var. *sinensis* dengan total 50 aksesi dan *C. sinensis* var. *assamica* dengan total 760 aksesi. Genotipe RB 3, Cin 143, dan Kiara 8 yang digunakan dalam penelitian ini merupakan klon teh tipe hibrida hasil seleksi dari persilangan alami yang tidak diketahui tetuanya (Sriyadi, komunikasi pribadi). Proses seleksi yang sama juga terjadi pada tipe *sinensis*, yaitu genotipe Tbs 1, Tbs 2, dan Hibrid. RB 3 merupakan klon hasil seleksi di perkebunan Rancabolang (PT Perkebunan XII) (Muhendi & Sutaryanto, 1978).

Kafein merupakan salah satu metabolit sekunder yang berfungsi sebagai salah satu bentuk mekanisme pertahanan tanaman dalam merespon lingkungan agar dapat beradaptasi dengan baik pada kondisi tercekam (Kirakosyan *et al.*, 2004). Salah satu faktor pembatas pertumbuhan teh adalah temperatur. Cekaman terhadap temperatur dingin dapat meningkatkan jumlah metabolit sekunder pada tanaman. Respon terhadap cekaman abiotik tersebut adalah akumulasi senyawa tidak beracun dengan berat molekul rendah seperti kafein. Akumulasi kafein diduga disebabkan oleh hidroksilasi dari asam p-cetoumarat terhadap asam cafeinat pada jalur fenil-propanoid melalui pengaruh enzim polifenol oksidase (PPO's) (Spagna *et al.*, 2005).

Kombinasi kandungan kafein dengan katekin, asam amino, dan senyawa lainnya seringkali dikaitkan

dengan citarasa teh karena memberikan flavor sedikit pahit/sepet, sedikit manis dan asam, serta memberikan fungsi '*astringent*' (Nakagawa, 1970). Tingginya kandungan total katekin dapat digunakan sebagai petunjuk tingginya kualitas daun teh (Xiong *et al.*, 2013). Katekin berfungsi sebagai antioksidan yang mampu melindungi tubuh dari serangan radikal bebas (Rohdiana, 2009). Berdasarkan penelitian Martono & Setiyono (2014), Tbs 1 dan Tbs 2 merupakan genotipe harapan dengan kandungan total katekin lebih tinggi daripada Cin 143, RB 3, Kiara 8, dan Hibrid. Selain itu, Tbs 1 dan Tbs 2 memiliki kadar kafein nyata lebih rendah daripada RB 3 dan Cin 143. Dengan demikian, genotipe harapan Tbs 1 dan Tbs 2 mempunyai kualitas lebih baik dan berpotensi untuk dikembangkan di dataran tinggi atau digunakan sebagai materi pemuliaan.

### Karakteristik Morfologi Pucuk

Koefisien keragaman beberapa karakter morfologi kuantitatif pucuk p+3 enam genotipe teh yang diamati 9,35%–19,81% sehingga keragaman antar genotipe termasuk sedang. Karakter kuantitatif dikendalikan oleh banyak gen dan biasanya banyak dipengaruhi lingkungan, sedangkan karakter kualitatif umumnya dikendalikan oleh sedikit gen (monogenik ataupun oligogenik) yang dicirikan dengan sebaran fenotipenya diskontinu, pengaruhnya secara individu mudah dikenali, cara pewarisannya sederhana, dan tidak atau sedikit dipengaruhi lingkungan (Poehlman, 1979; Allard, 1995).

Ukuran daun bervariasi dengan panjang 5,93–10,17 cm dan lebar 2,33–3,47 cm. Kiara 8 memiliki daun berukuran paling besar berdasarkan variabel panjang daun (10,17 cm) dan lebar daun (3,47 cm), sedangkan ukuran daun terkecil terdapat pada klon hibrid (panjang: 5,93 cm dan lebar: 2,37 cm). RB 3, Kiara 8, dan Cin 143 merupakan teh hibrida yang dicirikan dengan ukuran daun sedang atau lebih kecil dibandingkan dengan teh *Assamica* dan lebih besar dibandingkan dengan teh *Sinensis* (Sriyadi, komunikasi pribadi). Ukuran daun teh *Assamica* seri Gambung (GMB 1–GMB 11) bervariasi 34,71–51,67 cm<sup>2</sup>, sedangkan teh *sinensis* GMBS 1 sampai GMBS 5 dengan kisaran 13,14–15,45 cm<sup>2</sup> (Direktorat Jenderal Perkebunan [Ditjenbun], 1988; Ditjenbun, 1998; Ditjenbun, 2009). Daun teh adalah daun tunggal dengan tulang daun menyirip dan letaknya hampir berseling. Dari hasil penelitian, rasio panjang terhadap lebar daun genotipe Tbs 1, Tbs 2, RB 3, Kiara 8, Cin 143, dan Hibrid masing-masing adalah 2,69; 2,45; 2,49; 2,93; 2,60; dan 2,50. Menurut klasifikasi Tjitrosoepomo (2011), berdasarkan rasio tersebut, bentuk daun Tbs 1, Kiara 8, dan Cin 143 tergolong memanjang (*oblongus*), sedangkan Tbs 2, RB 3, dan hibrid termasuk *elliptico*

*oblongus*. Panjang tangkai daun, jumlah tulang daun, tebal daging daun, dan panjang peko juga bervariasi antar genotipe, masing-masing 0,28–0,36 cm, 12–34 buah (6–17 pasang), 0,22–0,28 mm, dan 1,92–2,68 cm.

Selain bentuk daun, variasi antar genotipe teh juga terlihat pada karakter kualitatif lainnya. Hasil pengamatan menunjukkan adanya 2 bentuk pangkal daun, yaitu runcing (Tbs 1, Tbs 2, RB 3, dan Hibrid) dan tumpul bulat (Kiara 8 dan Cin 143). Bentuk tepi daun dari genotipe yang diamati semuanya bergerigi (*serratus*), genotipe Kiara 8 (bergerigi dangkal beraturan), Cin 143 (bergerigi tajam beraturan), dan RB 3 (bergerigi tajam kasar). Ketajaman dari tepi daun dipengaruhi oleh sudut yang dibentuk oleh sinus dan angulus. Sinus adalah toreh dari tepi daun, sedangkan angulus merupakan bagian tepi daun yang menonjol keluar (Tjitrosoepomo, 2011). Dari 6 genotipe yang

diamati, ujung daunnya bervariasi. Ujung daun sangat meruncing ditemukan pada genotipe Kiara 8 dan Cin 143, runcing pada Tbs 1, Tbs 2, dan Hibrid, sedangkan ujung daun RB 3 meruncing. Warna daun bervariasi dari hijau kecokelatan (Tbs 1 dan Tbs 2), hijau agak suram (Kiara 8), hijau kekuningan/hijau muda (Cin 143), dan hijau (RB 3 dan Hibrid). Kerapatan bulu pada peko untuk semua genotipe tergolong sedang, kecuali genotipe RB 3 tergolong jarang (Tabel 1). Bulu pada peko tersebut dapat meningkatkan ketahanan terhadap penyakit cacar daun (Ditjenbun, 2014).

Kedua genotipe tersebut memiliki persamaan dari segi morfologi, yaitu memiliki pangkal daun (runcing), tepi daun (bergerigi), ujung daun (runcing), permukaan atas (licin), warna daun (hijau kecokelatan), bulu pada peko (sedang), dan jumlah tulang daun antara 6–8 pasang, yang membedakan adalah bentuk daun dan ukuran daun (Tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik morfologi pucuk P+3 enam genotipe teh  
Table 1. Characteristics of shoot morphology of six tea genotypes

| Karakter                               | Genotipe                      |                           |                           |                                     |                                   |                           | Koefisien keragaman (%) |
|----------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                                        | Tbs 1                         | Tbs 2                     | RB 3                      | Kiara 8                             | Cin 143                           | Hibrid                    |                         |
| Panjang daun (cm)                      | 6,26±1,41                     | 7,61±1,26                 | 7,97±1,01                 | 10,17±2,54                          | 8,11±1,84                         | 5,93±1,13                 | 19,81                   |
| Lebar daun (cm)                        | 2,33±0,61                     | 3,11±0,67                 | 3,20±0,46                 | 3,47±0,95                           | 3,12±0,55                         | 2,37±0,57                 | 16,04                   |
| Rasio panjang dengan lebar daun        | 2,69                          | 2,45                      | 2,49                      | 2,93                                | 2,60                              | 2,50                      |                         |
| Panjang tangkai daun (cm)              | 0,36±0,10                     | 0,35±0,11                 | 0,28±0,06                 | 0,31±0,07                           | 0,28±0,06                         | 0,36±0,07                 | 11,84                   |
| Bentuk daun ( <i>Circum scriptio</i> ) | Memanjang ( <i>Oblongus</i> ) | <i>Elliptico oblongus</i> | <i>Elliptico oblongus</i> | Memanjang ( <i>Oblongus</i> )       | Memanjang ( <i>Oblongus</i> )     | <i>Elliptico oblongus</i> |                         |
| Pangkal daun ( <i>Basis folii</i> )    | Runcing                       | Runcing                   | Runcing                   | Tumpul bulat                        | Runcing tumpul                    | Runcing                   | -                       |
| Tepi daun ( <i>Margo folii</i> )       | Bergerigi                     | Bergerigi                 | Bergerigi tajam kasar     | Bergerigi beraturan, gerigi dangkal | Bergerigi beraturan, tajam kuning | Bergerigi                 | -                       |
| Ujung daun ( <i>Apex folii</i> )       | Runcing                       | Runcing                   | Meruncing                 | Sangat meruncing                    | Sangat meruncing                  | Runcing                   | -                       |
| Permukaan atas daun                    | Licin                         | Licin                     | Licin berlilin            | Berpaling dangkal                   | Berpaling dangkal, agak berombak  | Licin                     | -                       |
| Tulang daun ( <i>Venatio</i> )         | 12–16 buah (6–8 pasang)       | 12–16 buah (6–8 pasang)   | 18–22 buah (9–11 Pasang)  | 24–34 buah (12–17 Pasang)           | 30–32 buah (15–16 Pasang)         | 12–14 buah (6–7 pasang)   | -                       |
| Warna daun                             | Hijau kecokelatan             | Hijau kecokelatan         | Hijau                     | Hijau agak suram                    | Hijau kekuningan, Hijau muda      | Hijau                     | -                       |
| Tebal daging daun (mm)                 | 0,23                          | 0,24                      | 0,28                      | 0,22                                | 0,24                              | 0,22                      | 9,35                    |
| Bulu pada peko                         | Sedang                        | Sedang                    | Jarang                    | Sedang                              | Sedang                            | Sedang                    |                         |
| Panjang peko (cm)                      | 1,92                          | 2,16                      | 2,16                      | 2,68                                | 2,39                              | 2,39                      | 11,46                   |

Tabel 2. Korelasi antar karakter pucuk dengan kandungan kafein  
Table 2. Correlation between shoot characters and caffeine content

| Karakter                          | Panjang daun | Lebar daun | Ratio panjang terhadap lebar daun | Panjang pekoe | Kafein |
|-----------------------------------|--------------|------------|-----------------------------------|---------------|--------|
| Panjang daun                      | 1,00         | 0,93**     | 0,62                              | 0,67          | -0,27  |
| Lebar daun                        |              | 1,00       | 0,29                              | 0,55          | 0,06   |
| Rasio panjang terhadap lebar daun |              |            | 1,00                              | 0,51          | -0,83* |
| Panjang pekoe                     |              |            |                                   | 1,00          | -0,23  |
| Kafein                            |              |            |                                   |               | 1,00   |

Keterangan: \* dan \*\* = masing-masing nyata pada taraf 5% dan 1%  
Notes : \* and \*\* = significant at 5% and 1% level, respectively

### Korelasi Antar Karakter Daun dengan Kandungan Kafein

Pola hubungan antar karakter morfologi pucuk (P+3) dapat diketahui melalui analisis korelasi. Pada Tabel 2 menunjukkan nilai koefisien korelasi antar karakter pucuk adalah positif dan negatif. Panjang daun berkorelasi nyata dengan lebar daun, artinya semakin panjang daun maka semakin lebar daunnya. Korelasi positif tidak nyata ditunjukkan antara rasio panjang terhadap lebar daun dengan panjang daun, lebar daun dan panjang peko serta panjang peko dengan panjang daun dan lebar daun.

Pada tanaman teh, kafein merupakan salah satu senyawa yang menentukan kualitas teh. Pewarisan karakter tersebut merupakan sesuatu yang kompleks dan dapat melibatkan sejumlah karakter lain. Analisis korelasi antara kadar kafein dengan karakter pucuk menunjukkan adanya korelasi nyata dan tidak nyata (Tabel 2). Korelasi negatif nyata ditunjukkan oleh korelasi antara kadar kafein dengan rasio panjang terhadap lebar daun, sedangkan dengan panjang daun dan panjang peko berkorelasi negatif tidak nyata. Karakter yang berkorelasi negatif berarti semakin tinggi nilai karakter-karakter tersebut maka kadar kafeinnya semakin turun, hal sebaliknya jika berkorelasi positif. Korelasi positif tidak nyata terjadi antara kadar kafein dengan lebar daun sehingga seleksi terhadap karakter tersebut tidak akan efektif untuk mendapatkan kadar kafein yang rendah.

### KESIMPULAN

Kadar kafein pada pucuk (P+3) enam genotipe teh (Tbs 1, Tbs 2, Hibrid, Kiara 8, RB 3, dan Cin 143) bervariasi, yaitu 2,52%–3,58%. Berdasarkan kadar kafeinnya, genotipe harapan Tbs 1 dan Tbs 2 memiliki kualitas lebih baik dibandingkan dengan RB 3 dan Cin 143 dengan kadar kafein berturut-turut 2,73 dan 3,21%. Kedua genotipe harapan ini memiliki persamaan dari segi morfologi (pangkal daun, tepi daun, ujung daun, permukaan atas, warna daun, bulu pada peko,

dan jumlah tulang daun). Keragaman antar genotipe teh terlihat pada karakter bentuk daun, pangkal daun, tepi daun, ujung daun, permukaan atas daun, warna daun, bulu pada peko, panjang daun, lebar daun, rasio panjang terhadap lebar daun, panjang tangkai daun, jumlah tulang daun, tebal daging daun, dan panjang peko. Seleksi terhadap kadar kafein dapat dilakukan melalui karakter rasio panjang terhadap lebar daun.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setulusnya kepada perkebunan teh Tambi Wonosobo Jawa Tengah yang telah menyediakan materi penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada bapak Muhammad dan Anang Asmoro, SP., atas bantuannya dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Allard, R.W. (1995). *Principles of plant breeding*. New York: John Wiley & Son Inc..
- Atomssa, T., & Gholap, A.V. (2011). Characterization of caffeine and determination of caffeine in tea leaves using uv-visible spectrometer. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 5(1), 1–8.
- Bao, Y.X., Zhang, J., Tang, Y.C., Liu, D.H., Yang, M.X.R., & Huang. (2008). Breeding of a new hybrid green tea cultivar “foxing 3” with fine quality. *Guizhou Science*, 26(2), 66–70.
- Barone, J.J., & Roberts, H.R. (1996). Caffeine consumption. *Food and Chemical Toxicology*, 34(1), 119–129.
- Bordoloi, R.K., Thakur, D., Tamuli, P., & Barman, T.S. (2011). Exploration of quality tea cultivars with high yield potential. *Two and a bud*, 58, 127–131.
- Chen, L., & Zhi-Xiu Zhou. (2005). Variations of main quality components of tea genetic resources [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] preserved in the China national germplasm tea repository. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60, 31–35.

- Cherotich, L., Kamunya, S.M., Alakonya, A., Msomba, S.W., Uwimana, M.A., Wanyoko, J.K., & Owuor, P.O. (2013). Variation in catechin composition of popularly cultivated tea clones in East Africa (Kenya). *American Journal of Plant Sciences*, 4, 628–640.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (1988). *SK Menteri Pertanian No.: 260, 264, 265, 266, 267/Kpts/KB.230/4/1988 tentang pelepasan varietas unggul teh seri Gambung (GMB 1–GMB 5)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, Departemen Pertanian.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (1998). *SK Menteri Kehutanan dan Pertanian No.: 684, 684-a, 684-b, 684-c, 684-d, 684-d/Kpts-IX/98 tentang pelepasan varietas unggul teh seri Gambung (GMB 6–GMB 11)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, Departemen Kehutanan dan Pertanian.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2009). *SK Menteri Pertanian No.: 1979, 1980, 1981, 1982, 1983/Kpts/SR.120/4/2009 tentang pelepasan varietas unggul teh sinensis (GMB 1–GMB 5)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, Departemen Pertanian.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2014). *Pedoman teknis budidaya teh yang baik (good agricultural practices/GAP on Tea)* (p. 79). Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian.
- Harler, C.R. (1963). *Tea manufacture*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Khokhar, S., & Magnusdottir, S.G.M. (2002). Total phenol, catechin, and caffeine contents of teas commonly consumed in the United Kingdom. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50, 565–570.
- Kirakosyan, A., Kaufman, P., Warber, S., Zick, S., Aaronson, K., Boliing, S., & Soo Chul Chang. (2004). Applied environmental stresses to enhance the levels of polyphenolics in leaves of haw-thorn plants. *Physiologia Plantarum*, 121(2), 182–186.
- Kwach, B.O., Owuor, P.O., Kamau, D.M., Wanyoko, J.K., & Kamunya, S.M. (2013). Influence of location of production, season and genotype on caffeine and flavan-3-ols in young green tea (*Camellia sinensis*) leaves in Kenya. *Journal of Agricultural Science and Technology*, B3, 557–574.
- Lin, Y.S., Tsai, Y.J., Tsay, J.S., & Lin, J.K. (2003). Factors affecting the levels of tea polyphenols and caffeine in tea leaves. *J. Agric. Food Chem.*, 51(7), 1864–73.
- Ling, Y., Zhao, Y.F., Li, Z.J., Zhang, G., & Wu, Y. (2005). Determination of catechins and caffeine in tea and tea beverages by high-performance liquid chromatography. *Wei Sheng Yan Jiu*, 34(2), 187–90.
- Martono, B., & Setiyono, R.T. (2014). Skrining fitokimia enam genotipe teh. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 1(2), 63–68.
- Misra, H., Mehta, D., Mehta, B.K., Soni, M., & Jain, D.C. (2009). Study of extraction and HPTLC-UV method for estimation of caffeine in marketed tea (*Camellia sinensis*) granules. *Int. J. Green Pharm*, 3, 47–51.
- Mitrowihardjo, S. (2012). *Kandungan katekin dan hasil pucuk beberapa klon teh (Camelliasinensis (L.) O. Kuntze) unggulan pada ketinggian yang berbeda di kebun Pagilaran*. (Disertasi Program Studi Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta).
- Mondal, T.K., Bhattacharya, A., Laxmikumaran, M., & Ahuja, P.S. (2004). Recent advances of tea (*Camellia sinensis*) biotechnology. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 76, 195–254.
- Muhendi, & Sutaryanto. (1978). Klon RB 3 sebagai klon harapan. *Warta Balai Penelitian Teh dan Kina*, 4(3–4), 283–288.
- Nakagawa, M. (1970). Constituents in tea leaf and their contribution to the taste of green tea liquor. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 5(3), 43–47.
- Nazari, Y.A. (2011). Identifikasi blok penghasil tinggi kelapa di Kabupaten Hulu Sungai Selatan Kalimantan Selatan. *Agrosiente*, 18(3), 1–6.
- Owuor, P.O., & Chavanji, A.M. (1986). Caffeine contents of clonal tea, seasonal variations and effects of plucking standards under Kenya conditions. *Food Chem.*, 20, 225–233.
- Owuor, P.O., Obaga, S.O., & Othieno, C.O. (1990). The effects of altitude on the chemical composition of black tea. *J. Sci. Food Agric.*, 50(1), 9–17.
- Owuor, P.O., Obanda, M., Nyirenda, H.E., Mphangwe, N.I.K., Wright, L.P., & Apostolides, Z. (2006). The relationship between some chemical parameters and sensory evaluations for plain black tea (*Camellia sinensis*) produced in Kenya and comparison with similar teas from Malawi and South Africa. *Food Chemistry*, 97, 644–653.
- Perva-Uzunalic, A., Skerget, M., Knez, Z., Weinreich, B., Otto, F., & Gruner, S. (2006). Extraction of active ingredients of green tea (*Camellia sinensis*): Extraction efficiency of major catechins. *Food Chemistry*, 96, 597–605.
- Poehlman, J.M. (1979). *Breeding field crop*. Wesport, Connecticut: AVI Pub., Co., Inc.
- Pusat Penelitian Teh dan Kina. (2006). *Usulan pelepasan klon teh sinensis*. Gambung: Pusat Penelitian Teh dan Kina.
- Rohdiana, D. (2009). Aktivitas daya tangkap radikal polifenol dalam daun teh. *Jurnal Indonesia*, 12(1), 53–58.
- Saravanan, M., John, K.M.M., Kumar, R.R., Pius, P.K., & Sasikumar, R. (2005). Genetic diversity of UPASI tea clones (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) on the basis of total catechins and their fractions. *Phytochemistry*, 66, 561–565.
- Seeram, N.P., Henning, S.M., Niu, Y., Lee, R., Scheuller, H.S., & Heber, D. (2006). Catechin and caffeine content of green tea dietary supplements and correlation with antioxidant capacity. *J. Agric. Food. Chem.*, 54(5), 1599–603.
- Spagna, G., Barbagallo R.N., Chisari M., & Branca F. (2005). Characterization of a tomato polyphenol oxidase and its role in browning and lycopene content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 2032–2038.
- Sudarmi. (1997). *Kafein dalam pandangan farmasi*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Sumatera Utara (USU).

- Takeda, Y. (1994). Difference caffeine and tanin contents between tea cultivar and application to plant breeding. *JARQ*, 28, 117–123.
- Tampake, H. 1987. Keragaman genetik dan fenotipe pada tanaman kelapa dalam Kima Atas. *J. Penelitian Kelapa*, 2(1), 10–13.
- Tang, J.M., Li, Y. S., & Tang, Q. (2011). A Review on the Identification Indicators of Tea Germplasm. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 1, 1–7.
- Wilson, & Gisvold's. (2011). *Organic medicinal and pharmaceutical chemistry*. 12<sup>th</sup> edit. (Eds) John M. Beale, & Jr., John H. Block. Wolter Kluwers. Lippincott Williams & Wilkins.
- Xiong L., Li, J., Li, Y., Yuan, L., Liu, S., Huang, J., & Liu, Z. (2013). Dynamic changes in catechin levels and catechin biosynthesis-related gene expression in albino tea plants (*Camellia sinensis* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 71, 132–143.

## PENINGKATAN MUTU MELALUI TEKNOLOGI BIOPROSES PEMERASAN PULP (*DEPULPING*) BIJI KAKAO SECARA MEKANIS

### *MECHANICAL PRETREATMENT BIO-PROCESSING TECHNOLOGY IN IMPROVING QUALITY OF COCOA BEANS*

\* Sumanto, Dedi Sholeh Efendi, dan Bambang Prastowo

#### **Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan**

Jalan Tentara Pelajar No. 1, Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor 16111 Indonesia

\* [sumantohw@yahoo.com](mailto:sumantohw@yahoo.com)

(Tanggal diterima: 12 Maret 2015, direvisi: 14 April 2015, disetujui terbit: 5 Juli 2015)

#### **ABSTRAK**

Problem yang dihadapi oleh kakao rakyat adalah produktivitas dan kualitas yang masih rendah. Rendahnya kualitas disebabkan sebagian besar petani belum melakukan fermentasi dengan pertimbangan waktu yang terlalu lama. Biji kakao tipe Lindak diselimuti daging buah (pulp) yang tebal sehingga diduga berpengaruh terhadap waktu fermentasi dan mutu biji. Tujuan penelitian adalah menguji teknologi bioproses dan alat/mesin pemeras (*depulper*) untuk mempercepat waktu fermentasi dan meningkatkan mutu biji kakao fermentasi. Penelitian dilakukan mulai Juli 2011 sampai Juli 2012 di Kabupaten Pacitan, Jawa Timur pada kelompok tani kakao. Mesin pemeras/pengatus pulp (*depulper*) kakao yang diuji terdiri dari dua tipe, yaitu tipe enjin berkapasitas 500 kg biji kakao segar/jam dan tipe manual berkapasitas 20 kg biji kakao segar/batch (10 menit). Hasil penelitian menunjukkan fermentasi berlangsung lebih cepat pada biji yang diperas pulpnya, baik menggunakan alat *depulper* enjin maupun manual. Suhu dan pH fermentasi mencapai puncak pada hari keempat dan menurun pada hari kelima serta biji yang dihasilkan lebih bagus dengan warna coklat bersih dan cerah. Mutu biji juga lebih baik, ditunjukkan dengan peningkatan rasa dan warna serta berkurangnya keasaman, *astringent*, dan bau.

**Kata kunci:** Mutu kakao, *depulper*, fermentasi, pemeras pulp, bioproses

#### **ABSTRACT**

*In general, the classic problems faced by the cocoa farmer are low productivity and quality of cocoa beans as farmers do not perform fermentation due to a longer processing time. Bulk cocoa beans covered with pulp presumably affecting the fermentation time and bean quality. The research objective was to assess a combination of bioprocessing technology and mechanized-depulp to improve the quality of fermented cocoa beans. The study was conducted from July 2011 to July 2012 on cocoa farmer groups in Pacitan Regency, East Java, using engine depulper (500 kg/hour capacity) and manually (20 kg/10 minutes or about 120 kg/hour capacity). The results showed that fermentation time was shorter in squeezed pulp, either using engine depulper or manually. Both the temperature and pH of fermented beans reached its highest point on the fourth day and decreased on day five, from which obtained higher quality beans indicated by clean and bright brown color with better flavour and color as well as lower acidity, astringent, and smell.*

**Keywords:** *Quality of cocoa, pulp, fermentation, depulping, bioprocess*

#### **PENDAHULUAN**

Produksi kakao di Indonesia sebagian besar berasal dari perkebunan rakyat (85%), sedangkan sisanya (15%) berasal dari perkebunan besar milik negara maupun swasta. Problem klasik yang dihadapi

oleh petani kakao, khususnya di daerah-daerah sentra produksi, adalah produktivitas dan kualitas biji kakao masih relatif rendah. Rendahnya kualitas biji kakao petani disebabkan sebagian besar petani belum melakukan fermentasi karena waktu yang dibutuhkan lebih dari 5 hari.

Proses fermentasi salah satunya dipengaruhi oleh daging buah (pulp) yang menempel pada biji, terutama untuk biji kakao Lindak (yang umum ditanam di Indonesia). Pulp diduga berpengaruh terhadap waktu fermentasi dan tingkat keasaman biji. Salah satu upaya untuk mempercepat proses fermentasi adalah dengan mengurangi pulp yang ada pada biji. Proses ini juga telah dilakukan di beberapa negara, seperti Brasil dan Malaysia (Yusianto, Wahyudi, & Sumartono, 2001).

Proses mempercepat fermentasi dapat dilakukan dengan teknik mempersingkat fase reaksi anaerobik dan fase reaksi aerobik. Fase reaksi aerobik dapat dipercepat dengan mengurangi pulp yang secara alami melekat di permukaan biji kakao sehingga dapat mempersingkat waktu fermentasi dan mengurangi keasaman (Yunus, 2007). Di samping itu, pemerasan pulp juga mempengaruhi aroma, *flavour*, *acidity* (Prihanani, 2001), serta citarasa (Kristiani, 2000).

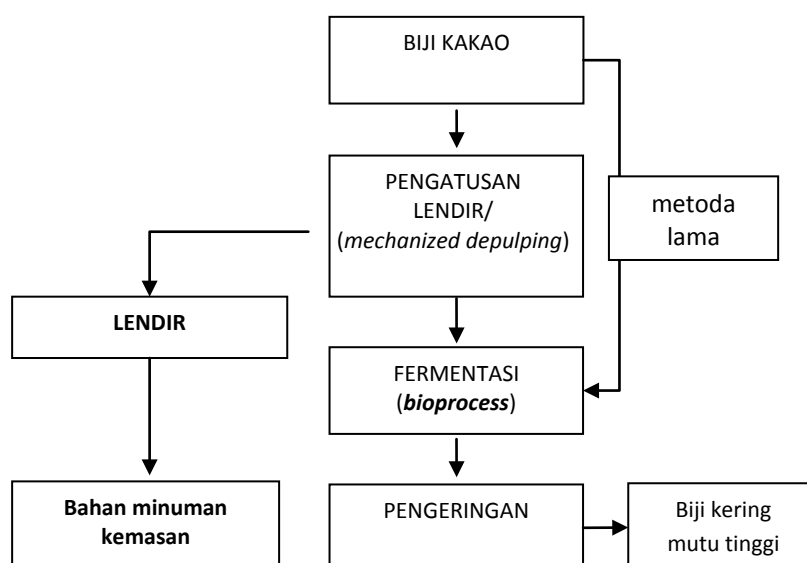
Selain waktu fermentasi lebih pendek dan mutu biji menjadi lebih baik, pengurangan pulp secara mekanik juga dapat menghasilkan produk samping yang bernilai tambah. Pulp atau lendir yang melekat pada biji ini dapat digunakan untuk bahan pembuatan bahan minuman kemasan (Widyotomo, 2008). Jika pulp difermentasi dapat juga dimanfaatkan untuk memberantas gulma berdaun lebar (Pujisiswanto, 2011). Tujuan penelitian adalah menguji teknologi bioproses dan alat/mesin *depulper* untuk meningkatkan mutu biji kakao fermentasi.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian terapan ini dilakukan mulai Juli 2011 sampai Juli 2012 pada kelompok tani kakao di Kabupaten Pacitan, Jawa Timur dan petani sebagai pelaku ujicoba teknologi. Sebelum uji coba teknologi, terlebih dahulu dilakukan demo penggunaan alat *depulper* mekanis dan proses fermentasi pada petani contoh, alurnya seperti pada Gambar 1.

### Pengujian Teknologi Bioproses

Kegiatan diawali dengan membuat alat untuk pemerasan pulp. Pada penelitian ini diuji 2 tipe alat *depulper*, yaitu tipe manual dan tenaga listrik (enjin). Alat *depulper* memiliki bentuk berupa silinder dan dindingnya berlubang yang berfungsi sebagai saluran pembuangan pulp ketika silinder tersebut diputar. Prinsip kerja *depulper* adalah memanfaatkan gaya sentrifugal yang terjadi saat silinder diputar (sama dengan alat pengering pada mesin cuci pakaian). Gaya ini akan memeras pulp dari biji kakao, dan keluar melalui lubang-lubang pada silinder. *Depulper* manual berkapasitas 20 kg biji kakao segar/*batch* (1 *batch* = 10 menit) atau 120 kg/jam, penggerak tenaga manusia dengan dimensi  $430 \times 480 \times 1.180$  mm (L  $\times$  P  $\times$  T) (Gambar 2). *Depulper* enjin memiliki kapasitas 500 kg biji kakao segar/jam, menggunakan penggerak motor bakar Honda 5,5 PK dengan dimensi alat  $1.520 \times 52 \times 142$  mm (P  $\times$  L  $\times$  T) (Gambar 3). Pengujian alat dilakukan pada dua kelompok tani: *depulper* enjin diuji pada kelompok tani pertama, sedangkan *depulper* manual pada kelompok tani kedua dan sebagai pembandingan digunakan biji kakao yang tidak diperas.



Gambar 1. Tahapan bio-proses fermentasi biji kakao dengan pra-perlakuan mekanik  
Figure 1. Bioprocess flow diagram for fermenting cocoa beans using mechanical pretreatment



Foto: Sumanto

Gambar 2. *Depulper* tipe manual  
Figure 2. *Manual depulper*



Foto: Sumanto

Gambar 3. *Depulper* tipe mesin  
Figure 3. *Engine depulper*



Foto: Sumanto

Gambar 4. Kotak Fermentasi  
Figure 4. *Fermentation box*

Biji kakao segar hasil panen dikurangi kandungan pulpnya secara mekanis. Kandungan pulp di permukaan biji dikurangi sebanyak sekitar 40% dari berat awalnya. Kandungan pulp diukur dengan metode volumetri per 100 g biji kakao, sedangkan tingkat pemerasan (%) dihitung atas dasar selisih berat pulp biji kakao sebelum dan sesudah dilakukan pemerasan (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2011). Setelah biji diperas pulpnya, selanjutnya dilakukan bioproses fermentasi selama 5 hari. Hal tersebut dilakukan karena tekstur biji yang disukai adalah hasil fermentasi dengan pengeringan selama 4–6 hari (Hayati, Yusmanizar, Mustafiril, & Fauzi, 2012).

Bioproses fermentasi dilakukan di dalam kotak yang terbuat dari kayu jati dengan ukuran  $40 \times 40 \times 50 \text{ cm}^3$  (Gambar 4). Peti pertama terletak di posisi atas dan peti kedua terletak di posisi bawah untuk memudahkan proses pembalikan biji kakao. Pemindahan biji kakao dilakukan secara cermat agar fermentasi berlangsung seragam di seluruh bagian tumpukan biji. Secara fisik, aktivitas reaksi fermentasi dimonitor dari laju peningkatan suhunya sejak awal sampai mencapai suhu keseimbangan reaksi  $40^\circ\text{C}$ – $50^\circ\text{C}$ .

### Pengamatan

Secara kimiawi, parameter kesempurnaan reaksi fermentasi diukur dari laju perubahan nilai pH (keasaman) biji sebagai akibat penguraian senyawa gula menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat dalam suasana aerobik. Nilai pH selama proses fermentasi diukur setiap interval 3–4 jam dengan metode pelarutan air panas sesuai dengan SNI. Suhu biji kakao selama fermentasi juga diukur dan dimonitor setiap interval 3–4 jam sejak mulai proses fermentasi. Untuk memperoleh data citarasa, dilakukan analisis di Laboratorium Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

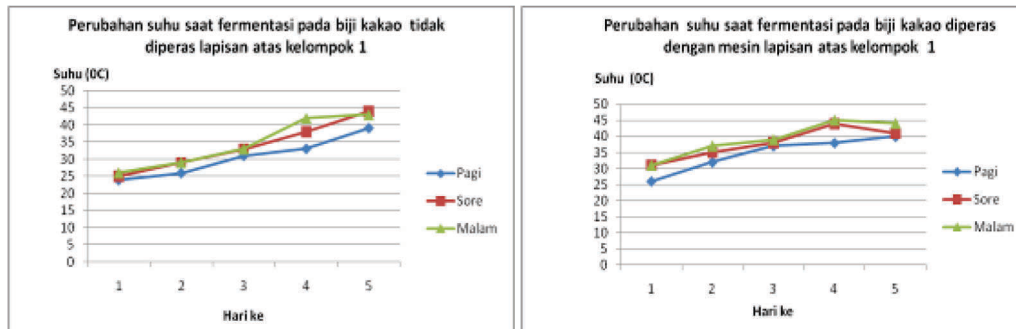
### Percepatan Waktu Fermentasi

Hasil pengamatan menunjukkan suhu lapisan tengah fermentasi biji yang diperas menggunakan *depulper* mesin telah mencapai puncaknya pada hari keempat dan menurun setelahnya, pada pengamatan sore dan malam hari, yaitu  $44^\circ\text{C}$ . Pada lapisan atas penurunan suhu tersebut baru terjadi pada hari kelima (Gambar 6). Suhu fermentasi biji yang tidak diperas pulpnya belum menunjukkan penurunan suhu sampai hari kelima, baik pada lapisan atas maupun lapisan

tengah. Suhu lapisan atas pada hari keempat untuk pengamatan pagi, sore, maupun malam hari masing-masing 33 °C, 39 °C, dan 42 °C. Suhu tertinggi baru tercapai pada hari kelima untuk pengamatan malam hari, yaitu 44 °C, sedangkan pengamatan pagi dan sore masing-masing 39 °C dan 40 °C (Gambar 5).

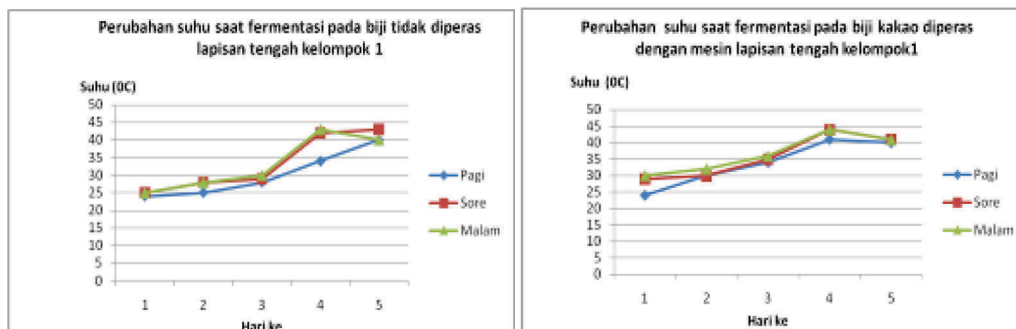
Penurunan pH fermentasi biji yang tidak diperas berlangsung lebih lambat dibandingkan yang diperas. Pada hari kelima, pH lapisan atas fermentasi biji yang diperas telah mencapai 4,7; sedangkan yang tidak

diperas masih pada angka 5,6. Demikian juga pada lapisan tengah, pH telah mencapai 4,3 untuk biji yang diperas dan 4,8 untuk yang tidak diperas (Gambar 7). Hasil ini sejalan dengan kesimpulan Yusianto, Sri-Mulato, Widyotomo, Endang & Kristiani (2001), pengurangan pulp pada biji kakao dapat mempercepat proses fermentasi dengan tercapainya suhu fermentasi (45 °C) setelah 3 hari dan keasaman biji kakao lebih rendah dengan nilai pH 4,7–4,85.



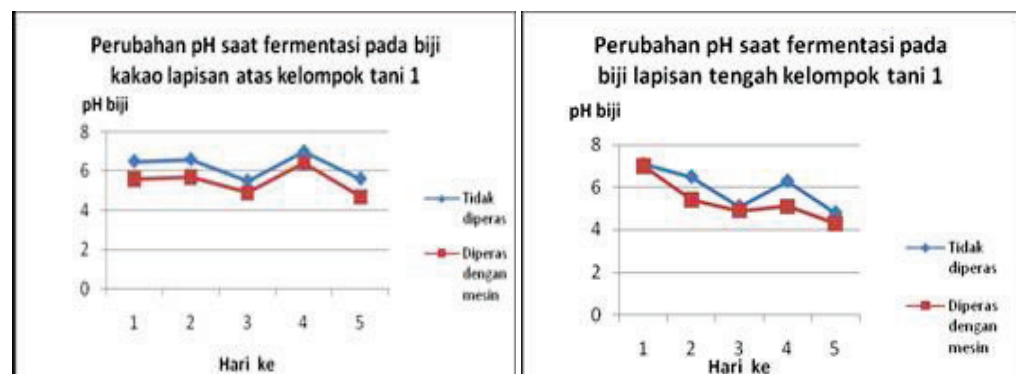
Gambar 5. Perubahan suhu saat fermentasi pada lapisan atas biji kakao tidak diperas dan diperas dengan *depulper* enjin pada kelompok tani 1

Figure 5. Temperature changes during fermentation process on top layer of squeezed and non squeezed cocoa beans using engine *depulper* on farmer group 1



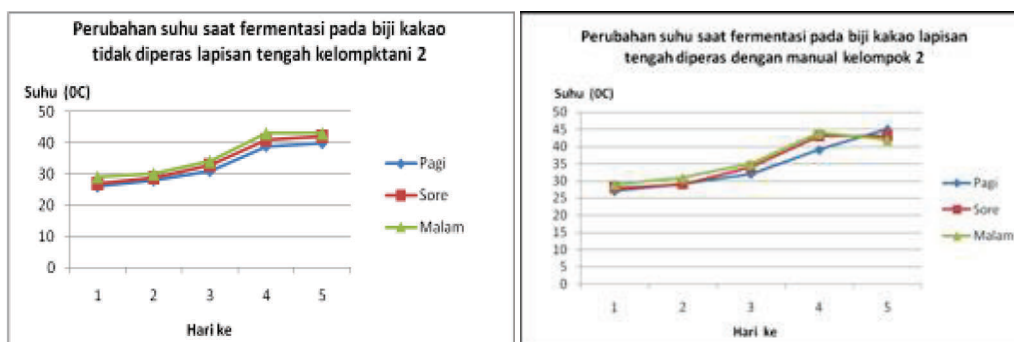
Gambar 6. Perubahan suhu saat fermentasi pada lapisan tengah biji kakao tidak diperas dan diperas dengan *depulper* enjin pada kelompok tani 1

Figure 6. Temperature changes during fermentation process on mid layer of squeezed and non squeezed cocoa beans using engine *depulper* on farmer group 1

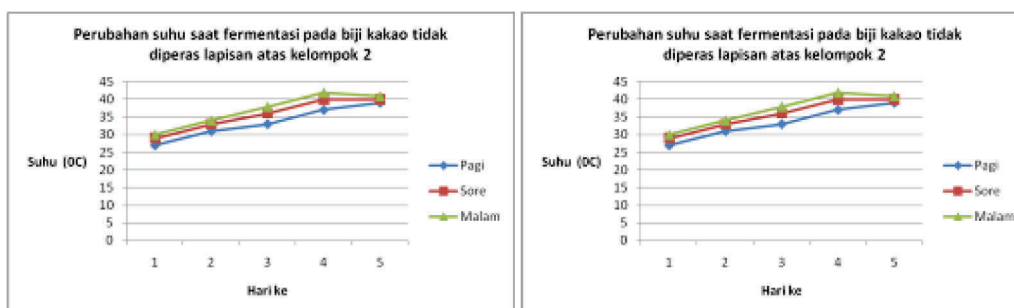


Gambar 7. Perubahan pH saat fermentasi pada lapisan atas dan lapisan tengah biji kakao diperas dengan mesin pada kelompok tani 1

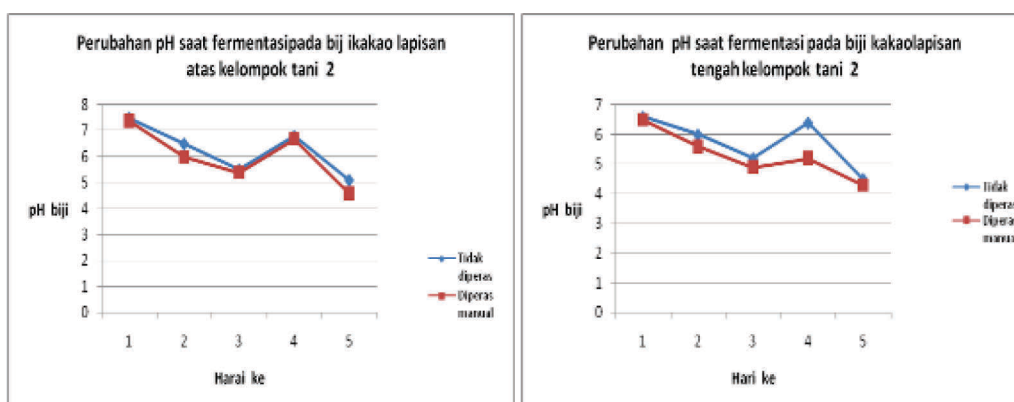
Figure 7. pH changes during fermentation process on top and mid layer of cocoa beans squeezed using engine *depulper* on farmer group 1



Gambar 8. Perubahan suhu saat fermentasi pada lapisan atas dan lapisan tengah biji kakao diperas manual pada kelompok tani 2  
Figure 8. Temperature changes during fermentation process on top and mid layer of cocoa beans squeezed manually on farmer group 2



Gambar 9. Perubahan suhu saat fermentasi pada lapisan atas dan lapisan tengah biji kakao tidak diperas pada kelompok tani 2  
Figure 9. Temperature changes during fermentation process on top and mid layer of non squeezed cocoa beans on farmer group 2



Gambar 10. Perubahan pH saat fermentasi pada lapisan atas dan lapisan tengah biji kakao tidak diperas dan diperas secara manual pada kelompok tani 2  
Figure 10. pH changes during fermentation process on top and mid layer of non squeezed and squeezed cocoa beans manually on farmer group 2

Biji kakao yang diperas mengalami perubahan warna pada hari kelima fermentasi, yaitu dari putih menjadi coklat. Pada waktu yang sama, biji yang tidak diperas masih tetap berwarna putih. Menurut Yusianto, Wahyudi, & Sumartono (1995) cited in Widyotomo & Sri-Mulato (2008), biji kakao dengan fermentasi yang baik akan berwarna coklat agak tua dan teksturnya berongga.

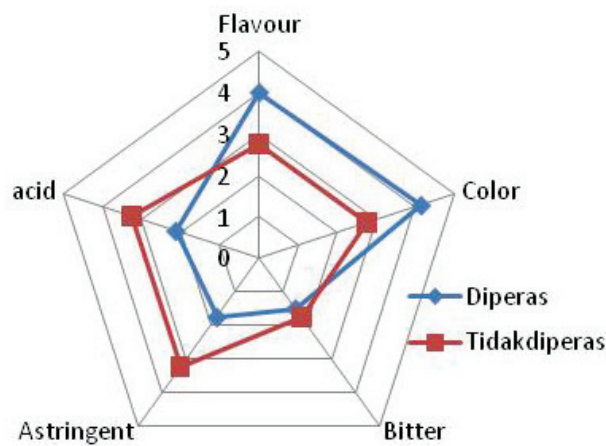
Hasil pengamatan laju fermentasi pada biji kakao yang diperas secara manual, suhu pada lapisan atas

telah mencapai puncaknya pada hari keempat, kecuali suhu fermentasi pada pagi hari yang masih belum mengalami penurunan hingga hari kelima (43 °C). Demikian juga hasil pengamatan perubahan suhu fermentasi lapisan tengah, suhu tertinggi diperoleh hari kelima pengamatan pagi hari dan sore hari (45 °C) (Gambar 8). Menurut Pasau (2013), taraf suhu yang demikian merupakan kondisi optimal untuk proses fermentasi.



Foto: Sumanto

Gambar 11. Biji kakao setelah dikeringkan: (a) biji diperas sebelum difermentasi dan (b) biji tidak diperas langsung dikeringkan  
Figure 11. Dried cocoa beans: (a) squeezed beans before fermentation and (b) dried beans without squeezing process



Gambar 12. Pengaruh pemerasan pulp terhadap mutu biji kakao menggunakan alat enjin pereras  
Figure 12. Effect of squeezing process on cocoa bean quality treated using engine depulper

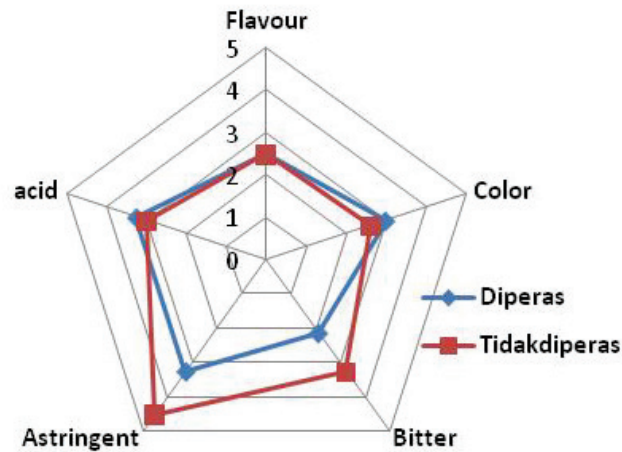
Biji yang tidak diperas memiliki laju perubahan suhu lebih lambat jika dibandingkan yang diperas. Pada hari keempat, suhu pengamatan pagi, sore, dan malam mencapai masing-masing 37 °C, 40 °C, dan 42 °C, sedangkan hari kelima masih mengalami kenaikan. Pada pengamatan pagi hari, suhu baru mencapai 39 °C sedangkan pengamatan sore dan malam hari belum mengalami penurunan (Gambar 8).

Laju penurunan pH pada biji yang tidak diperas pulpanya juga berlangsung lebih lambat. Pada hari kelima, pH lapisan atas fermentasi baru mencapai 5,1; sedangkan yang diperas 4,6. Demikian juga pada lapisan tengah, pH biji kakao yang diperas telah mencapai 4,3; sedangkan yang tidak diperas baru mencapai 4,5 (Gambar 10). Towaha, Anggraini, & Rubiyo (2012) menyebutkan proses fermentasi yang semakin baik

ditandai dengan menurunnya pH biji kakao. Hal ini menunjukkan proses pemerasan dapat meningkatkan mutu biji kakao.

### Peningkatan Mutu Biji Kakao Fermentasi

Penampilan biji setelah kering pada perlakuan biji yang diperas dengan *depulper* enjin dan manual menunjukkan warna lebih bersih dan cerah serta tidak mudah terkena jamur. Hal ini diduga berhubungan dengan berkurangnya pulp yang dapat berperan sebagai media tumbuh jamur karena banyak mengandung gula dan protein. Pulp yang masih banyak menempel pada biji setelah kering berwarna hitam sehingga akan menurunkan mutu biji kakao kering (Gambar 11).



Gambar 13. Pengaruh pemerasan pulp terhadap mutu biji kakao menggunakan alat pemeras manual

Figure 13. Effect of squeezing process on cocoa bean quality treated using manual depulper

Pengatusan atau pemerasan pulp diketahui dapat mempengaruhi rasa, warna, keasaman, dan faktor citarasa lainnya (Amanquah, 2013). Hasil analisis citarasa pada biji kakao fermentasi yang diperas menggunakan alat *depulper* mesin menunjukkan peningkatan *flavour* dan *color* sangat tajam, yaitu masing-masing dari 2,75 menjadi 4,00 dan 2,75 menjadi 4,13. Sebaliknya, terjadi penurunan karakteristik *bitter* (dari 1,75 menjadi 1,50), *acid* (dari 3,25 menjadi 2,13), dan *astringent* (dari 3,25 menjadi 1,75) (Gambar 12). Dengan peningkatan *flavour* dan *color*, serta berkurangnya *acid*, *astringent*, dan *bitter* menunjukkan pemerasan pulp dapat meningkatkan mutu citarasa kakao.

Pemerasan dengan bertenaga mesin menunjukkan peningkatan mutu lebih baik jika dibandingkan tenaga manual. Hasil uji citarasa menunjukkan pulp yang diperas menggunakan *depulper* manual dapat meningkatkan *color* dari 2,63 menjadi 3,00. Namun demikian, tidak terjadi perubahan pada *flavour*, yaitu tetap sebesar 2,50 (Gambar 13), serta karakteristik *acid* yang justru meningkat dari 3,00 menjadi 3,25. Karakteristik *bitter* dan *astringent* menunjukkan penurunan, yaitu masing-masing dari 3,25 menjadi 2,13 dan dari 4,50 menjadi 3,25.

Sejalan dengan perubahan suhu saat fermentasi biji kakao yang diperas, laju suhu fermentasi cepat meningkat dan mencapai puncak dalam waktu 4 hari, sedangkan biji tidak diperas pada hari ke 5 belum mencapai puncak. Hal ini mungkin disebabkan pemerasan menggunakan tenaga mesin lebih stabil dan lebih homogen jika dibandingkan tenaga manual sehingga fermentasi berjalan lebih merata dan sempurna. Menurut Widyotomo & Sri-Mulato (2008) lapisan pulp yang terlalu banyak dan tebal menyelimuti

permukaan biji kakao dapat menghambat penetrasi oksigen ke dalam biji kakao sehingga fermentasi berlangsung lebih lama dan biji kering yang dihasilkan memiliki tingkat keasaman tinggi.

## KESIMPULAN

Proses pemerasan pulp biji kakao menggunakan *depulper* mesin dan manual dapat mempercepat proses fermentasi dibandingkan tanpa pemerasan. Suhu fermentasi pada perlakuan diperas dengan mesin maupun secara manual mencapai puncak pada hari keempat dan sudah mengalami penurunan pada hari kelima, sedangkan biji yang tidak diperas pada hari kelima masih terjadi peningkatan suhu. Pada biji yang diperas lebih cepat mengalami penurunan pH dibandingkan dengan biji yang tidak diperas. Angka pH terendah diperoleh pada hari kelima sebesar 4,3. Uji citarasa produk menunjukkan peningkatan *flavour* dan *color* yang sangat tajam, yaitu 2,75 menjadi 4,00 untuk *flavour* dan 2,75 menjadi 4,13 untuk *color*. Namun demikian, terjadi penurunan *acid* dari 1,75 menjadi 1,50; *bitter* dari 3,25 menjadi 2,13 dan *astringent* dari 3,25 menjadi 1,75. Pemerasan dengan mesin menunjukkan peningkatan mutu lebih baik jika dibandingkan tenaga manual.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amanquah, D. T. (2013). *Effect of mechanical depulping on the biochemical, physicochemical and polyphenolic constituents during fermentation and drying of Ghanaian Cocoa Beans*. University of Ghana. Retrieved from <http://ugspace.ug.edu.gh>.

- Davit, M.J., Yusuf, R.P. & Yudari, D.A.S. (2013). Pengaruh cara pengolahan kakao fermentasi dan non fermentasi terhadap kualitas, harga jual produk pada Unit Usaha Produktif (UIUP) Tunjung Sari, Kabupaten Tabanan. *E-Jurnal Agribisnis dan Agrowisata*, 2(4), 191–203.
- Hayati, R., Yusmanizar, Mustafri, & Fauzi, H. (2012). Kajian fermentasi dan suhu pengeringan pada mutu kakao. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 26(2), 129–135.
- Kristiani, E.B. (2000). *Variasi pengurangan pulp pra fermentasi pada biji kakao lindak terhadap sifat fisik dan komposisi kimiawinya* (Tesis Program Studi S2 Teknologi Hasil Perkebunan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta).
- Pasau, C. (2013). Efektifitas penggunaan asam asetat pada pemeraman biji kakao segar sebagai analog fermentasi. *E-Jurnal Agrotekbis*, 1(2), 113–120.
- Prihanani. (2001). *Kajian pengeringan biji kakao dengan pengurangan pulp dan pemanasan pra fermentasi terhadap mutu biji kakao kering* (Tesis Magister Sains, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Indonesia). Retrieved from <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/4894>.
- Pujiswanto, H. (2011). Pengaruh fermentasi limbah cair pulp kakao terhadap tingkat keracunan dan pertumbuhan beberapa gulma berdaun lebar. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 12(1), 13–19. Retrieved from <http://jptonline.or.id/index.php/ojs-jpt/article/download/59/49>.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. (2011). *Pemeras pulp kakao (depulper)*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Retrieved from <http://www.ipard.com/produk/depulper.asp>
- Towaha, J., Anggreini, E. D. A., & Rubiyo. (2012). Keragaan mutu biji kakao dan produk turunannya pada berbagai tingkat fermentasi: Studi kasus di Tabanan, Bali. *Pelita Perkebunan*, 28(3), 166–183.
- Widyotomo, S. (2008). Teknologi fermentasi dan diversifikasi pulp kakao menjadi produk yang bermutu dan bernilai tambah. *Review Penelitian Kopi dan Kakao*, 24(1), 65–82.
- Widyotomo, S., & Sri-Mulato. (2008). Teknologi fermentasi dan diversifikasi pulp kakao menjadi produk yang bermutu dan bernilai tambah. *Review penelitian Kopi dan Kakao*, 24(1), 65–82.
- Yunus, M.R. (2007). Asesmen kelayakan tekno-ekonomi prosesing biji kakao fermentasi kapasitas 250 ton. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 35(2), 34–41.
- Yusianto, Wahyudi, T., & Sumartono, B. (1995). Pola citarasa biji kakao dari beberapa perlakuan fermentasi. *Pelita Perkebunan*, 11, 117–131.
- Yusianto, Sri-Mulato, Widyotomo, S., Endang, & Kristiani, B. (2001). Proses fermentasi biji kakao dengan perlakuan pengurangan pulp secara mekanis. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 17(1), 98–115.

## PENGARUH PEMUPUKAN DAN MIKORIZA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KARET MUDA PADA MODEL PEREMAJAAN BERTAHAP

### EFFECT OF FERTILIZER AND MYCORRHIZA ON GROWTH OF YOUNG RUBBER PLANT IN GRADUALLY REJUVENATION MODELS

\* Yulius Ferry, Rusli, dan Juniaty Towaha

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

(Tanggal diterima: 6 Maret 2015, direvisi: 7 April 2015, disetujui terbit: 28 Juni 2015)

#### ABSTRAK

Model peremajaan bertahap merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas karet rakyat yang sudah tua dan rusak. Kelemahan dari model ini adalah tingginya keragaman pertumbuhan tanaman muda di lapangan. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh pemupukan ekstra dan pemberian mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman karet muda dalam model peremajaan secara bertahap. Lokasi penelitian di Desa Ramsay, Kecamatan Way Tuba, jenis tanah podsolik merah kuning dengan klasifikasi iklim termasuk B2 menurut Oldemand, mulai tahun 2012 sampai tahun 2014. Penelitian dilakukan dengan rancangan petak terpisah. Sebagai petak utama adalah umur tanaman: P<sub>1</sub> (umur 3 tahun), P<sub>2</sub> (2 tahun), dan P<sub>3</sub> (1 tahun). Sebagai anak petak adalah dosis pupuk: D<sub>1</sub> (dosis 100% rekomendasi), D<sub>2</sub> (dosis 100% rekomendasi + mikoriza), D<sub>3</sub> (dosis 125% rekomendasi), dan D<sub>4</sub> (dosis 125% rekomendasi + mikoriza). Pemberian pupuk dilakukan dua kali setahun, sedangkan mikoriza diberikan satu kali setahun pada akhir musim hujan. Bahan tanaman yang digunakan adalah klon karet PB 260, dengan teknik budidaya standar seperti penyiangan, bobokor, dan penyiraman pada saat musim kemarau. Peubah yang diamati adalah tinggi tanaman dan lilit batang. Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk ekstra 25% dari rekomendasi yang ditambah dengan mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karet yang tertinggal pertumbuhannya karena umur yang lebih muda. Dosis pupuk 125% dari rekomendasi + mikoriza dapat menghasilkan pertumbuhan tanaman umur 2 tahun sama dengan pertumbuhan tanaman umur 3 tahun yang dipupuk dengan dosis rekomendasi. Mikoriza bekerja secara sinergis dengan pupuk anorganik, dan mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemupukan ekstra pada model peremajaan karet secara bertahap.

**Kata kunci:** Karet, pupuk, mikoriza, peremajaan

#### ABSTRACT

*Gradual rejuvenation model is an option to increase the productivity of smallholder rubber plantation due to old and damaged plants. The limitation of this model is the high variation of the growth of young plant in the field. This study aimed to determine the effect of extra fertilization and mycorrhiza on the growth of young rubber plants in the gradual rejuvenation model. The research was located at Ramsay Village, Way Tuba District, with red-yellow podzolic soil types and climate type of B2 according to Oldemand, from 2012 to 2014, and arranged in split plot design. The plant age, P<sub>1</sub> (3 years old); P<sub>2</sub> (2 years old); and P<sub>3</sub> (1 year old) was denoted as the main plot, whereas the subplot is fertilizer dosage, D<sub>1</sub> (100% of recommended dosage); D<sub>2</sub> (100% of recommended dosage + mycorrhiza); D<sub>3</sub> (125% of recommended dosage); D<sub>4</sub> (125% of recommended dosage + mycorrhiza). Fertilizer application was done twice a year, while mycorrhiza were given once a year toward the end of the rainy season. The plant material used was PB 260 clone, with a standard agricultural practices such as weeding and watering during the dry season. Variables measured were plant height and girth. The results showed that application of 25% extra from the recommended dosage + mycorrhiza was able to accelerate the growth of young rubber plants. Fertilizer dose of 125% from the recommendation + mycorrhiza applied on 2-year-old plants exhibited the same growth with 3-year-old plant that treated with recommended dosage. This result indicates that mycorrhiza works synergistically with inorganic fertilizer, which enhances the effectivity and efficiency of extra fertilization in gradually rejuvenation models.*

**Keywords:** Rubber, fertilizer, mycorrhiza, rejuvenation

## PENDAHULUAN

Produktivitas tanaman karet rakyat di Indonesia masih sangat rendah hanya mencapai 883 kg/ha/tahun, jauh di bawah produktivitas pada perkebunan negara dan swasta yang masing-masing mencapai 1.266 kg/ha/tahun dan 1.465 kg/ha/tahun (Direktorat Jenderal Perkebunan [Ditjenbun], 2012). Beberapa faktor yang menjadi penyebab rendahnya produktivitas karet rakyat tersebut adalah tingginya jumlah tanaman tua dan rusak yang mencapai sekitar 30%, rendahnya penggunaan klon unggul, yaitu sekitar 40% (Dinas Perkebunan Provinsi Jambi, 2006), dan semakin meluasnya serangan penyakit jamur akar putih (JAP) dan beberapa hama/penyakit lainnya. Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas karet nasional adalah dengan melakukan program peremajaan tanaman tua dan rusak dengan menggunakan klon unggul.

Menurut Akib & Pribadi (1999) terhambatnya program peremajaan karet nasional disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: (1) terbatasnya modal petani, (2) terputusnya pendapatan, (3) penyediaan bibit klon unggul yang tidak tepat waktu, (4) serangan penyakit JAP, dan (5) belum tersedianya teknologi produksi untuk lahan bekas pertanaman dengan kesuburan rendah. Untuk itu, model peremajaan bertahap merupakan alternatif yang sangat mungkin dilakukan oleh petani karena model peremajaan ini dapat disesuaikan dengan ketersediaan dana, tidak terputusnya pendapatan, dan dapat ditanami dengan tanaman sela. Akan tetapi, model tersebut dapat mengakibatkan tingginya keragaman pertumbuhan karet yang mempengaruhi tingkat produksi (Adiwiganda *et al.*, 1992), penggunaan tenaga kerja dalam keluarga menjadi tidak efektif (Listyati & Ferry, 2014), dan waktu matang sadap akan tertunda (Darmandono, 1991).

Upaya untuk mengurangi tingginya keragaman pertumbuhan karet muda dalam model peremajaan bertahap dapat dilakukan dengan cara memicu pertumbuhan melalui perlakuan pupuk makro dengan dosis tinggi dan pemberian pupuk hayati (*biofertilizer*). Hasil penelitian Istianto & Munthe (2006) menunjukkan pemberian pupuk makro dengan dosis dua kali lipat dari dosis rekomendasi dapat memacu pertumbuhan tanaman karet belum menghasilkan (TBM) secara nyata dibandingkan dengan dosis rekomendasi. Munthe, Tistama, & Istianto (2006) menyimpulkan pemberian pupuk hayati pada tanaman karet umur 18 bulan dapat memicu pertumbuhan tanaman yang lebih baik dibandingkan hanya diberi pupuk anorganik. Hasil penelitian Hidayati (2005) menunjukkan pemberian bakteri penambat nitrogen dapat meningkatkan serapan unsur nitrogen sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman karet.

Pupuk hayati yang paling banyak digunakan untuk memicu pertumbuhan tanaman dan mengurangi penggunaan pupuk anorganik adalah mikoriza. Baon (1999) serta Prihastuti (2007) menyatakan tanaman yang diberi mikoriza dapat menyerap pupuk makro lebih tinggi dari kontrol, masing-masing P (27%), N (50%), dan K (20%). Ferry, Towaha, & Sasmita (2013) melaporkan pemberian mikoriza dengan dosis 60 gram/tanaman pada tanaman lada di lahan bekas tambang timah di Bangka, menghasilkan pertumbuhan tanaman lada perdu yang lebih baik. Sementara itu Ferry & Rusli (2014) menyatakan pemberian mikoriza pada tanaman kopi Robusta yang ditanam di bawah tegakan kelapa produktif dapat mengurangi penggunaan pupuk NPK.

Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh pemupukan ekstra dan pemberian mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman karet muda pada model peremajaan secara bertahap.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di kebun karet rakyat yang telah melaksanakan peremajaan tebang bertahap. Lokasi penelitian di Desa Ramsay, Kecamatan Way Tuba, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung, mulai tahun 2012 sampai tahun 2014. Jenis tanah podsolik merah kuning dengan klasifikasi iklim termasuk B2 (Oldemand). Tanaman karet klon PB 260 ditanam dengan jarak tanam 3 x 6 m secara bertahap sesuai dengan sistem peremajaan tebang bertahap, yaitu 30%-30%-40%, 50%-50%, 70%-30%, dan 100%.

Penelitian dilakukan dengan rancangan petak terbagi. Sebagai petak utama adalah umur tanaman yang terdiri dari: P<sub>1</sub> (umur 3 tahun), P<sub>2</sub> (2 tahun), dan P<sub>3</sub> (1 tahun), sedangkan sebagai anak petak adalah dosis pupuk yang terdiri dari empat taraf, yaitu D<sub>1</sub> (dosis 100% rekomendasi), D<sub>2</sub> (dosis 100% rekomendasi + mikoriza), D<sub>3</sub> (dosis 125% rekomendasi), dan D<sub>4</sub> (dosis 125% rekomendasi + mikoriza). Dosis pemupukan rekomendasi (100%) pada tanaman muda disajikan pada Tabel 1, sedangkan dosis mikoriza adalah 100 gram/tanaman/tahun dengan kandungan spora sebesar 150 spora/100 gram bahan pembawa. Pupuk anorganik diberikan 2 kali setahun, yaitu pada awal dan akhir musim hujan, dengan dosis setengah dari dosis yang diuji. Pemberian mikoriza dilakukan sekaligus 2-3 bulan setelah pemupukan yang pertama, terkecuali pemberian pertama dilakukan saat tanam. Masing-masing perlakuan diulang tiga kali dengan jumlah tanaman per plot 12 tanaman sehingga total penelitian masing-masing menjadi 432 tanaman.

Peubah yang diamati pada penelitian ini adalah tinggi tanaman dan lilit batang. Data yang terkumpul

kemudian dianalisis melalui sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji beda rata-rata perlakuan menggunakan metode Duncan pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk ekstra dengan dosis 125% rekomendasi dan kombinasinya dengan mikoriza terbukti mampu memacu pertumbuhan tanaman karet muda umur 1, 2, dan 3 tahun. Hasil analisis statistik menunjukkan pemberian pupuk dengan dosis 125% rekomendasi + mikoriza dapat memperkecil perbedaan pertumbuhan tanaman karet muda yang disebabkan oleh perbedaan umur. Karakter tinggi tanaman dan lilit batang tanaman karet umur 2 tahun ( $P_2D_4$ ) yang diberi pupuk 125% rekomendasi + mikoriza tidak berbeda nyata dengan tanaman karet umur 3 tahun yang diberi perlakuan dosis pupuk 100% rekomendasi ( $P_3D_1$ ). Pemberian pupuk dengan dosis 125% rekomendasi + mikoriza pada tanaman karet umur 1 tahun ( $P_1D_4$ ) terbukti meningkatkan pertumbuhan lilit batang hingga

menyamai tanaman karet umur 2 tahun yang dipupuk dosis 100% rekomendasi ( $P_2D_1$ ) (Tabel 2).

Kondisi lahan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kandungan unsur hara rendah sehingga pengaruh peningkatan dosis pupuk terhadap pertumbuhan tanaman karet terlihat nyata. Pengaruh peningkatan dosis pupuk ini terlihat semakin nyata dengan penambahan mikoriza. Menurut Hardjowigeno (2010), pemberian tambahan mikoriza pada saat pemupukan akan meningkatkan pengaruh pupuk terhadap pertumbuhan tanaman. Selanjutnya, hasil penelitian Nugroho, Istianto, & Karyudi (2005) menunjukkan pemberian pupuk ekstra Urea dan MoP yang dilakukan pada tanaman sulaman sebanyak 50% dari dosis anjuran mampu mempercepat pertumbuhan tanaman karet umur 1 tahun. Hal itu disebabkan fungsi N dalam urea sangat dibutuhkan dalam proses pembelahan sel sehingga peningkatan dosis N dapat mempercepat pertumbuhan jaringan meristem pada bagian tanaman muda. Di sisi lain, pemberian MoP sebagai sumber K bertujuan memperkuat jaringan tanaman muda yang tumbuh agar tidak rapuh dan mudah tumbang apabila diterpa angin.

Tabel 1. Dosis pupuk rekomendasi (100%)

Table 1. The dose of recommended fertilizer (100%)

| Umur tanaman (tahun) | Urea (gram/tanaman) | SP 36 (gram/tanaman) | MoP (gram/tanaman) | Kieserit (gram/tanaman) |
|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|
| 1                    | 275                 | 200                  | 175                | 50                      |
| 2                    | 350                 | 250                  | 225                | 75                      |
| 3                    | 375                 | 250                  | 225                | 100                     |

Sumber/Source: Nugroho et al. (2005)

Tabel 2. Pengaruh pemupukan terhadap tinggi tanaman dan lilit batang karet umur 1, 2 dan 3 tahun

Table 2. Effect of fertilizer doses on height and girth of rubber plant at 1, 2 and 3 years old

| Umur tanaman      | Perlakuan dosis pupuk dan mikoriza | Tinggi tanaman (cm) | Lilit batang (cm) |
|-------------------|------------------------------------|---------------------|-------------------|
| 3 tahun ( $P_3$ ) | ■ 100% ( $D_1$ )                   | 483,15 cd           | 32,34 c           |
|                   | ■ 100% + mikoriza ( $D_2$ )        | 500,68 bc           | 31,81 c           |
|                   | ■ 125% ( $D_3$ )                   | 508,05 b            | 38,25 b           |
|                   | ■ 125% + mikoriza ( $D_4$ )        | 542,29 a            | 40,43 a           |
| 2 tahun ( $P_2$ ) | ■ 100% ( $D_1$ )                   | 338,21 f            | 26,21 fg          |
|                   | ■ 100% + mikoriza ( $D_2$ )        | 343,04 f            | 27,17 ef          |
|                   | ■ 125% ( $D_3$ )                   | 383,30 e            | 29,33 de          |
|                   | ■ 125% + mikoriza ( $D_4$ )        | 469,19 d            | 31,21 cd          |
| 1 tahun ( $P_1$ ) | ■ 100% ( $D_1$ )                   | 214,20 h            | 20,70 i           |
|                   | ■ 100% + mikoriza ( $D_2$ )        | 218,91 h            | 22,42 hi          |
|                   | ■ 125% ( $D_3$ )                   | 234,82 gh           | 24,14 gh          |
|                   | ■ 125% + mikoriza ( $D_4$ )        | 253,71 g            | 25,06 g           |
| KK (%)            |                                    | 41,34               | 12,09             |

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

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

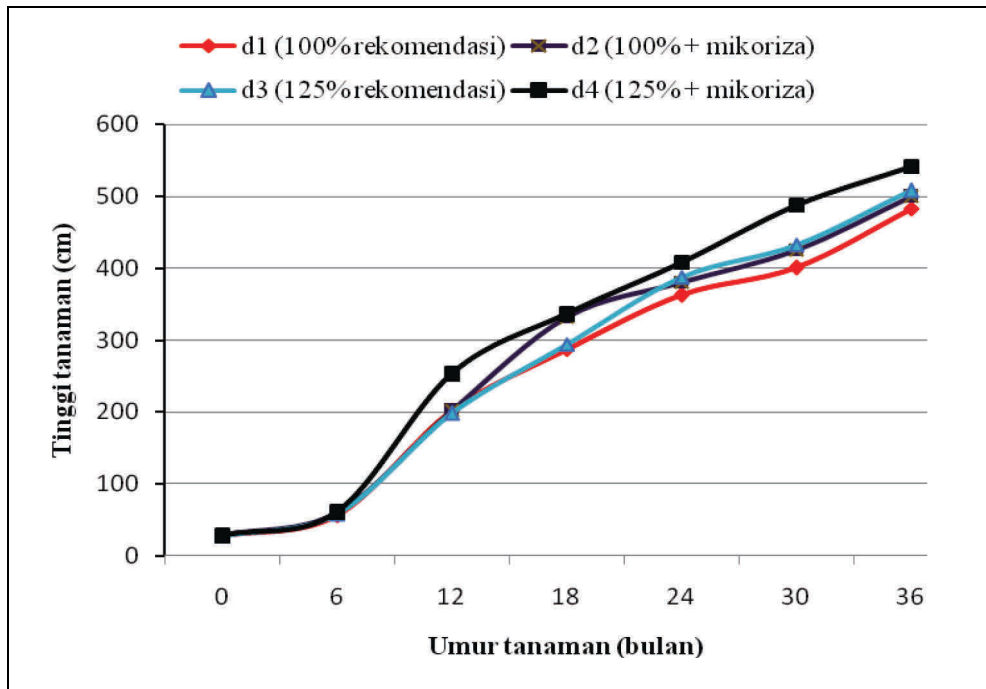
Penambahan mikoriza juga memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman karet. Munthe *et al.* (2006) dan Hardjowigeno (2010) menyimpulkan pemberian mikoriza cenderung berpengaruh lebih baik dibandingkan tanpa pemberian mikoriza terhadap pertumbuhan lilit batang. Hasil penelitian Nurbaity, Herdiyanto, & Mulyani (2009) dan Ferry & Rusli (2014) menunjukkan pemberian mikoriza sebanyak 100 gram per tanaman per tahun dapat meningkatkan kemampuan tanaman untuk menyerap unsur hara yang tersedia dalam tanah.

Hasil pengamatan yang dilakukan setiap 6 bulan pada tanaman berumur 3 tahun menunjukkan peningkatan dosis pupuk sebesar 25% dari rekomendasi dan pemberian mikoriza secara nyata mampu memicu pertumbuhan tanaman karet muda. Pengaruh pemupukan tersebut mulai terlihat pada saat tanaman berumur 1 tahun (24 bulan setelah tanam). Tinggi tanaman yang diberi perlakuan pupuk 125% rekomendasi + mikoriza pada umur 2 tahun (P<sub>2</sub>D<sub>4</sub>) tidak berbeda dengan perlakuan lainnya pada umur 2,5 tahun (30 bulan) (Gambar 1). Hasil penelitian ini menegaskan peran mikoriza untuk meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman karet cukup nyata.

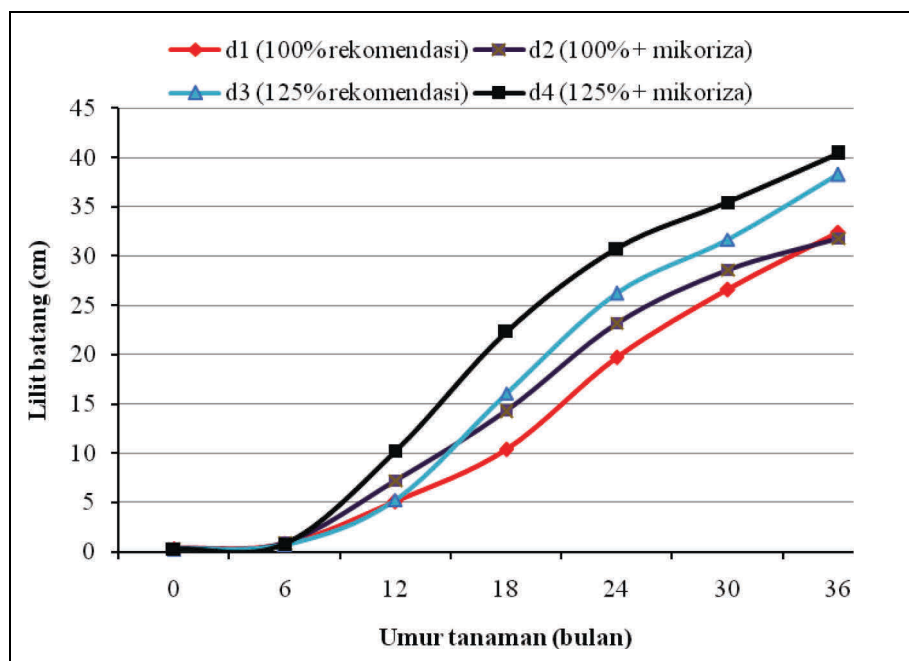
Berdasarkan standar budidaya karet, waktu penyadapan karet adalah saat 60% tanaman telah memiliki lilit batang sebesar 45 cm pada posisi 100 cm di atas permukaan tanah. Hasil penelitian ini menunjukkan penambahan dosis pupuk 25% dari anjuran dan pemberian mikoriza secara nyata dapat mempercepat penambahan lilit batang. Pada Gambar 2 terlihat peranan pupuk dan mikoriza dalam memacu pertumbuhan batang karet muda pada model

peremajaan bertahap. Pemberian pupuk ekstra 25% dengan tambahan mikoriza secara nyata mampu meningkatkan pertumbuhan lilit batang. Tanaman karet yang baru berumur 1 tahun (12 bulan) telah memiliki lilit batang sama dengan karet yang diberi perlakuan pupuk 100% rekomendasi yang sudah berumur 1,5 tahun (18 bulan). Bahkan dengan perlakuan sama pada tanaman berumur 1,5 tahun (18 bulan) lilit batangnya lebih tinggi dari yang sudah berumur 2 tahun, dan pada umur 2 tahun (24 bulan) sama dengan yang berumur 3 tahun (36 bulan). Nugroho *et al.* (2005) melaporkan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman karet yang pertumbuhannya tertinggal disebabkan oleh penggunaan bibit tidak seragam dan penanaman sulaman (sisipan) maka diperlukan pemberian pupuk ekstra sebanyak 50%-100%. Akan tetapi hasil penelitian ini menunjukkan dengan pemberian pupuk ekstra 25% yang ditambah dengan mikoriza telah mampu memicu pertumbuhan dan mengejar pertumbuhan tanaman yang berbeda umur sekitar 1 tahun. Pemberian mikoriza dapat menggantikan 25%-75% pupuk anorganik.

Peran mikoriza tersebut diperkirakan akan berkurang sehubungan dengan makin bertambahnya umur tanaman. Hal tersebut dapat dilihat pada umur tanaman di atas 2 TST (24 bulan), pemberian pupuk ekstra 25% lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman karet dibandingkan dengan pemberian dosis 100% rekomendasi + mikoriza. Makin bertambahnya umur tanaman karet perakaran tanaman makin banyak sehingga kemampuan tanaman untuk menyerap unsur hara juga meningkat, yang merupakan fungsi dari mikoriza pada perakaran tanaman.



Gambar 1. Pengaruh pemupukan terhadap tinggi tanaman karet TBM  
Figure 1. Effect of fertilization on plant height of young rubber plants



Gambar 2. Pengaruh pemupukan terhadap lilit batang pada 100 cm dari permukaan tanah  
Figure 2. Effect of fertilization on stem girth measured at 100 cm from soil surface

## KESIMPULAN

Pemberian pupuk ekstra 25% dari rekomendasi ditambah dengan mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karet yang tertinggal pertumbuhannya karena umur yang lebih muda. Dosis pupuk 125% dari rekomendasi + mikoriza

dapat menghasilkan pertumbuhan tanaman umur 2 tahun sama dengan pertumbuhan tanaman umur 3 tahun yang dipupuk dengan dosis rekomendasi. Mikoriza bekerja secara sinergis dengan pupuk anorganik, dan mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemupukan ekstra pada model peremajaan karet secara bertahap.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiwiganda, T.T., Hardjono, A., Manurung, A., Sihotang, U.T.B., Darmono, Sudiharto, Goenadi, D. H., & Sihombing, H. (1992). *Pedoman penyusunan rekomendasi pemupukan karet*. AP3I.
- Akib, M., & Pribadi, A. W. (1999). *Potensi dan kendala penerapan pola pengembangan perkebunan karet yang partisipatif. Paper presented at Lokakarya Model Peremajaan Karet Rakyat Secara Swadaya dan Ekspose Teknologi Hasil Penelitian Perkebunan*. Palembang, 26–28 Oktober 1999.
- Baon, J. B. (1999). *Pemanfaatan jamur mikoriza arbuskular sebagai pupuk hayati di bidang perkebunan. Paper presented at Workshop Mikoriza*. Bogor, 27 September–2 Oktober 1999.
- Darmandono. (1991). Analisis pertumbuhan tanaman karet. *Risalah Penelitian Pusat Penelitian Getas*, 17, 1–27.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2012). *Statistik perkebunan 2010–2012: Karet* (p. 46). Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Dinas Perkebunan Provinsi Jambi. (2006). *Data Statistik Perkebunan Provinsi Jambi Tahun 2003, 2004, dan 2005*. Jambi: Dinas Perkebunan Provinsi Jambi.
- Ferry, Y., & Rusli. (2014). Pengaruh dosis mikoriza dan pemupukan NPK terhadap pertumbuhan dan produksi kopi robusta di bawah tegakan kelapa produktif. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 20(1), 27–34.
- Ferry, Y., Towaha, J., & Sasmita, K. D. (2013). Pemanfaatan kompos tanaman air sebagai bahan pembawa inoculum mikoriza untuk budidaya lada perdu di lahan bekas tambang timah. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 19(1), 15–22.
- Hardjowigeno, S. (2010). *Ilmu tanah* (p. 288). Jakarta: Penerbit Akademika Pessindo.
- Hidayati, U. (2005). Peranan mikroorganisme tanah dalam meningkatkan serapan nitrogen pada berbagai tingkatan ketersediaan air tanah. *Jurnal Penelitian Karet*, 23(2), 156–166.
- Istianto, & Munthe, H. (2006). Upaya meningkatkan keseragaman tanaman karet belum menghasilkan dengan pemupukan ekstra. *Prosiding Lokakarya Budidaya Tanaman Karet* (pp. 220–230).
- Listyati, D., & Y. Ferry. (2014). Analisis pendapatan petani karet pada sistem peremajaan bertahap. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 1(3), 157–166.
- Munthe, H., Tistama, R., & Istianto. (2006). Penggunaan pupuk hayati pada tanaman karet menghasilkan. *Prosiding Lokakarya Budidaya Tanaman Karet* (pp. 433–445).
- Nugroho, P. A., Istianto, & Karyudi. (2005). Metode peningkatan keseragaman tanaman karet belum menghasilkan. *Warta Perkaratan*, 24(1), 10–19.
- Nurbaity, R., Herdiyanto, D., & Mulyani, O. (2009). Pemanfaatan bahan organik pembawa inokulum fungi mikoriza arbuskula. *Jurnal Biologi*, XIII(1), 7–11.
- Prihastuti. (2007). Isolasi dan karakterisasi mikoriza veskular arbuskular di lahan kering masam Lampung Tengah. *Jurnal Berkas Penelitian Hayati*, 12, 99–106.

## PENGARUH MIKORIZA DAN PUPUK NPKMg TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI KOPI ARABIKA

### EFFECT OF MYCORRHIZA AND NPKMg FERTILIZERS ON GROWTH AND PRODUCTION OF ARABICA COFFEE

\* Usman Daras<sup>1)</sup>, Iing Sobari<sup>2)</sup>, Octivia Trisilawati<sup>1)</sup>, dan Juniaty Towaha<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

Jalan Tentara Pelajar No. 3, Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor 16111 Indonesia

<sup>2)</sup> Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

\* usman\_daras@yahoo.com

(Tanggal diterima: 9 Maret 2015, direvisi: 14 April 2015, disetujui terbit: 10 Juli 2015)

#### ABSTRAK

Mikoriza merupakan agens hayati yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk kimia (anorganik) karena dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara tanah. Penelitian bertujuan mengevaluasi efektivitas mikoriza dan pupuk NPKMg terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kopi muda di lapangan. Penelitian dilaksanakan di KP. Pakuwon, Sukabumi, Jawa Barat, mulai Januari 2013 sampai November 2014. Perlakuan yang diuji adalah penggunaan mikoriza 3 taraf: tanpa mikoriza, 200 spora/pohon, dan 400 spora/pohon; dan pemberian pupuk NPKMg, 4 dosis (dosis rekomendasi,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , dan  $\frac{1}{4}$  dosis rekomendasi). Perlakuan disusun dalam rancangan acak kelompok, 3 ulangan dengan ukuran petak 4 pohon. Dosis rekomendasi adalah pemberian pupuk NPKMg sebanyak 140 g/pohon/tahun (40 g urea, 50 g SP-36, 30 g KCl, dan 20 g kieserit). Pupuk NPKMg diberikan dalam 2 tahap, sedangkan mikoriza diaplikasikan dua bulan setelah pemberian pupuk NPKMg yang pertama. Parameter yang diamati meliputi karakter vegetatif (tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah cabang) dan generatif (hasil kopi) serta tingkat infeksi mikoriza pada akar kopi. Hasil penelitian menunjukkan pemberian kombinasi mikoriza 400 spora dan 105 g NPKMg per pohon/tahun menghasilkan pertumbuhan tanaman kopi terbaik sampai umur 15 bulan setelah tanam, tetapi belum berpengaruh terhadap produksi kopi. Pemberian inokulum mikoriza sebanyak 200 dan 400 spora/pohon memperlihatkan tingkat infeksi mikoriza yang sama pada akar kopi pada semua pemberian dosis pupuk.

**Kata kunci:** Kopi Arabika, mikoriza, pupuk

#### ABSTRACT

*Mycorrhiza is a biological agent that could improve the efficiency of chemical fertilizers (inorganic) due to it can increase the availability of soil nutrients. The study aimed to evaluate the effectiveness of mycorrhiza and NPKMg fertilizers on growth and yield of coffee plants in the field. The research was carried out at KP. Pakuwon, Sukabumi, West Java, from January 2013 to November 2014. The treatments that examined in this study were 3 levels of mycorrhiza application (M0, without mycorrhizal fungi; M1, application of 200 spore/tree; and M2, application of 400 spore/tree), and 4 dosage of NPKMg fertilizers (F1, recommended dose, RD; F2,  $\frac{3}{4}$  RD; F3,  $\frac{1}{2}$  RD, and F4,  $\frac{1}{4}$  RD). The treatments were arranged in a randomized block design with 3 replications, and the plot size consisted of 4 coffee plants. The recommended dose of fertilizer is 140 g NPKMg/tree/years (40 g urea, 50 g SP-36, 30 g KCl, and 20 g kieserit). NPKMg fertilizers were applied two times, whereas mycorrhiza was given two months after the first application of NPKMg fertilizers. The observed parameters were vegetative characters (plant height, stem diameter, number of branch) and generative character (coffee yield) as well as the infection rates of mycorrhiza on roots. The results showed that application of 400 spores of mycorrhizal fungi and 105 g NPKMg/tree/year exhibited the best growth of coffee plants until 15 months after planting (MAP). However, that combination was not significantly affected coffee production. Moreover, application of 200 and 400 spores of mycorrhizal fungi/tree combined with all dosage of NPKMg fertilizers revealed the same infection rates of mycorrhiza on roots.*

**Keywords:** Arabica coffee, mycorrhiza, fertilizer

## PENDAHULUAN

Asosiasi saling menguntungkan antara fungi mikoriza dengan tanaman inang disebut simbiotik mutualistik. Beberapa manfaat dari asosiasi tersebut bagi tanaman inang adalah memperbaiki pertumbuhan, meningkatkan produksi, perlindungan terhadap penyakit, dan peningkatan kualitas tanah (Strack, Fester, Hause, Schliemann & Walter, 2003; Baon *et al.*, 2003; Parniske, 2008). Penggunaan mikoriza untuk memperbaiki pertumbuhan dan hasil tanaman telah banyak dilaporkan, di antaranya Clark & Zeto (2000), Sanchez, Montilla, Rivera & Cupull (2005), Brundrett (2009), dan Bücking *et al.* (2012), bahwa inokulasi mikoriza dapat meningkatkan serapan hara P dan unsur hara lain seperti N, K, Ca, Mg, Zn, dan Cu. Selanjutnya Junaedi, Wachjar, & Rahman (1999) dan Goenadi, Siswanto, & Sugiarto (2000) melaporkan inokulasi mikoriza dapat mengurangi dosis pemberian pupuk buatan. Sementara itu, Auge (2004) dan Van der Heijden, Bardgett & Van Straalen (2008) menjelaskan inokulasi mikoriza dapat meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan serta melindungi tanaman dari keracunan logam-logam berat.

Penggunaan mikoriza pada tanaman kopi telah dilaporkan oleh Tristao, Andrade, & Silveira (2006), inokulasi mikoriza dapat memperbaiki pertumbuhan vegetatif bibit kopi dan meningkatkan kandungan P daun serta jumlah gelondong kopi per pohon (Baon & Wibawa, 2000). Selanjutnya Daras, Trisilawati, & Sobari (2013) melaporkan inokulasi mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Robusta yang ditanam pada tanah podsolik di rumah kaca. Hasil serupa juga dilaporkan Ibiremo, Daniel, Oloyede & Iremiren (2011), pemberian mikoriza dapat meningkatkan serapan P tanaman kopi pada tanah dengan kandungan P rendah.

Mikoriza bersimbiosis baik dengan tanaman kopi, terutama pada tanah-tanah dengan kesuburan rendah (Andrade, Mazzafera, Schiavinato, & Silveira, 2009; Lebron, Lodge, & Bayman, 2012). Hal ini disebabkan oleh *extra-radical* hifa yang terbentuk dan berfungsi sebagai penyedia hara. Hifa ini bersifat masif mampu menyerap hara dari wilayah non rizosfir, yang biasanya tidak terjangkau oleh akar tanaman (Jehne & Lee, 2014) sehingga unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman menjadi tersedia, seperti unsur N, Ca, dan Mg (Vaast & Zasoski, 1998).

Tanaman kopi membutuhkan hara makro seperti N, K, Ca, dan Mg dalam jumlah besar (Prastowo, 2013), ketersediaan unsur-unsur tersebut sangat menentukan produksi yang dapat dicapai. Jumlah unsur hara yang dibutuhkan tanaman kopi bervariasi, tergantung beberapa faktor seperti spesies/tipe tanaman

dan jumlah tanaman lain yang berasosiasi dengan kopi, jumlah dan distribusi hujan, topografi dan jenis tanah, serta teknik budidaya yang diterapkan (Melke & Ittana, 2015).

Pada kopi Arabika, kandungan normal K dan Mg daun masing-masing adalah 2,1%–2,6%, dan 0,26%–0,40%, sedangkan pada kopi Robusta 1,81%–2,20% dan 0,31%–0,36%. Menurut Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia [Puslitkoka] (2006) *cited in* Prastowo *et al.* (2010) kebutuhan pupuk untuk tanaman kopi pada umur 1–2 tahun per pohon adalah 40 g urea, 50 g SP36, 30 g KCl, dan 20 g kieserit yang diberikan pada awal musim dan akhir musim hujan. Pemberian pupuk anorganik pada tanaman sangat diperlukan tetapi bila diberikan terus menerus dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Oleh sebab itu, penggunaan mikoriza berpotensi untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik karena dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara.

Penelitian bertujuan mengevaluasi efektivitas mikoriza dan pupuk NPKMg terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kopi muda di lapangan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP) Pakuwon, dengan ketinggian tempat 450 m dpl, jenis tanah Latosol dan tipe iklim B (Schmidt dan Fergusson), mulai Januari 2013 sampai November 2014. Isolat mikoriza yang digunakan berasal dari rizosfir tanaman kopi dari daerah Lampung yang merupakan isolat terbaik hasil eksplorasi tahun 2012 (Daras *et al.*, 2013). Mikoriza diperbanyak pada tanaman inang (*host*) sorgum, yang ditanam dan dipelihara dalam pot percobaan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro), Bogor, mulai Januari sampai Maret 2013.

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan 12 perlakuan. Perlakuan yang diuji adalah pemberian mikoriza (M), 3 taraf: M0 (tanpa inokulum, M1 (mikoriza 200 spora/pohon), dan M2 (mikoriza 400 spora/pohon), dan 4 taraf pupuk NPKMg: F1 (dosis rekomendasi), F2 ( $\frac{3}{4}$  dosis rekomendasi), F3 ( $\frac{1}{2}$  dosis rekomendasi), dan F4 ( $\frac{1}{4}$  dosis rekomendasi). Masing-masing perlakuan menggunakan 4 tanaman kopi berumur satu tahun dan diulang 3 kali. Dosis penuh/dosis rekomendasi (DR) pupuk NPKMg adalah 140 g/pohon/tahun, untuk tanaman kopi berumur 1–2 tahun di lapangan (Puslitkoka, 2006). Komposisi dari dosis penuh (140 g/pohon/tahun) disusun dari pupuk tunggal 40 g urea, 50 g SP-36, 30 g KCl, dan 20 g kieserit. Pupuk diberikan dalam 2 tahap (split dosis) yang disebarkan

pada alur dangkal 5–7,5 cm di sekeliling tanaman, kemudian ditutup tanah. Pemberian pupuk pertama (50%) diberikan pada bulan Maret 2013, ketika tanaman kopi berumur 3 bulan setelah tanam, dan tahap kedua (50%) pada bulan Desember 2013.

Dua bulan setelah pemberian pupuk tahap pertama (Mei 2013), inokulum mikoriza diaplikasikan ke tanaman kopi. Sebelum mikoriza diaplikasikan, dilakukan pembersihan gulma (bobokor) untuk memudahkan aplikasi perlakuan. Penempatan inokulum mikoriza diawali dengan pembuatan dua lubang secara bersebelahan di sekitar perakaran kopi, kemudian inokulum dimasukkan ke dalam lubang, lalu ditutup dengan tanah.

Parameter yang diamati, yaitu pertumbuhan vegetatif (tinggi tanaman, jumlah cabang, dan diameter batang) dan hasil panen kopi beras pada 15 bulan setelah tanam (BST) serta tingkat infeksi mikoriza pada akar berdasarkan metode pewarnaan “tryphan blue” dari Phillips & Hayman (1970). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati dilakukan analisis varians dan bila terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji Duncan dengan tingkat kepercayaan 95%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komponen Vegetatif

Hasil pengamatan pertumbuhan vegetatif tanaman kopi menunjukkan perlakuan M2F3, yakni kombinasi penggunaan mikoriza (400 spora/pohon) dan pemupukan NPKMg ( $\frac{1}{2}$  dosis rekomendasi) menghasilkan pertambahan tinggi tanaman terbesar, berbeda nyata dengan perlakuan M0F2 (tanpa mikoriza +  $\frac{3}{4}$  dosis rekomendasi) dan M0F3 (tanpa mikoriza +

$\frac{1}{2}$  dosis rekomendasi), tetapi tidak nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 1). Hal ini berarti penggunaan mikoriza sebanyak 400 spora/pohon dapat mengurangi penggunaan pupuk sampai 50% dari dosis rekomendasi. Hasil serupa dilaporkan oleh Junaedi *et al.* (1999), Goenadi *et al.* (2000) dan Daras *et al.* (2013), penggunaan mikoriza dapat mengurangi dosis pupuk buatan sampai mencapai 50%. Peningkatan efisiensi pemupukan diduga berhubungan dengan hifa mikoriza yang masif. Kisinyo & Othieno (2003) melaporkan hifa mikoriza yang masif mampu menjangkau atau menyerap P diluar zone rizosfir yang biasanya sulit dijangkau oleh akar tanaman dan juga mampu mengeksplorasi sumber P tanah yang tidak tersedia, baik dalam bentuk ikatan organik maupun anorganik (Harley & Smith, 1983; Aguin, Mansilla, Vilarino & Sainz, 2004; Rungkat, 2009). Selain itu mikoriza juga dapat meningkatkan penyerapan unsur hara lainnya seperti N, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, dan K (Swift *et al.*, 1984; Clark, Zobel, & Zeto, 1999).

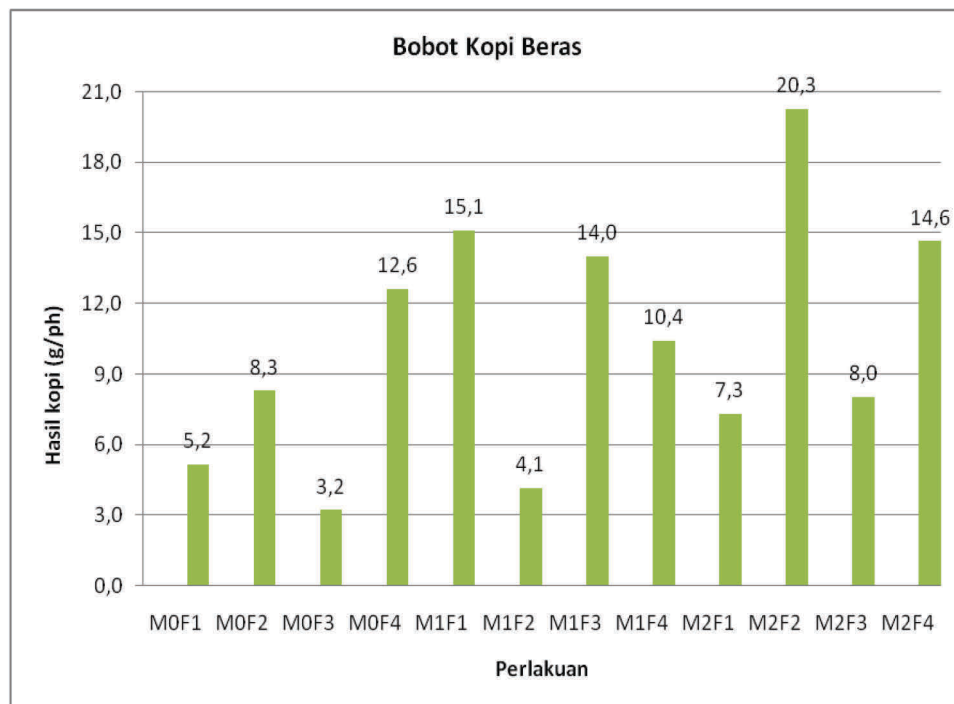
Data (Tabel 1) memperlihatkan penggunaan mikoriza dan pupuk NPKMg berpengaruh terhadap pertambahan jumlah cabang terutama pada perlakuan M2F3 (400 spora mikoriza +  $\frac{1}{2}$  dosis rekomendasi) dengan jumlah 14,67 berbeda sangat nyata dengan perlakuan M0F2 dan M0F3 masing-masing 9,2 dan 7,14 cabang, tetapi tidak berbeda nyata dengan M2F4 (400 spora mikoriza +  $\frac{1}{4}$  dosis rekomendasi) dan M1F2 (200 spora mikoriza +  $\frac{3}{4}$  dosis rekomendasi), yaitu 13,61 dan 12,92 cabang. Demikian juga dengan komponen diameter batang perlakuan M2F3 konsisten lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini berarti bahwa aplikasi mikoriza 400 spora/pohon dengan pupuk  $\frac{1}{2}$  dosis rekomendasi telah memberikan efek positif bagi pertumbuhan tanaman kopi.

Tabel 1. Pengaruh mikoriza dan pupuk terhadap pertambahan tinggi tanaman, jumlah cabang, dan diameter batang kopi 15 bulan setelah aplikasi  
Table 1. Effect of mycorrhiza and fertilizer on plant height, branch number, and stem diameter of coffee plants (15 months after application)

| Perlakuan                                    | Pertambahan tinggi tanaman<br>(cm) | Pertambahan jumlah<br>cabang | Diameter batang<br>(mm) |
|----------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| M0F1 (tanpa mikoriza + dosis rekomendasi/DR) | 44,67 ab                           | 11,33 ab                     | 9,77 a                  |
| M0F2 (tanpa mikoriza + $\frac{3}{4}$ DR)     | 34,08 a                            | 9,20 a                       | 7,89 a                  |
| M0F3 (tanpa mikoriza + $\frac{1}{2}$ DR)     | 29,55 a                            | 7,14 a                       | 6,90 a                  |
| M0F4 (tanpa mikoriza + $\frac{1}{4}$ DR)     | 40,22 ab                           | 10,17 ab                     | 7,36 a                  |
| M1F1 (200 spora mikoriza + DR)               | 36,64 ab                           | 10,53 ab                     | 9,11 a                  |
| M1F2 (200 spora mikoriza + $\frac{3}{4}$ DR) | 44,08 ab                           | 12,92 b                      | 9,42 a                  |
| M1F3 (200 spora mikoriza + $\frac{1}{2}$ DR) | 37,33 ab                           | 10,56 ab                     | 9,82 a                  |
| M1F4 (200 spora mikoriza + $\frac{1}{4}$ DR) | 37,92 ab                           | 10,00 ab                     | 8,32 a                  |
| M2F1 (400 spora mikoriza + DR)               | 38,03 ab                           | 10,19 ab                     | 8,15 a                  |
| M2F2 (400 spora mikoriza + $\frac{3}{4}$ DR) | 37,67 ab                           | 11,33 ab                     | 5 85 a                  |
| M2F3 (400 spora mikoriza + $\frac{1}{2}$ DR) | 56,06 b                            | 14,67 b                      | 10,88 a                 |
| M2F4 (400 spora mikoriza + $\frac{1}{4}$ DR) | 43,00 ab                           | 13,61 b                      | 7,61 a                  |
| KK (%)                                       | 27,92                              | 26,00                        | 31,00                   |

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

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



Keterangan : M0F1 = tanpa mikoriza + dosis rekomendasi (DR), M0F2 = tanpa mikoriza +  $\frac{3}{4}$  DR), M0F3 = tanpa mikoriza +  $\frac{1}{2}$  DR, M0F4 = tanpa mikoriza +  $\frac{1}{4}$  DR, M1F1 = 200 spora mikoriza + DR, M1F2 = 200 spora mikoriza +  $\frac{3}{4}$  DR, M1F3 = 200 spora mikoriza +  $\frac{1}{2}$  DR, M1F4 = 200 spora mikoriza +  $\frac{1}{4}$  DR, M2F1 = 400 spora mikoriza + DR, M2F2 = 400 spora mikoriza +  $\frac{3}{4}$  DR, M2F3 = 400 spora mikoriza +  $\frac{1}{2}$  DR, M2F4 = 400 spora mikoriza +  $\frac{1}{4}$  DR

Notes : M0F1 = without mycorrhiza + recommended dosage (RD), M0F2 = without mycorrhiza +  $\frac{3}{4}$  RD), M0F3 = without mycorrhiza +  $\frac{1}{2}$  RD, M0F4 = without mycorrhiza +  $\frac{1}{4}$  RD, M1F1 = 200 mycorrhizal spore + RD, M1F2 = 200 mycorrhizal spore +  $\frac{3}{4}$  RD, M1F3 = 200 mycorrhizal spore +  $\frac{1}{2}$  RD, M1F4 = 200 mycorrhizal spore +  $\frac{1}{4}$  RD, M2F1 = 400 mycorrhizal spore + RD, M2F2 = 400 mycorrhizal spore +  $\frac{3}{4}$  RD, M2F3 = 400 mycorrhizal spore +  $\frac{1}{2}$  RD, M2F4 = 400 mycorrhizal spore +  $\frac{1}{4}$  RD

Gambar 1. Rata-rata hasil biji kopi pada berbagai perlakuan yang diperoleh dari hasil panen tahap pertama  
Figure 1. Average yield of coffee beans on various treatments obtained from the first harvest

Aplikasi mikoriza memberikan efek positif terhadap pertumbuhan komponen vegetatif kopi, hal ini terlihat pada dosis pemupukan NPKMg ( $\frac{1}{2}$  dari dosis rekomendasi). Pada pemberian dosis pupuk lebih tinggi (M2F1 dan M2F2) atau lebih rendah (M2F4), pemberian mikoriza menjadi kurang efektif, yang diperlihatkan oleh nilai pertambahan pertumbuhan yang lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan M2F3. Hal ini mungkin disebabkan oleh kandungan unsur P yang rendah pada lokasi penelitian. Sesuai dengan laporan Eviati & Sulaeman (2009), bahwa hasil analisis tanah di tempat penelitian (KP. Pakuwon) merupakan tanah Latosol dengan kandungan P rendah (2,72 ppm).

Vaast *et al.* (1996) dan Verbruggen, van der Heijden, Rillig, & Kiers (2013) melaporkan tingkat efektivitas mikoriza akan terlihat jelas pada tanah-tanah dengan kandungan P rendah, terutama pada tanah mineral masam. Pada tanah mineral asam sebagian besar P tanah tidak terlarut, yakni dalam bentuk ikatan Fe-P dan Al-P, yang tidak tersedia atau sulit diserap tanaman (Bhattacharya & Dey, 1983; Haynes & Mokolobate,

2001). Hasil penelitian ini memperlihatkan pemberian mikoriza dapat mengurangi penggunaan pupuk P sehingga biaya penyediaan pupuk P dapat ditekan.

### Hasil Panen Kopi Beras

Pengaruh mikoriza dan pupuk terhadap hasil kopi panen pertama menunjukkan perlakuan M2F2, yaitu kombinasi pemberian inokulum mikoriza 400 spora/pohon dan pupuk  $\frac{3}{4}$  DR (105 g/pohon) menghasilkan berat kopi tertinggi (20,3 g/pohon), sedangkan yang terendah (3,2 g/pohon) pada perlakuan M0F3, yakni pada pemberian dosis pupuk  $\frac{1}{2}$  DR (70 g/pohon) tanpa mikoriza. Hasil kopi dari perlakuan lainnya bervariasi 4,1–15,1 g/pohon. Hal ini mungkin disebabkan oleh belum optimumnya produksi kopi yang diamati karena pada saat pengamatan umur tanaman kopi baru berumur 1,5 tahun, sedangkan produksi optimum tanaman kopi pada saat kopi berumur 5 tahun. Di samping itu, mungkin juga efek dari mikoriza terhadap tanaman belum maksimal.

Pengaruh penggunaan mikoriza yang dikombinasikan dengan pemberian pupuk menunjukkan perlakuan M2F2, yaitu pemberian inokulum mikoriza 400 spora/pohon dan dosis pupuk  $\frac{3}{4}$  DR (105 g/pohon) menghasilkan kopi terbanyak (20,3 g/pohon), disusul perlakuan M1F1, yakni pemberian mikoriza 200 spora/pohon dan 1 DR (140 g/pohon) dengan hasil kopi 15,1 g/pohon. Pada dosis pupuk yang sama (F2), usaha meningkatkan konsentrasi inokulum mikoriza dari 200 (M1F2) dengan hasil kopi 4,1 g/pohon, menjadi 400 spora/pohon (M2F2) dengan hasil 20,3 g/pohon. Berarti diperoleh kenaikan hasil kopi sebesar 16,2 g/pohon atau naik hampir 5 kali lipat. Pada penggunaan dosis pupuk tertinggi (F1), pemberian maksimum mikoriza adalah 200 spora/pohon (M1), yaitu perlakuan M1F1 dengan hasil kopi sebesar 15,1 g/pohon. Pada dosis pupuk tersebut usaha meningkatkan konsentrasi mikoriza menjadi 400 spora/pohon (M2) ternyata diikuti oleh penurunan hasil kopi 7,3 g/pohon. Dengan kata lain, penggunaan pupuk yang lebih banyak dapat menurunkan efektivitas mikoriza dalam memperbaiki hasil kopi. Adanya respon negatif dari penggunaan mikoriza tersebut umumnya berkaitan erat dengan sistem pertanian intensif (Verbruggen *et al.*, 2013). Pengolahan tanah dan pemupukan, terutama pupuk P, dapat menurunkan jumlah propagul mikoriza seperti spora dan miselium efektif (Smith & Read, 2008; Schnoor *et al.*, 2011).

Apabila hasil kopi tersebut dihubungkan dengan komponen pertumbuhan vegetatif maka diperoleh tren respon yang konsisten, yakni pengurangan dosis pemupukan diikuti oleh perbaikan pertumbuhan secara nyata, dan hasil kopi lebih tinggi pada tanaman kopi bermikoriza dibandingkan tanpa bermikoriza. Artinya, penggunaan dosis pupuk anjuran (sesuai rekomendasi) dianggap terlalu banyak untuk umur tanaman kopi yang sama pada kondisi agroklimat Pakuwon Sukabumi. Berdasarkan tren respon tersebut maka dapat disimpulkan, pemberian dosis pupuk  $\frac{1}{2}$ – $\frac{3}{4}$  DR atau 70–105 g/pohon, yang dikombinasikan dengan pemberian inokulum mikoriza 400 spora/pohon dinilai sebagai jumlah pupuk yang cukup memadai untuk kondisi tanaman dan lingkungan Pakuwon. Hasil tersebut sejalan dengan hasil penelitian yang dilaporkan Junaedi *et al.* (1999), Goenadi *et al.* (2000), dan Daras *et al.* (2013), bahwa penggunaan mikoriza dapat mengurangi dosis pupuk buatan sampai mencapai 50%.

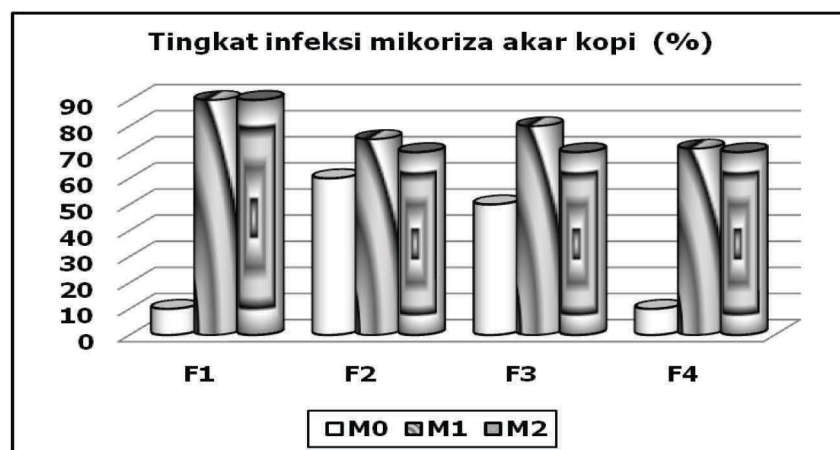
### Tingkat Infeksi Mikoriza Akar Kopi

Tingkat infeksi mikoriza menunjukkan banyaknya mikoriza yang dapat bersimbiosis dengan tanaman inangnya. Hasil analisis mikoriza pada akar menunjukkan mikoriza yang digunakan dapat menginfeksi akar kopi dengan tingkat infeksi 10% sampai 90% (Gambar 2), berarti inokulum potensial untuk digunakan. Tingkat infeksi tersebut masih dalam kisaran yang pernah dilaporkan Covacevich & Echeverría (2008), yaitu 0%–91%.

Pada Gambar 2 menunjukkan akar tanaman kopi yang tidak diberi perlakuan mikoriza (M0) juga terjadi infeksi mikoriza walaupun lebih sedikit bila dibandingkan dengan yang diberi perlakuan mikoriza (M1 dan M2). Hal ini berarti pada lokasi penelitian telah ada mikoriza yang berasosiasi pada tanah tersebut. Muleta *et al.* (2007) melaporkan secara alami pada pertanaman kopi terdapat mikoriza indigenous tertentu, dan Lopes *et al.* (1983), Siqueira *et al.*, (1998), dan Habte & Bittenbender (1999) telah menemukan 22 spesies mikoriza pada perakaran kopi dari sentra-sentra produksi kopi di Brasil.

Mikoriza indigenous sering tidak memberikan pengaruh optimal (efektif) pada tanaman yang dibudidayakan karena populasinya tidak cukup, kualitas propagul rendah atau faktor ekologi yang kompleks antara tanaman dan mikoriza (Verbruggen *et al.*, 2013). Selain itu, data memperlihatkan perakaran kopi yang tidak diinokulasi mikoriza (M0) pada semua taraf (dosis) pemupukan (F4–F1) mempunyai rata-rata tingkat infeksi mikoriza lebih kecil, yaitu 32,5%.

Tanaman kopi yang diinokulasi mikoriza 200 dan 400 spora/pohon pada semua taraf pemupukan mempunyai tingkat infeksi akar >70%. Tingkat infeksi mikoriza pada perakaran kopi tersebut dinilai sangat baik, tetapi belum memberikan pengaruh yang tinggi terhadap pertumbuhan dan produksi kopi, sebab hasil yang terbaik terhadap pertumbuhan diperoleh pada perlakuan M2F3 (Tabel 1). Demikian juga dengan produksi kopi, hasil terbaik adalah pada perlakuan M1F3 (Gambar 1). Hal ini mungkin disebabkan oleh kompetisi antara mikoriza dan tanaman inang dalam memperoleh energi (karbohidrat) (Setiadi, 1989). Wachjar, Setiadi, & Hastuti (1998) menyatakan tingkat infeksi mikoriza yang tinggi dapat mengganggu pertumbuhan tanaman inang karena persaingan mendapatkan karbohidrat.



Keterangan : M0 = tanpa inokulum, M1= mikoriza 200 spora/pohon, M2 = mikoriza 400 spora/pohon, F1 = dosis rekomendasi, F2 =  $\frac{3}{4}$  dosis rekomendasi, F3 =  $\frac{1}{2}$  dosis rekomendasi, F4 =  $\frac{1}{4}$  dosis rekomendasi

Notes : M0 = without inoculum, M1= 200 mycorrhizal spore/tree, M2 = 400 mycorrhizal spore/tree, F1 = recommended dosage, F2 =  $\frac{3}{4}$  of recommended dosage, F3 =  $\frac{1}{2}$  of recommended dosage, F4 =  $\frac{1}{4}$  of recommended dosage

Gambar 2. Tingkat infeksi mikoriza pada akar tanaman kopi  
Figure 2. The infection rates of mycorrhiza on the roots of coffee plants

## KESIMPULAN

Kombinasi pemberian mikoriza 400 spora dan pupuk 105 g NPKMg per pohon menunjukkan pengaruh paling baik terhadap pertumbuhan tanaman kopi, khususnya jumlah cabang dan diameter batang pada 15 bulan setelah tanam (BST). Pemberian kombinasi mikoriza dan pupuk NPKMg belum memperlihatkan pengaruh secara nyata terhadap produksi kopi. Pemberian 200 dan 400 spora mikoriza/pohon memperlihatkan tingkat infeksi mikoriza pada akar kopi lebih besar dibandingkan tanpa mikoriza pada semua pemberian dosis pupuk.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dr. Samsudin, MSi (Kepala KP. Pakuwon) dan Ahan Firmansyah (Teknisi Litkayasa) yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguin, O., Mansilla, J.P., Vilarino, A. & Sainz, M.J. (2004). Effects of mycorrhizal inoculation on root morphology and nursery production of three grapevine root stocks. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55, 108–111.
- Andrade, S.A.L, Mazzafera, P., Schiavinato, M.A., & Silveira A.P.D. (2009). Review of arbuscular mycorrhizal association in coffee. *Journal of Agricultural Science*, 147, 105–115.
- Auge, R.M. (2004). Review of arbuscular mycorrhizal association in coffee. *Journal of Agricultural Science*, 147, 105–115.
- Baon, J. B., & Wibawa, A. (2000). Pertumbuhan tanaman kopi muda yang diinokulasi jamur mikoriza arbuskular dan produksi awalnya. *Pelita Perkebunan*, 16, 132–141.
- Baon, J. B., Abdoelah, S., Pujiyanto, Wibawa, A., Erwiyono, R., Zaenudin, Nur, A.M., Mardiono, E., & Wiryadiputra, S. (2003). Pengelolaan kesuburan tanah perkebunan kopi untuk mewujudkan usaha tani yang ramah lingkungan. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 19(2), 107–123.
- Bhattacharya, N.G., & Dey, S. K., (1983). The role of pH and aluminum on phosphate availability on tea soils. *Two and a Bud*, 30(1/2), 61–64.
- Brundrett, M. C. (2009). Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant Soil*, 320, 1–41.
- Bücking, H., Liepold, E., & Ambilwade, P. (2012). The role of the mycorrhizal symbiosis in nutrient uptake of plants and the regulatory mechanisms underlying these transport processes. In *Plant science* (pp. 107-138). USA: Biology and Microbiology Department, South Dakota State University.
- Clark, R.B., & Zeto, S. K. (2000). Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants. *Journal of Plant Nutrition*, 23, 867–902.
- Clark, R.B., Zobel, R.W., & Zeto, S.K. (1999). The effects of mycorrhizal fungus isolates on mineral acquisition by *Penicium virgatum* in acid soils. *Mycorrhiza*, 9(3), 167–176.
- Covacevich, F., & Echeverría, H.E. (2008). Receptivity of an Argentinean Pampas Soil to Arbuscular Mycorrhizal *Glomus* and *Acaulospora* Strains. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4(6), 688–698.

- Daras, U., Trisilawati, O., & Sobari, I. (2013). Pengaruh mikoriza dan amelioran terhadap pertumbuhan benih kopi. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4(2), 145–156.
- Eviati, & Sulaeman. (2009). *Analisis kimia tanah, tanaman, air dan pupuk*. Petunjuk Teknis Edisi ke 2. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Fakuara, Y.M. (1988). *Mikoriza, teori dan kegunaan dalam praktek* (p. 123). Bogor: Pusat Antar Universitas IPB-Lembaga Sumber Daya dan Informasi IPB.
- Goenadi, D.H., Siswanto, & Sugianto, Y. (2000). Bioactivation of poorly soluble phosphate rocks with a phosphorus solubilizing fungus. *Soil Sci. Am. J.*, 64, 927–932.
- Habte, M., & Bittenbender, H. C. (1999). Reactions of coffee to soil solution P concentration and arbuscular mycorrhizal colonization. *Journal of South Pacific Agriculture*, 6, 29–34.
- Harley, J. L., & Smith, S. E. (1983). *Mycorrhiza symbiosis*. London: Academic Press.
- Haynes, R. J., & Mokolobate, M. S. (2001). Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: A critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 59, 47–63.
- Ibiremo, O.S., Daniel, M.A., Oloyede, A.A., & Iremiren, G.O. (2011). Growth of coffee seedlings as influenced by Arbuscular mycorrhizal inoculation and phosphate fertilizers in two soils in Nigeria. *International Research Journal of Plant Science*, 2(6), 160–166.
- Jehne, W., & Lee, P. (2014). *The role of mycorrhizal fungi in regenerating healthy soils and agricultural productivity*. Dalkeith Australia: Future Directions International Pty Ltd. Retrieved from [www.futuredirections.org.au](http://www.futuredirections.org.au).
- Junaedi, A., Wachjar, A., & Rahman, A. (1999). Pengaruh penggunaan pupuk hayati terhadap pertumbuhan tanaman belum menghasilkan (TBM) kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner). *Bul. Agron.*, 27(2), 12–17.
- Kisinyo, P. O., & Othieno, C. O. (2003). The role of arbuscular mycorrhiza in phosphorus acquisition in tropical agriculture-A review. *African Crop Science Conference Proceedings*, 6, 416–423.
- Lebron, L., Lodge, D.J., & Bayman, P. (2012). Differences in arbuscular mycorrhizal fungi among three coffee cultivars in Puerto Rico. *International Scholarly Research Network*, 2, 148–155.
- Lopes, E. S., Oliveira, E., Dias, R., & Schenck, N. C. (1983). Occurrence and distribution of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in coffee (*Coffea arabica* L.) plantations in central Sao Paulo State, Brazil. *Turrialba*, 33, 417–422.
- Melke, A., & Ittana, F. (2015). Nutritional requirement and management of Arabica coffee (*Coffea Arabica* L.) in Ethiopia: National and Global Perspectives. *American Journal of Experimental Agriculture*, 5(5). xxx-xxx. Article no.AJEA.2015.041. Retrieved from [www.sciencedomain.org](http://www.sciencedomain.org).
- Muleta, D., Assefa, F., Nemomissa, S., & Granhall, U. (2007). Composition of coffee shade tree species and density of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) spores in Bonga natural coffee forest, southwestern Ethiopia. *Forest Ecology and Management*, 241, 145–154.
- Oehl, F., Laczko E., Bogenrieder, A., Stahr, K., Bosch, R., Van der Heijden, MGA., & Sieverding, E. (2010). Soil type and land use intensity determine the composition of arbuscular mycorrhizal fungal communities. *Soil Biology & Biochemistry* 42, 724–738.
- Opik M, & Moora, M. (2012). Missing nodes and links in mycorrhizal networks. *New Phytologist*, 194, 304–306.
- Osorio, N.W., Alzate, J.M., & Ramirez, G.A. (2002). Coffee seedling growth as affected by mycorrhizal inoculation and organic amendment. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33, 1425–1434.
- Parniske, M. (2008). Arbuscular mycorrhizal the mother of plant root endosymbioses. *Nature Reviews Microbiology*, 6(10), 763–775.
- Phillips, J.M., & Hayman, D.S. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transact Brit Mycol Soc.*, 55, 158–161.
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubiyo, Siswanto, Indrawanto, C., & Munarso, S.J. (2010). *Budidaya dan pascapanen kopi* (p. 62). Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (2006). *Pedoman teknis tanaman kopi* (p. 96). Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Riess, S., & Sanvito, A. (1985). Investigations on vesicular arbuscular mycorrhizae in different conditions of coffee cultivations in Mexico. *Micologia Italiana*, 14, 57–62.
- Rosendahl, S., McGee, P., & Morton, J.B. (2009). Lack of global population genetic differentiation in the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* suggests a recent range expansion which may have coincided with the spread of agriculture. *Molecular Ecology*, 18, 4316–4329.
- Rungkat, J.A. (2009). Peranan MVA dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. *Jurnal FORMAS*, 4, 270–276.
- Setiadi, Y. (1989). *Pemanfaatan mikroorganisme dalam kehutanan* (p. 103). Bogor: Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB-Lernbaga Sumberdaya Informasi IPB.
- Siqueira, J. O., Saggin-Junior, O.J., Flores-Aylas, W.W., & Guimaraes, P.T.G. (1998). Arbuscular mycorrhizal inoculation and superphosphate application influence plant development and yield of coffee in Brazil. *Mycorrhiza*, 7, 293–300.
- Schnoor., T.K., Lekberg, Y., Rosendahl, S., & Olsson, P.A. (2011). Mechanical soil disturbance as a determinant of arbuscular mycorrhizal fungal communities in semi-natural grassland. *Mycorrhiza*, 21, 211–220.
- Smith, S.E., & Read, D.J. (2008). *Mycorrhizal symbiosis*, 3rd edn. Cambridge, UK: Academic Press.

- Strack, D., Fester, T., Hause, B., Schliemann, W., & Walter, M.H. (2003). Arbuscular mycorrhiza: Biological, chemical and molecular aspects. *Journal of Chemical Ecology*, 29, 1955–1979.
- Swift, M.J., Dvorak, K.A., Mulongoy, K., Musoko, M., Sanginga, N., & Tian G., (1994). The role of soil organisms in the sustainability of tropical cropping systems. In Syers J.K. & Rimmer, D.L. *Soil science and sustainable land management in the tropics* (pp. 155–170). UK: CAB International, Cambridge University Press.
- Van Aarle, I.M., Rouhier, H., & Saito, M. (2002). Phosphatase activities of arbuscular mycorrhizal intraradical and extraradical mycelium and their relation to phosphorus availability. *Mycol. Res.*, 106, 1224–1229.
- Van der Heijden, M.G.A., Bardgett, R.D., & Van Straalen, N.M. (2008). The unseen majority: Soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, 11, 296–310.
- Verbruggen, E., van der Heijden, M. G. A., Rillig, M. C., & Kiers, E. T. (2013). Mycorrhizal fungal establishment in agricultural soils: Factors determining inoculation success. *New Phytologist*, 197, 1104–1109.
- Vaast, P., Zasoski, R. J., & Bledsoe, C.S. (1996). Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculation at different soil P availabilities on growth and nutrient uptake of in vitro propagated coffee (*Coffea arabica* L.) plants. *Mycorrhiza*, 6(6), 493–497.
- Wahjar, A., Setiadi, Y., & Hastuti, T.R. (1998). Pengaruh dosis inokulum cendawan mikoriza asbuskular (*Gigaspora*) dan pupuk N terhadap pertumbuhan bibit kopi Arabika. *Buletin Agronomi*, 26(2), 1–7.

#### Lampiran 1. Sifat-sifat fisiko-kimia Latosol Pakuwon

##### Lampiran 1. Physico-chemical properties of Pakuwon latosol soil

| Parameter tanah                                             | Nilai  | Kategori <sup>*)</sup> |
|-------------------------------------------------------------|--------|------------------------|
| pH (H <sub>2</sub> O)                                       | : 5,1  | Masam                  |
| C-org (%)                                                   | : 2,0  | Rendah                 |
| N-total (%)                                                 | : 0,19 | Rendah                 |
| C/N ratio                                                   | : 10,7 | Rendah                 |
| P <sub>tsd</sub> Bray (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm) | : 2,72 | Sangat rendah          |
| Basa dapat ditukar (me/100g)                                |        |                        |
| - Ca                                                        | : 3,30 | Rendah                 |
| - Mg                                                        | : 1,76 | Sedang                 |
| - K                                                         | : 1,59 | Sedang                 |
| Al <sub>dd</sub> (cmol/kg)                                  | : 2,2  | -                      |
| Tekstur (%)                                                 |        |                        |
| Pasir                                                       | : 20,1 |                        |
| Liat                                                        | : 69,5 |                        |
| Debu                                                        | : 10,4 |                        |

Keterangan : <sup>\*)</sup> Kriteria penilaian hasil analisis tanah (Eviati & Sulaeman, 2009)

Notes : <sup>\*)</sup> Grade assessment of soil analysis result (Eviati & Sulaeman, 2009)

## POTENSI *Lecanicillium lecanii* UNTUK PENGENDALIAN *Helopeltis antonii* PADA TANAMAN TEH

### *Lecanicillium lecanii* POTENTIAL FOR CONTROLLING *Helopeltis antonii* IN TEA PLANT

\* Gusti Indriati, Samsudin, dan Widi Amaria

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar  
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia  
\* [gindriati@yahoo.co.id](mailto:gindriati@yahoo.co.id)

(Tanggal diterima: 2 April 2015, direvisi: 20 April 2015, disetujui terbit: 6 Juli 2014)

#### ABSTRAK

*Lecanicillium lecanii* merupakan jamur entomopatogen yang berpotensi untuk pengendali hama pengisap daun teh *Helopeltis antonii*. Penelitian bertujuan mengetahui potensi *L. lecanii* dalam mengendalikan *H. antonii* pada tanaman teh. Penelitian dilakukan di Laboratorium Proteksi Tanaman Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), mulai Januari sampai Oktober 2014. Pengujian terdiri atas uji infektivitas dan antifedansi *L. lecanii* terhadap nimfa *H. antonii* serta uji kompatibilitas dengan insektisida nabati secara *in vitro*, menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Uji infektivitas dan antifedansi dilakukan pada empat kerapatan, yaitu  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$ ,  $10^9$  konidia/ml dan kontrol. Setiap perlakuan uji infektivitas diulang empat kali dengan variabel pengamatan adalah mortalitas dan perkembangan nimfa, sedangkan uji antifedansi diulang sepuluh kali dengan variabel pengamatan adalah persentase pengurangan makan. Uji kompatibilitas dilakukan secara *in vitro* dengan serbuk *Piper retrofractum* (PR), *Tephrosia vogelii* (TV), dan *Annona squamosa* (AS), masing-masing 2,5%; 5,0%; 7,5%; dan kontrol, dan diulang empat kali. Hasil penelitian menunjukkan jamur *L. lecanii* mampu menginfeksi dan mematikan nimfa *H. antonii* sebesar 65% di laboratorium dan mengurangi makan sebesar 83,04%. Penambahan serbuk *A. squamosa* dan *T. vogelii* masing-masing 2,5%–7,5% tidak mempengaruhi pertumbuhan koloni *L. lecanii* pada media PDA, tetapi serbuk *P. retrofractum* dengan konsentrasi yang sama secara nyata menghambat pertumbuhan *L. lecanii*. Serbuk *A. squamosa* dan *T. vogelii* kompatibel dengan *L. lecanii*.

**Kata kunci:** Teh, *Helopeltis antonii*, *Lecanicillium lecanii*, entomopatogen, insektisida nabati

#### ABSTRACT

*Lecanicillium lecanii* is an entomopathogenic fungus that potential to control tea mosquito bug *Helopeltis antonii*. The research aimed to determine the potential of *L. lecanii* in controlling *H. antonii* in tea plant. The research was conducted at the Laboratory of Plant Protection, Indonesian Industrial and Beverages Crops Research Institute (IIBCRI) Sukabumi, from January to October 2014. The study consisted of infectivity and antifeedancy of *L. lecanii* on *H. antonii* nymph, as well as its *in vitro* compatibility with botanical insecticide, using completely randomized design (CRD). The infectivity and antifeedancy tests of *L. lecanii* on *H. antonii* nymph were carried out using 4 densities:  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$ ,  $10^9$  conidia/ml, and control. Each treatment of infectivity test was repeated 4 times with observed variables were mortality and development of nymphs. Meanwhile, antifeedancy test was repeated 10 times with the observed variable was percentage of feeding reduction. The *in vitro* compatibility test of *L. lecanii* was done by using *Piper retrofractum* (PR), *Tephrosia vogelii* (TV) and *Annona squamosa* (AS) powder with the concentration of 2.5%, 5.0%, 7.5%, respectively and control, which repeated 4 times. The results showed that *L. lecanii* capable to infect and kill *H. antonii* nymph at about 65% in laboratory and reduce feeding about 83.04%. Addition of *A. squamosa* and *T. vogelii* powder at 2.5%–7.5% concentration were not significantly affecting the growth of *L. lecanii* colonies on PDA media. On the other hand, addition of *P. retrofractum* powder with the same concentration was considerably inhibiting the growth of *L. lecanii*. This result demonstrates that *A. squamosa* and *T. vogelii* powder are compatible with *L. lecanii*.

**Keywords:** Tea, *Helopeltis antonii*, *Lecanicillium lecanii*, entomopathogen, botanical insecticide

## PENDAHULUAN

*Helopeltis* spp. (Hemiptera: Miridae) merupakan salah satu hama utama tanaman teh yang menyebar di Asia, Australia, dan Afrika (Sundararaju & Sundararaju Babu, 1999). Hama ini menyerang daun muda dan pucuk dengan cara menusukkan stiletnya untuk mengisap cairan sel daun dengan gejala berupa bercak-bercak nekrosis berwarna cokelat kehitaman. Beberapa spesies *Helopeltis* yang berasosiasi dengan tanaman teh, yaitu *H. anacardii* Miller, *H. antonii* Signoret, *H. bergrothi* Reuter, *H. bradyi* Waterhouse, *H. cinchonae* Mann, *H. clavifer* Walker, *H. cuneatus* Distant, *H. fasciaticollis* Poppius, *H. maynei* Ghesquiere, *H. orophila* Ghesquiere, *H. orophila lutea* Ghesquiere, *H. orophila rubida* Ghesquiere, *H. schoutedeni* Reuter, *H. sumatranus* Roephe, *H. theivora theobromae* Miller, dan *H. theivora* Waterhouse (Saha & Mukhopadhyay, 2013).

Menurut Atmadja (2012) *H. antonii* telah menjadi hama utama teh di Indonesia. Kehilangan hasil yang diakibatkan oleh serangan hama ini mencapai 40%, bahkan menurut Sukasman (1996) pada serangan berat dapat menimbulkan kerugian 50%–100%. Serangan *H. antonii* dapat menyebabkan kehilangan hasil 10%–50% dan *H. theivora* sekitar 80% (Roy, Mokhopadhyay, & Gurusubramanian, 2009; Debnath & Rudrapal, 2011; Shah *et al.*, 2014), sedangkan *H. schoutedeni* menyebabkan kerusakan mencapai 60% (Nyukuri *et al.*, 2013).

Pengendalian hama tanaman dalam pengelolaan hama terpadu (PHT) dilakukan dengan beberapa teknik pengendalian yang kompatibel dan dapat dikombinasikan agar diperoleh hasil maksimal. Menurut Islam & Omar (2012) dalam sistem PHT, pengendalian secara biologis dengan menggunakan jamur entomopatogen memegang peranan penting dalam mengurangi populasi hama dan penyakit tanaman secara berkelanjutan.

Jamur *L. lecanii* (= *Verticillium lecanii*) (Viegas) merupakan jamur entomopatogen yang potensial untuk dikembangkan sebagai bioinsektisida pengendali hama tanaman (Zare & Gams, 2001). Subramaniam, Babu, & Pradeepa (2010) melaporkan *L. lecanii* efektif mengendalikan larva trip pada tanaman teh *Scirtothrips bispinosus*. Proyogo (2011a) melaporkan *L. lecanii* efektif mengendalikan telur kepik cokelat *Riptortus linearis*. Balfour & Khan (2012) menyatakan *V. lecanii* dengan kerapatan  $1,95 \times 10^9$  cfu/ml mampu menurunkan populasi imago *Toxoptera citrida* sampai 95% dalam waktu 6 hari. Sementara itu hasil penelitian Putra, Hadiastono, Afandhi, & Prayogo (2013) menunjukkan *L. lecanii* dengan kerapatan  $10^8$  cfu/ml efektif mengendalikan imago *Bemisia tabaci* pada kedelai.

Upaya untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengendalian hama sangat dianjurkan dengan melakukan kombinasi beberapa teknik pengendalian (Purwar & Sachan, 2006). Hasil penelitian Prayogo (2011a; 2011b) menunjukkan penambahan insektisida nabati ke dalam media tumbuh jamur mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan jamur *L. lecanii*. Lebih lanjut disampaikan, dosis 50 g/l insektisida nabati serbuk biji srikaya (*Annona squamosa*) dan serbuk biji jarak pagar (*Jatropha curcas*) kompatibel dengan jamur *L. lecanii* sehingga mampu meningkatkan efikasi pengendalian telur kepik cokelat *R. linearis* pada kedelai. Hasil penelitian Halder *et al.* (2013) menunjukkan penambahan minyak mimba pada *V. lecanii* meningkatkan mortalitas *Phenococcus solenopsis*, *Aphis cracivora*, dan *Dysdercus erysimi* pada enam hari setelah aplikasi masing-masing 82,47%; 80,23%; 73,28%; sedangkan aplikasi hanya menggunakan *V. lecanii* menyebabkan mortalitas lebih rendah, yaitu 67,11%; 72,15%; dan 57,63%. Penelitian bertujuan mengetahui potensi *L. lecanii* untuk mengendalikan *H. antonii* dan kompatibilitasnya dengan insektisida nabati.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), mulai Januari sampai Oktober 2014. Serangga uji *H. antonii* diperbanyak di laboratorium pada pakan alternatif, yaitu buah mentimun (*Cucumis sativus*) sesuai metode Kilin & Atmadja (2000). Isolat jamur entomopatogen *L. lecanii* yang digunakan diperoleh dari laboratorium Patologi Serangga Institut Pertanian Bogor. Bahan insektisida nabati yang digunakan adalah buah cabai jawa *P. retrofractum* yang diperoleh dari Kebun Agro Widya Wisata Ilmiah Balittri, Pakuwon Sukabumi, Jawa Barat, biji srikaya *A. squamosa* diperoleh dari Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat, dan daun kacang babi *T. vogelii* diperoleh dari Kebun Gunung Putri, Cipanas, Jawa Barat. Penelitian terdiri atas: (1) uji infektivitas *L. lecanii* terhadap nimfa *H. antonii*, (2) uji aktivitas antifedansi *L. lecanii* terhadap nimfa *H. antonii*, dan (3) uji kompatibilitas *L. lecanii* dengan insektisida nabati secara *in vitro*.

### Perbanyakan *Lecanicillium lecanii* dan Pembuatan Bahan Insektisida Nabati

Isolat jamur *L. lecanii* ditumbuhkan pada media *potato dextrose agar* (PDA) dalam cawan petri berdiameter 9 cm dan diinkubasi pada suhu ruang selama 21 hari. Konidia yang terbentuk dikerok kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi air

10 ml, lalu dikocok menggunakan vortex selama 30 detik. Suspensi spora ini digunakan sebagai sumber inokulum. Media beras terlebih dahulu dicuci hingga bersih, kemudian dikukus selama  $\pm 15$  menit sampai agak lunak dan dikeringanginkan. Sebanyak 50 gram beras dimasukkan ke dalam kantong plastik tahan panas ukuran 250 gram, dan disterilkan dalam *autoclave* suhu 121 °C selama 15 menit. Setelah steril, suspensi konidia *L. lecanii* diinokulasikan ke media beras tersebut dan diinkubasi selama 21 hari (Prayogo, 2011b).

Bahan insektisida nabati dipersiapkan dengan cara: biji *A. squamosa* dikupas dan dibuang kulit bijinya untuk diambil daging bijinya, lalu dikeringudarkan selama 1 minggu, demikian juga dengan daun *T. vogelii* dan buah *P. retrofractum*. Setelah semua bahan insektisida nabati kering lalu digiling menggunakan blender, kemudian diayak menggunakan pengayak kawat kasa berjaln 0,5 mm hingga menjadi serbuk (Dadang, Isnaeni, & Ohsawa, 2007).

#### Uji Infektivitas *L. lecanii* terhadap Nimfa *H. antonii*

Pengujian infektivitas *L. lecanii* terhadap nimfa *H. antonii* dilakukan dengan rancangan acak kelompok (RAL), lima perlakuan yang terdiri dari kepadatan  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$ ,  $10^9$  konidia/ml, dan air steril ditambah tween-80 sebagai kontrol. Masing-masing perlakuan diulang empat kali. Pembuatan suspensi konidia *L. lecanii* dengan cara menumbuhkan *L. lecanii* pada media beras, setelah 21 hari diambil sebanyak 100 g lalu ditambah air steril 100 ml. Selanjutnya ditumbuk dengan mortal dan disaring dengan kain kasa nilon halus. Suspensi konidia yang lolos saringan ditambah 0,05% tween-80 dan vortex selama 30 detik (Prayogo, 2014). Kepadatan konidia dihitung dengan *haemocytometer* di bawah mikroskop hingga mendapatkan kepadatan sesuai perlakuan ( $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$ ,  $10^9$  konidia/ml). Sementara itu, *H. antonii* instar-3 ditempatkan pada tempat plastik berukuran tinggi 10 cm, diameter atas 8 cm, dan diameter bawah 5,5 cm, masing-masing dengan jumlah 10 nimfa, dan diberikan pakan mentimun. Suspensi konidia *L. lecanii* yang sudah dihitung kepadatan konidianya dan kontrol tanpa konidia selanjutnya diaplikasikan sebanyak 10 ml dengan cara disemprotkan menggunakan alat semprot tangan secara merata pada setiap nimfa *H. antonii* (Anggarawati, 2014). Pengamatan dilakukan setiap hari selama 5 hari. Variabel yang diamati adalah mortalitas nimfa akibat terinfeksi *L. lecanii*. Selama pengamatan berlangsung nimfa *H. antonii* tetap dipelihara dengan mengganti pakan setiap 2 hari sekali.

#### Uji Aktivitas Antifedansi *L. lecanii* Terhadap Nimfa *H. antonii*

Percobaan menggunakan RAL, lima perlakuan yang terdiri atas empat kepadatan *L. lecanii*, yaitu  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$ ,  $10^9$  konidia/ml, dan kontrol adalah air steril ditambah tween-80. Setiap perlakuan diulang sepuluh kali. Aplikasi *L. lecanii* dilakukan dengan cara suspensi konidia jamur disemprotkan pada pucuk teh daun pertama hingga daun ketiga lalu dikeringanginkan selama 5 menit. Setelah pucuk teh tersebut kering, dimasukkan ke dalam botol kaca berukuran tinggi 9,4 cm, diameter 6 cm yang berisi air, dan bertutupkan plastik, serta dilubangi bagian tengah tutup tersebut agar pucuk teh dapat dimasukkan ke dalam wadah. Selanjutnya botol kaca yang berisi pucuk teh dimasukkan ke dalam wadah plastik yang berukuran tinggi 25 cm, diameter atas 25 cm, dan diameter bawah 20,5 cm. Masing-masing wadah diinfestasikan satu nimfa instar ke-3 *H. antonii* yang diletakkan di permukaan pucuk daun teh, kemudian wadah plastik tersebut ditutup dengan kain kasa dan diinkubasi selama 24 jam. Pengamatan dilakukan terhadap gejala serangan pada daun, yaitu berupa spot/bercak yang dihitung pada daun teh ke-1, 2, dan 3. Persentase pengurangan makan dihitung dengan rumus sebagai berikut (Dutta, Reddy, & Borthakur, 2013):

$$AF = \frac{(sk - sp)}{sk} \times 100\%$$

Keterangan:

AF = persentase pengurangan makan

sk = jumlah spot/bintik pada kontrol

sp = jumlah spot/bintik pada perlakuan

#### Uji Kompatibilitas *L. lecanii* dengan Insektisida Nabati secara *in vitro*

Percobaan menggunakan RAL dengan perlakuan serbuk buah *P. retrofractum* (PR), serbuk daun *T. vogelii* (TV), dan serbuk biji *A. squamosa* (AS) masing-masing terdiri atas 2,5%, 5,0%, 7,5%, dan kontrol. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali. Insektisida nabati yang sudah dibuat menjadi serbuk, ditimbang sesuai perlakuan dan ditambahkan ke dalam media PDA (berat/volume) lalu disterilisasi di dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121 °C. Media tersebut kemudian dituang sebanyak 10 ml per cawan petri, dan dibiarkan hingga dingin. Biakan murni *L. lecanii* yang berumur 14 hari pada media PDA, dilubangi dengan bor berdiameter 10 mm kemudian dipindahkan ke bagian tengah cawan petri berisi media PDA yang mengandung insektisida nabati sesuai perlakuan. Pada perlakuan kontrol, berisi media PDA tanpa penambahan

insektisida nabati. Semua perlakuan diinkubasi pada suhu ruang (Amutha *et al.*, 2010; Prayogo, 2011b). Diameter pertumbuhan koloni jamur *L. lecanii* pada tiap cawan petri diukur setiap 48 jam setelah inokulasi dengan menggunakan penggaris sampai koloni pada kontrol menutupi seluruh permukaan cawan petri. Persentase penghambatan pertumbuhan jamur *L. lecanii* yang diaplikasikan insektisida nabati pada PDA dihitung dengan rumus berikut (Sundar *et al.*, 1995 cited in Sarkar *et al.*, 2010).

$$\text{Persentase penghambatan} = [(X - Y)/X] \times 100$$

Keterangan:

X = diameter pertumbuhan jamur yang tidak diberi perlakuan (kontrol)

Y = diameter pertumbuhan jamur yang diberi perlakuan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Infektivitas *L. lecanii* terhadap Nimfa *H. antonii*

Hasil penelitian menunjukkan pada hari pertama sampai hari ketiga setelah perlakuan jamur *L. lecanii* dengan kepadatan  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$ ,  $10^9$  konidia/ml menyebabkan mortalitas nimfa *H. antonii* masih kurang dari 50%. Tetapi hari keempat dan kelima setelah perlakuan terlihat bahwa kepadatan  $10^9$  konidia/ml, *L. lecanii* mampu mematikan 57,5% dan 65,0% *H. antonii* dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 1). Pada perlakuan kepadatan  $10^6$ ,  $10^7$ , dan  $10^8$  konidia/ml sampai pada akhir pengamatan (hari kelima), persentase mortalitas serangga *H. antonii* tidak berbeda nyata dengan nilai berturut-turut sebesar 32,5%, 35,0% dan 47,5%.

Jamur *L. lecanii* mampu menginfeksi nimfa *H. antonii* dicirikan dengan adanya hifa berwarna putih yang keluar pada ruas-ruas tungkai serangga yang mati. Hifa kemudian berkembang dan menutupi seluruh tubuh

serangga uji. Pada hari pertama setelah inokulasi, persentase mortalitas serangga tertinggi ditunjukkan dari perlakuan kepadatan konidia tertinggi ( $10^9$ /ml). Jumlah serangga yang mati meningkat sejalan dengan lamanya inkubasi. Pada hari kelima setelah inokulasi, mortalitas serangga tertinggi mencapai 65% dari perlakuan kepadatan konidia  $10^9$ /ml, berbeda nyata dengan perlakuan kepadatan konidia yang lebih rendah. Kematian *H. antonii* diduga karena toksin yang dihasilkan oleh *L. lecanii*, sebagaimana dilaporkan oleh Murakoshi *et al.* (2005). *L. lecanii* menghasilkan toksin *cyclosporin A*, *dipcolonic acid*, dan *hydroxycarboxylic acid* yang dapat mendegradasi dinding kutikula serangga.

### Aktivitas Antifedansi *L. lecanii* terhadap Nimfa *H. antonii*

Gejala serangan *H. antonii* pada daun teh ditandai dengan bercak-bercak nekrosis berwarna cokelat kehitaman. Perlakuan *L. lecanii* yang disemprotkan pada daun ke-1, ke-2 dan ke-3 berpengaruh terhadap jumlah bercak. Jumlah bercak daun yang diberi perlakuan memperlihatkan penurunan dibandingkan dengan kontrol (Gambar 1). Jumlah bercak daun ke-1 setelah diberi perlakuan kepadatan *L. lecanii*  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$ ,  $10^9$  konidia/ml dan kontrol berturut turut 28,3; 29,0; 34,1; 34,3; 39,4. Semakin tinggi kepadatan konidia *L. lecanii* yang disemprotkan pada daun teh semakin sedikit jumlah bercak yang ditimbulkan oleh serangan nimfa *H. antonii*. Jumlah bercak yang ditemukan pada daun ke-1 lebih tinggi dibandingkan daun ke-2 dan ke-3. Menurut Nyukuri, Kirui, Wanjala, Ogema, & Cheramgoi (2013), *H. theivora* lebih menyukai bagian pucuk terutama daun ke-1 dan ke-2, kemudian tunas, dan daun ke-3, sedangkan menurut Bhuyan & Battacharyya (2006), *H. theivora* lebih menyukai daun ke-2 dibandingkan daun ke-1, ke-3, dan batang tanaman teh.

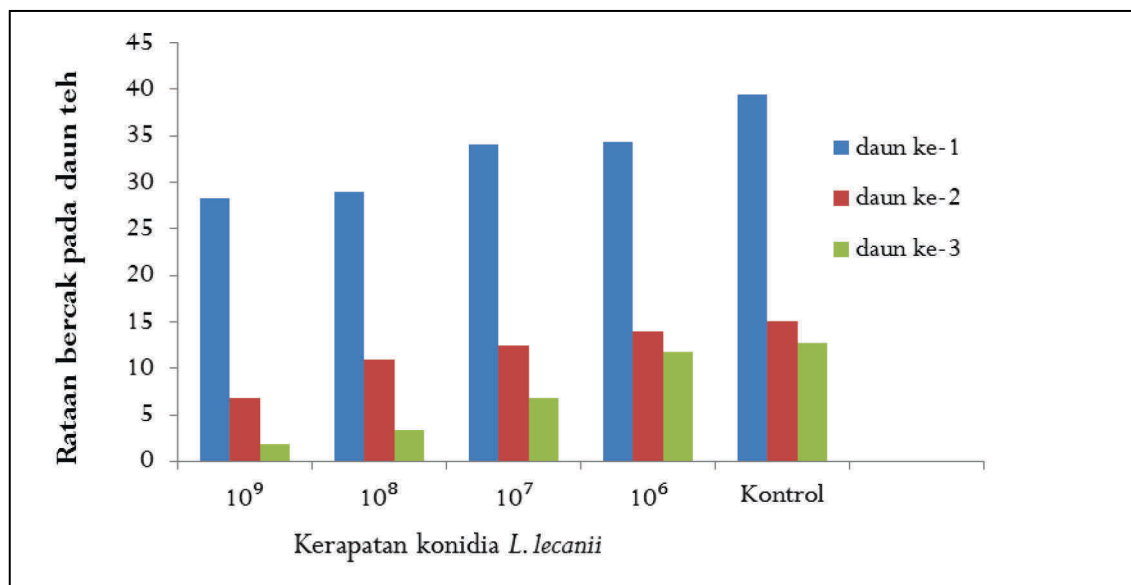
Tabel 1. Pengaruh kepadatan konidia *Lecanicillium lecanii* terhadap mortalitas nimfa *Helopeltis antonii*

Table 1. Effect of conidia density of *Lecanicillium lecanii* on the percentage of cumulative mortality of *Helopeltis antonii* nymphs

| Kepadatan konidia (/mL) | Mortalitas (%) pada hari setelah perlakuan (HSP) |         |        |        |        |
|-------------------------|--------------------------------------------------|---------|--------|--------|--------|
|                         | 1                                                | 2       | 3      | 4      | 5      |
| $10^9$                  | 22,5 a                                           | 42,5 a  | 47,5 a | 57,5 a | 65,0 a |
| $10^8$                  | 7,5 b                                            | 22,5 ab | 32,5 a | 37,5 b | 47,5 b |
| $10^7$                  | 7,5 b                                            | 22,5 ab | 32,5 a | 35,0 b | 35,0 b |
| $10^6$                  | 5,0 b                                            | 20,0 ab | 32,5 a | 32,5 b | 32,5 b |
| Kontrol                 | 0 b                                              | 2,5 b   | 7,0 b  | 10,0 c | 10,0 c |

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

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



Gambar 1. Pengaruh kerapatan konidia *Lecanicillium lecanii* terhadap jumlah bercak nekrosis pada daun teh  
Figure 1. Effect of conidia density of *Lecanicillium lecanii* on the amount of necrotic spots

Tabel 2. Persentase pengurangan makan nimfa *Helopeltis antonii*

Table 2. The percentage of feeding reduction on *Helopeltis antonii* nymph

| Kerapatan konidia<br>(/ml) | Pengurangan makan nimfa <i>H. antonii</i> (%)<br>pada daun teh ke |         |         |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------|---------|
|                            | 1                                                                 | 2       | 3       |
| 10 <sup>6</sup>            | 12,94 b                                                           | 7,33 d  | 7,09 d  |
| 10 <sup>7</sup>            | 13,45 b                                                           | 16,67 c | 46,46 c |
| 10 <sup>8</sup>            | 26,40 a                                                           | 26,67 b | 73,23 b |
| 10 <sup>9</sup>            | 28,17 a                                                           | 54,67 a | 83,04 a |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut DMRT taraf 5%  
Notes : Numbers followed by the same letters in same column and application are not significantly different according to DMRT at 5% levels

Perbedaan jumlah bercak pada daun teh menunjukkan adanya pengurangan makan (antifedansi) *H. antonii* akibat dari aplikasi *L. lecanii*. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi kerapatan konidia *L. lecanii* yang diaplikasikan semakin besar persentase penurunan makan dari nimfa *H. antonii*. Kerapatan *L. lecanii* 10<sup>9</sup> konidia/ml mampu mengurangi makan *H. antonii* sebesar 28,17% pada daun ke-1, 54,67% pada daun ke-2, dan 83,04% pada daun ke-3 dengan jumlah bercak terendah dibandingkan dengan kerapatan konidia lainnya. Hasil ini menunjukkan *L. lecanii* memiliki kemampuan untuk mencegah/mengurangi makan dari nimfa *H. antonii*.

#### Kompatibilitas *L. lecanii* dengan Insektisida Nabati

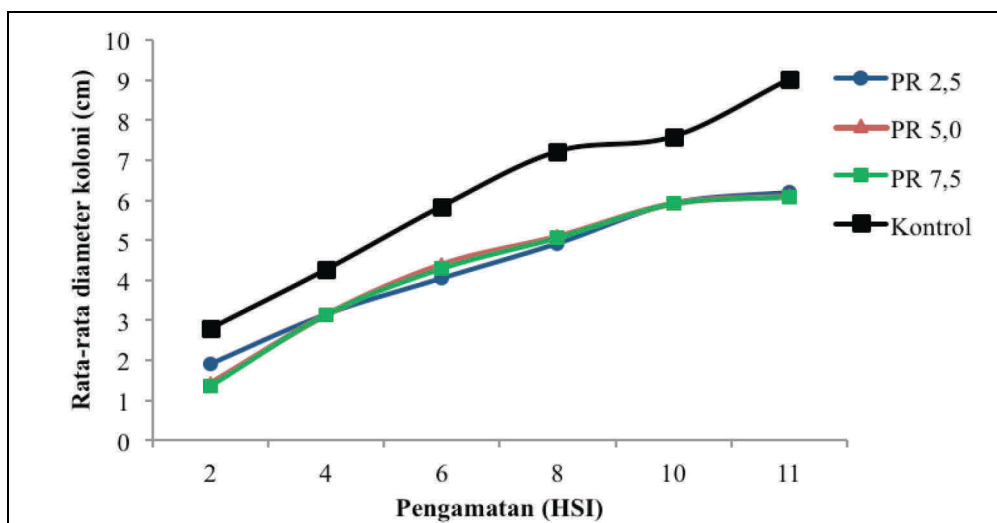
Koloni jamur entomopatogen *L. lecanii* yang tidak diberi perlakuan insektisida nabati (kontrol)

tumbuh menutupi seluruh permukaan cawan petri dalam waktu 11 hari setelah inokulasi (HSI). Penambahan serbuk *P. retrofractum* (PR) dengan dosis 2,5%, 5,0%, dan 7,5% secara nyata dapat menghambat perkembangan jamur *L. lecanii* pada media PDA dibandingkan kontrol (Gambar 2). Pertumbuhan koloni *L. lecanii* sejak pengamatan 2 HSI sampai 11 HSI tertekan dan rata-rata diameter koloninya di bawah kontrol. Hal ini mengindikasikan adanya fungsi anti jamur dari serbuk *P. retrofractum* sehingga bahan ini tidak dapat diintegrasikan untuk mengendalikan *H. antonii* karena tidak kompatibel.

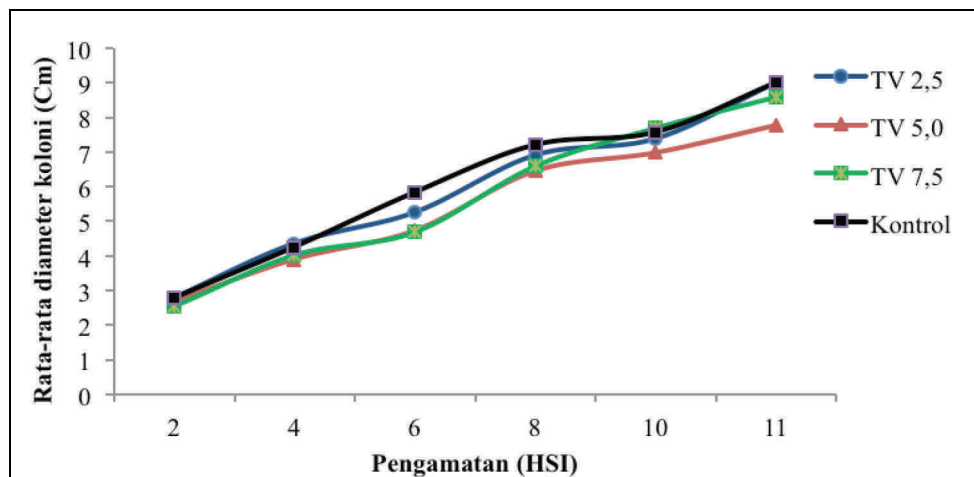
Penambahan serbuk daun *T. vogelii* (TV) dengan dosis 2,5%, 5,0%, dan 7,5% pada media PDA terlihat tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan perkembangan jamur entomopatogen *L. lecanii*. Hasil pengamatan pertama dan kedua pertumbuhan koloni *L. lecanii* sama dengan kontrol.

Meskipun pengamatan selanjutnya terlihat ada sedikit penghambatan pertumbuhan *L. lecanii*, akan tetapi tidak secara nyata berbeda dengan pertumbuhan pada kontrol (Gambar 3). Hasil ini mengindikasikan bahwa *T. vogelii* kompatibel dengan *L. lecanii* dan dapat diaplikasikan bersamaan untuk mengendalikan *H. antonii* pada teh. Demikian pula penambahan serbuk *A. squamosa* (AS) tidak mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan *L. lecanii* pada media PDA (Gambar 4). Kompatibilitas *T. vogelii* dan *A. squamosa* dengan *L. lecanii* yang mempunyai potensi menyebabkan mortalitas tinggi serangga hama diteliti oleh Risnawati (2013), ekstrak etil asetat daun *T. vogelii* konsentrasi 0,19% menyebabkan mortalitas larva *Crociodolomia pavonana*

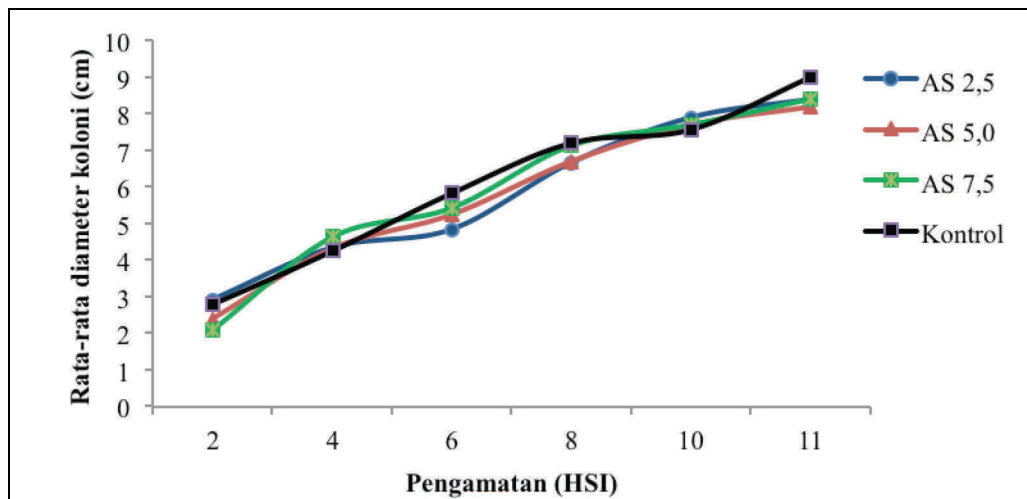
98,67% dan ekstrak metanol *A. squamosa* dengan konsentrasi 0,02% mengakibatkan mortalitas larva *C. pavonana* sebesar 88% pada 48 jam setelah perlakuan. Hal ini disebabkan sifat insektisida daun *T. vogelii* yang mengandung rotenoid, termasuk rotenon, tefrosin, dan deguelin (Delfel *et al.*, 1970; Lambert *et al.*, 1993). Ekstrak biji srikaya dilaporkan aktif terhadap berbagai jenis serangga pemakan daun dan pengisap cairan tanaman (Grange & Ahmed, 1988), sedangkan sifat insektisida *A. squamosa* adalah mengandung senyawa golongan asetogenin, terutama asimisin dan squamosin (Ohsawa, Kato, & Manuwoto, 1994; Zafra-Polo *et al.*, 1996).



Gambar 2. Pertumbuhan koloni *Lecanicillium lecanii* pada PDA yang ditambah serbuk *Piper retrofractum* (PR)  
Figure 2. The growth of *Lecanicillium lecanii* colony on PDA with the addition of *Piper retrofractum* (PR) powder



Gambar 3. Pertumbuhan koloni *Lecanicillium lecanii* pada PDA yang ditambah serbuk *Tephrosia vogelii* (TV)  
Figure 3. The growth of *Lecanicillium lecanii* colony on PDA with the addition of *Tephrosia vogelii* (TV) powder



Gambar 4. Pertumbuhan koloni *Lecanicillium lecanii* pada PDA yang ditambah serbuk *Annona squamosa* (AS)  
Figure 4. The growth of *Lecanicillium lecanii* colony on PDA with the addition of *Annona squamosa* (AS) powder

Hasil penelitian Sahayaraj, Namasivayam, & Rathi (2011) menunjukkan ekstrak etanol *A. squamosa* kompatibel dengan 3 jenis jamur entomopatogen, yaitu *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosorosea*, dan *L. lecanii*. Bahkan Prayogo (2011b) melaporkan penambahan serbuk daun *Aglaia odorata* (pacar cina), biji *Annona squamosa* (srikaya), dan biji *Jatropha curcas* (jarak pagar) mampu meningkatkan pertumbuhan jamur entomopatogen *L. lecanii* dan yang terbaik adalah penambahan 50 g/l serbuk biji *A. squamosa*.

### KESIMPULAN

Jamur *L. lecanii* mampu menginfeksi dan mematikan nimfa *H. antonii* di laboratorium. Perlakuan kerapatan  $10^9$  konidia/ml mampu mematikan 65% nimfa dan mengurangi makan sebesar 83,04%. Serbuk *A. squamosa* dan *T. vogelii* dengan dosis 2,5%–7,5% kompatibel dengan *L. lecanii* pada media PDA, akan tetapi serbuk *P. retrofractum* dengan konsentrasi yang sama bersifat antagonis dan dapat menghambat pertumbuhan *L. lecanii*. Serbuk *A. squamosa* dan *T. vogelii* kompatibel dengan *L. lecanii*.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Sumantri dan Euis yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian di laboratorium.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amutha, M., Banu, G., Suruliveru, T., & Gopalakrishnan, N. (2010). Effect of commonly used insecticides on the growth of white muscardin fungus, *Beauveria bassiana* under laboratory conditions. *Journal of Biopesticides*, 3(1), 143–146.
- Anggarawati, S.H. (2014). *Upaya pengendalian hayati Helopeltis sp., Hama penting tanaman Acacia crassicarpa dengan cendawan Beauveria bassiana dan Lecanicillium lecanii* (Tesis, Institut Pertanian Bogor, Bogor).
- Atmadja, W.R. (2012). Pengendalian terpadu *Helopeltis* tanaman perkebunan. *Sirkuler Teknologi Tanaman Rempah dan Obat* (p. 25).
- Bhuyan, M., & Bhattacharyya, P.R. (2006). Feeding and oviposition preference of *Helopeltis theivora* (Hemiptera: Miridae) on tea in Northeast India. *Insect Science*, 13, 485–488.
- Balfour, A., & Khan, A. (2012). Effect of *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas on *Toxoptera citricida* Kirkaldy (Homoptera: Aphididae) and its parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* Cresson (Hymenoptera: Braconidae). *Plant Protection Sci.*, 48(3), 123–130.
- Dadang, Isaeni, N., & Ohsawa, K. (2007). Ketahanan dan pengaruh fitotoksik campuran ekstrak *Piper retrofractum* dan *Annona squamosa* pada pengujian semi lapang. *J. HPT Tropika*, 7(2), 91–99.
- Debnath, M., & Rudrapal, M. (2011). Tea mosquito bug *Helopeltis theivora* Waterhouse: A threat for tea plantation in North East India. *Asian Journal of Biochemical and Pharmaceutical Research*, 4(1), 70–73.
- Delfel, N.E., Tallent, W.H., Carlson, D.G., & Wolff, I.A. (1970). Distribution of rotenone and deguelin in *Tephrosia vogelii* and separation of rotenoid-rich fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 18, 385–390.

- Dutta, P., Reddy, S.G.E., & Borthakur, B.K. (2013). Effect of neem kernel aqueous extract (NKA) in tea mosquito bug *Helopeltis theivora* (Waterhouse, 1886) (Heteroptera: Miridae). *Mun. Ent. Zool.*, 8(1), 213–218.
- Grange, M., & Ahmed, S. (1988). *Handbook of plants with pest control properties*. New York: J. Wiley.
- Halder, J., Rai, A.B., & Kondandaram, M.N. (2013). Compatibility of neem oil and different entomopathogens for the management of major vegetable sucking pests. *Natl. Acad. Sci. Lett.*, 36(1), 19–25.
- Islam, M.T., & Omar, D.B. (2012). Combined effect of *Beauveria bassiana* with neem on virulence of insect in case of two application approaches. *The Journal of Animal & Plant Science*, 22(1), 77–82.
- Kilin, D., & Atmadja, W.R. (2000). Perbanyak serangga *Helopeltis antonii* SIGN. pada buah ketimun dan pucuk jambu mete. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 5(4), 119–122.
- Lambert, N., Trouslot, M.F., Campa, C.N., & Chrestin, H. 1993. Production of rotenoids by heterotrophic and photomixotrophic cell cultures of *Tephrosia vogelii*. *Phytochemistry*, 34, 1515–1520.
- Murakoshi, S., Ichino, M., Suzuki, A., Kanaoka, M., Isogai, A., & Tamura, A. (2005). Presence of toxic substance in fungus bodies of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Verticillium lecanii*. *Appl. Entomol. Zool.*, 13(2), 97–102.
- Nyukuri, R.W., Kirui, S.C., Wanjala, F.M.E., Ogema, V., & Cheramgoi, E. (2013). Effect of varying population and feeding preference of *Helopeltis schoutedeni* Reuter (Hemiptera: Miridae) on parts of tea shoot (*Camellia sinensis* Kuntze) in Kenya. *Peak Journal of Food Science and Technology*, 1(1), 1–5.
- Ohsawa, K., Kato, S., & Manuwoto, S. (1994). Bioactive substances in tropical plant. In Sanchess, F. F., & Ohsawa, K. (Eds). *Natural bioactive substances in tropical plants* (pp. 65–72). NODIA Center for International Program. Tokyo University of Agriculture.
- Prayogo, Y. (2011a). Isolat virulen cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* sebagai bioinsektisida untuk pengendalian telur kepik coklat *Riptortus linearis* (F.) pada kedelai. *Buletin Palawija*, 21, 39–54.
- Prayogo, Y. (2011b). Sinergisme cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* dengan insektisida nabati untuk meningkatkan efikasi pengendalian telur kepik coklat *Riptortus linearis* pada kedelai. *J. HPT.*, 11(2), 166–177.
- Prayogo, Y. (2014). Efikasi cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* terhadap *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) pada kedelai. *J. HPT Tropika*, 14(2), 187–200.
- Purwar, J.P., & Sachan, G.C. (2006). Synergistic effect of entomogenous fungi on some insecticides against Biharhairy caterpillar *Spilarctia obliqua* (Lepidoptera: Arctiidae). *Microbiol Res.*, 161(1), 38–42.
- Putra, G.M., Hadiastono, T., Afandhi, A. & Proyogo, Y. (2013). Patogenisitas jamur entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Deutromycotina: Hyphomycetes) terhadap *Bemisia tabaci* (G.) sebagai vektor virus cowpea mild mottle virus (CMMV) pada tanaman kedelai. *Jurnal HPT*, 1(1), 27–39.
- Risnawati. (2013). *Aktivitas biologi campuran ekstrak Tephrosia vogelii dan Annona squamosa terhadap Crocidolomia pavonana*. (Tesis, Institut Pertanian Bogor, Bogor).
- Roy, S., Mokhopadhyay, A., & Gurusubramanian, G. (2009). Sensitivity of the tea mosquito bug (*Helopeltis theivora* Waterhouse), to commonly used insecticides in 2007 in Dooars Tea Plantation, India and implication for control. *J. Agric & Environ. Sci*, 6(2), 244–251.
- Saha, D., & Mukhopadhyay, A. (2013). Insecticide resistance mechanisms in three sucking insect pests of tea with reference to North-East India: an appraisal. *International Journal of Tropical Insect Science*, 33(1), 46–70.
- Sahayaraj, K., Namasivayam, S.K.R., & Rathi, J.M. (2011). Compatibility of entomopathogenic fungi with extracts of plants and commercial botanicals. *African Journal of Biotechnology*, 10(6), 933–938.
- Sukasman. (1996). Pengujian pohon lamtoro tahan kutu (Hantu) sebagai sarana pengendalian hayati *Helopeltis antonii* pada teh sekaligus meningkatkan keuntungan 400 kali lebih bagi perkebunan. *Prosiding Seminar Sehari Alternatif Pengendalian Ilmu Teh Secara Hayati Pusat Penelitian Teh dan Kina, Gambung* (pp. 22–27). Bandung, 5 Desember 1996.
- Sarkar, S., Narayanan, P., Divakaran, A., Balamurugan, A., & Premkumar, R. (2010). The in vitro effect of certain fungicides, insecticides, and biopesticides on mycelial growth in the biocontrol fungus *Trichoderma harzianum*. *Turk J. Biol.*, 34, 399–403.
- Shah, S., Yadav, R.N.S., & Borua, P.K. (2014). Biochemical defence mechanism in *Camellia sinensis* against *Helopeltis theivora*. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4(3), 246–253.
- Subramaniam, M.S.R., Babu, A., & Pradeepa, N. (2010). A new report of the entomopathogen, *Lecanicillium lecanii* infecting larvae of the tea thrips, *Scirtothripsbi spinosus* (Bagnall). *Journal of Biosci. Res.*, 1(3), 146–148.
- Sundararaju, D., & Sundararaju Babu, P.C. (1999). *Helopeltis* spp. (Heteroptera: Miridae) and their management in tea plantation and horticultural crops of India. *J. Plant Crops*, 27(1), 55–74.
- Zafra-Polo, M.C., Gonzales, M.C., Estornell, E., Sahnaz, S., & Cortez, D. (1996). Acetogenins from Annonaceae inhibitor of mitochondrial complex I. *Phytochemistry*, 42(2), 253–271.
- Zare, R., & Gams, W. (2001). A revision of *Verticillium* sect. Prostata IV. The genera *Lecanicillium* and *Simplicillium* gen. *Nova Hedwigia*, 73, 1–50.

## PENGARUH PEMUPUKAN TERHADAP PERTUMBUHAN, HASIL DAN KUALITAS BIJI EMPAT KLON KOPI ROBUSTA DI TANAH PODSOLIK MERAH KUNING, LAMPUNG UTARA

### *EFFECT OF FERTILIZER ON GROWTH, YIELD, AND BEAN QUALITY OF FOUR ROBUSTA COFFEE CLONES CULTIVATED IN RED-YELLOW PODZOLIC SOIL TYPE, NORTH LAMPUNG*

\* Rusli, Sakiroh, dan Edi Wardiana

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

\* [rusli\\_balittri@yahoo.com](mailto:rusli_balittri@yahoo.com)

(Tanggal diterima: 14 April 2015, direvisi: 5 Mei 2015, disetujui terbit: 15 Juli 2015)

#### ABSTRAK

Rekomendasi pemupukan tanaman kopi Robusta yang tersedia sekarang ini hanyalah bersifat umum, padahal jenis dan jumlah pupuk yang dibutuhkan tanaman kopi Robusta sangat tergantung pada kondisi lingkungan, jenis klon, dan umur tanaman. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh kombinasi dosis pupuk urea, SP36, dan KCl terhadap komponen pertumbuhan, hasil, dan kualitas biji empat klon kopi Robusta pada tanah Podsolik Merah Kuning (PMK), Lampung Utara. Penelitian dilakukan di KP. Cahaya Negeri, Lampung Utara, pada ketinggian tempat 250 m dpl dengan jenis tanah PMK dan tipe iklim C (Oldemand), mulai Oktober 2011 sampai Juni 2014. Rancangan yang digunakan adalah petak terpisah dengan 4 ulangan. Sebagai petak utama adalah 4 klon kopi Robusta, yaitu ( $K_1$ ) = BP 42; ( $K_2$ ) = BP 409; ( $K_3$ ) = BP 936; dan ( $K_4$ ) = BP 939, sedangkan sebagai anak petak adalah 4 kombinasi dosis pupuk urea, SP36, dan KCl, yaitu ( $P_1$ ) = 30:20:20 g/pohon; ( $P_2$ ) = 40:30:30 g/pohon; ( $P_3$ ) = 50:40:40 g/pohon; dan ( $P_4$ ) = 60:50:50 g/pohon. Hasil penelitian menunjukkan keempat klon kopi Robusta (BP 42, BP 409, BP 936, dan BP 939) yang ditanam pada tanah PMK, KP. Cahaya Negeri, Lampung Utara, memiliki respons yang sama terhadap kombinasi dosis pupuk urea, SP36, dan KCl. Untuk keempat klon tersebut, dosis pupuk urea, SP36, dan KCl masing-masing sebanyak 50, 40, dan 40 g/pohon merupakan dosis optimal dan cukup efisien bagi pertumbuhan dan hasil buah sampai umur 2,5 tahun. Namun demikian, dosis tersebut masih belum mampu untuk meningkatkan kualitas biji kopi.

**Kata kunci:** Kopi Robusta, podsolik merah kuning, pemupukan

#### ABSTRACT

Recommendation of Robusta coffee fertilizer that available until now is only in general. In fact, the type and amount of fertilizer needed is highly dependent on environmental conditions, clones, and plant age. The study aimed to investigate the effect of combination doses of urea, SP36, and KCl fertilizer on growth, yield, and bean quality of four Robusta coffee clones cultivated in red-yellow podzolic soil type (PMK), North Lampung. The study was conducted at KP. Cahaya Negeri, North Lampung, with the altitude of 250 m above sea level, PMK soil type and climate type of C (Oldemand), from October 2011 to June 2014. The research was arranged in split plot design with four replications. The main plot was four Robusta coffee clones i.e. ( $K_1$ ) = BP 42; ( $K_2$ ) = BP 409; ( $K_3$ ) = BP 936; and ( $K_4$ ) = BP 939, while the subplot was four combination doses of urea, SP36, and KCl i.e. ( $P_1$ ) = 30:20:20 g/tree; ( $P_2$ ) = 40:30:30 g/tree; ( $P_3$ ) = 50:40:40 g/tree; and ( $P_4$ ) = 60:50:50 g/tree. The results showed that four Robusta coffee clones (BP 42, BP 409, BP 936, and BP 939) cultivated in PMK soil type, KP. Cahaya Negeri, North Lampung, had the same response to combination doses of urea, SP36 and KCl fertilizer. The combination doses of urea, SP36, and KCl of 50, 40, and 40 g/tree, respectively were optimal and efficient for growth and yield of those four clones until 2.5 years old. However, the dose has not yet been able to improve the quality of coffee beans.

**Keywords:** Robusta coffee, red-yellow podzolic, fertilizer

## PENDAHULUAN

Kopi Robusta (*Coffea canephora*) merupakan salah satu jenis kopi yang umumnya dibudidayakan oleh petani di daerah dataran rendah (< 700 m dpl) karena relatif lebih tahan terhadap serangan penyakit karat daun bila dibandingkan dengan kopi jenis Arabika (*Coffea arabica*). Menurut para petani, keunggulan lainnya adalah pemeliharaan kopi jenis Robusta dianggap lebih mudah dan sederhana atau tidak terlalu rumit (Risandewi, 2013). Daerah Provinsi Lampung, termasuk juga di dalamnya Kabupaten Lampung Utara, merupakan salah satu daerah sentra produksi kopi nasional yang sebagian besar petaninya membudidayakan kopi dari jenis Robusta.

Jenis tanah yang banyak ditemukan di daerah Lampung Utara adalah jenis Podsolik Merah Kuning (PMK). PMK merupakan bagian dari tanah Ultisol yang terbentuk karena curah hujan tinggi dan suhu rendah. Tanah PMK berwarna merah sampai kuning dengan tingkat kesuburan dan pH relatif rendah. Oleh karena itu, upaya peningkatan kesuburan tanah PMK melalui kegiatan pemupukan mutlak diperlukan agar pertumbuhan dan hasil tanaman menjadi optimal. Menurut Hafif, Prastowo, & Prawiradipura (2014), salah satu penyebab belum optimalnya produksi kopi Robusta yang diusahakan di daerah Lampung adalah karena tidak dilakukan pemupukan yang semestinya, walaupun telah tersedia rekomendasi pemupukan untuk kopi Robusta.

Rekomendasi pemupukan kopi Robusta yang telah dikeluarkan oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia [Puslitkoka] (2006) merupakan rekomendasi yang sifatnya umum. Secara teoritis, jenis dan jumlah pupuk yang dibutuhkan oleh setiap jenis tanaman, termasuk di dalamnya untuk tanaman kopi, sangatlah tergantung pada beberapa faktor penting seperti: karakteristik dan atau kondisi lingkungan setempat, varietas/klon yang digunakan, umur tanaman, serta manajemen kebun (Wairegi & Van Asten, 2012; Martins, Machado, Tomas, & Amaral, 2014). Jenis dan jumlah pupuk yang diberikan ke dalam tanah akan berinteraksi dengan unsur-unsur hara yang ada dalam tanah sehingga akan berpengaruh terhadap ketersediaannya bagi tanaman. Prastowo (2013) mengemukakan perbedaan unsur-unsur hara dalam tanah, perbedaan karakteristik tanah, tingkat kemasaman, dan suhu tanah menjadi penyebab utama terjadinya interaksi antar hara. Interaksi antar hara bisa bersifat sinergis maupun antagonis, dan interaksi yang bersifat antagonis berisiko tidak baik untuk proses ketersediaannya bagi tanaman.

Pada tanaman kopi Robusta terdapat beberapa klon anjuran dengan nama inisial BP (*Besoeiksch Proefstation*) seperti BP 436, BP 409, BP 534, BP 936, BP 939, BP 42, BP 488, BP 254, BP 358, BP 410, dan BP 308 yang sudah banyak tersebar di Indonesia. Klon-klon tersebut merupakan klon generasi kesatu sampai ketiga hasil pemuliaan yang telah dilakukan oleh Puslitkoka, dan sebagai tetua yang digunakannya merupakan hasil introduksi dari daerah Congo (Baon, 2011). Selain berbeda dalam faktor genetik, klon-klon tersebut memiliki perbedaan pula dalam karakteristik morfologi dan fisiologinya. Perbedaan-perbedaan tersebut diduga akan menyebabkan perbedaan pula dalam hal responsnya terhadap beragam faktor budidaya, termasuk di dalamnya jenis dan dosis pemupukan. Hal ini telah dibuktikan oleh beberapa hasil penelitian yang menganalisis tentang efisiensi serapan hara P dan N pada beberapa klon kopi Robusta (Martins, Tomas, Amaral, Braganca, & Martinez, 2013; Martins *et al.*, 2013; Colodetti, Rodrigues, Martins, & Tomaz, 2014). Berdasarkan pada pernyataan-pernyataan di atas maka perlu diketahui jenis dan dosis pupuk yang optimal dan efisien untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil dari beberapa klon kopi Robusta dengan nama inisial BP. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh kombinasi dosis pupuk urea, SP36, dan KCl terhadap komponen pertumbuhan, hasil, dan kualitas biji empat klon kopi Robusta yang ditanam pada tanah PMK di Lampung Utara.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan (KP) Cahaya Negeri, Lampung Utara, pada ketinggian tempat 250 m dpl dengan jenis tanah Podsolik Merah Kuning (PMK) dan tipe iklim C (Oldeman), mulai Oktober 2011 sampai Juni 2014. Empat klon kopi Robusta asal Puslitkoka (klon BP 42, BP 409, BP 936, dan BP 939) umur 6 bulan dari hasil perbanyakan dengan setek berakar ditanam pada bulan Oktober 2011 dengan jarak tanam 3 x 2,5 m di bawah pohon penayang dadap yang telah berumur di atas 10 tahun.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah petak terpisah (*split plot design*) dengan empat ulangan. Sebagai petak utama adalah 4 klon kopi Robusta, yaitu ( $K_1$ ) = BP 42; ( $K_2$ ) = BP 409; ( $K_3$ ) = BP 936; dan ( $K_4$ ) = BP 939. Keempat klon tersebut dianjurkan untuk ditanam secara poliklonal karena sifatnya yang menyerbuk silang. Di samping itu, klon-klon tersebut merupakan klon yang direkomendasikan untuk dikembangkan dalam skala luas sehingga sudah banyak tersebar di Indonesia (Baon, 2011).

Tabel 1. Rekomendasi dosis pemupukan untuk tanaman kopi  
Table 1. Recommendation of fertilizer dose for coffee plant

| Jenis Pupuk        | Umur tanaman (tahun) |    |    |
|--------------------|----------------------|----|----|
|                    | 1                    | 2  | 3  |
| Urea (g/pohon)     | 20                   | 50 | 75 |
| SP36 (g/pohon)     | 25                   | 40 | 50 |
| KCl (g/pohon)      | 15                   | 40 | 50 |
| Kieserit (g/pohon) | 10                   | 15 | 25 |

Sumber / Source: Puslitkoka (2006)

Selanjutnya, sebagai anak petak adalah 4 kombinasi dosis pupuk urea, SP36, dan KCl, yaitu ( $P_1$ ) = 30:20:20 g/pohon; ( $P_2$ ) = 40:30:30 g/pohon; ( $P_3$ ) = 50:40:40 g/pohon; dan ( $P_4$ ) = 60:50:50 g/pohon. Dosis perlakuan ini didasari oleh dosis pemupukan rekomendasi umum yang telah dikeluarkan oleh Puslitkoka (2006) dengan sedikit modifikasi (Tabel 1). Perlakuan kombinasi pupuk urea, SP36, dan KCl masing-masing diaplikasikan dua kali dalam satu tahun, yaitu setiap bulan Nopember dan Mei mulai tahun 2011 sampai 2014, sedangkan satu bulan sebelumnya (Oktober 2011) bersamaan dengan saat tanam kopi diberikan pupuk dasar berupa pupuk kandang sapi sebanyak 5 kg/pohon. Setiap petak percobaan terdiri dari 12 tanaman sehingga jumlah seluruhnya sebanyak 768 tanaman.

Pengamatan dilakukan pada umur 2,5 tahun setelah tanam (Juni 2014) terhadap 12 peubah (7 peubah komponen pertumbuhan, 2 peubah komponen hasil, dan 3 peubah komponen kualitas hasil biji) sebagai berikut:

- A. Komponen pertumbuhan:
  - (1) tinggi tanaman; diukur dari permukaan tanah sampai ujung/pucuk daun teratas
  - (2) diameter batang; diukur 5 cm dari permukaan tanah
  - (3) jumlah cabang primer/pohon; dihitung semua cabang primer yang ada dan tumbuh normal
  - (4) jumlah cabang buah/pohon; dihitung jumlah cabang primer yang menghasilkan buah
  - (5) panjang cabang primer; diukur dari 3 contoh cabang primer mulai dari paling bawah
  - (6) jumlah ruas/cabang primer; dihitung dari 3 contoh cabang primer
  - (7) jumlah dompolan/cabang primer; dihitung banyaknya dompolan buah dan bunga dari 3 contoh cabang primer.
- B. Komponen hasil:
  - (8) jumlah buah/cabang primer; dihitung jumlah buah pada 3 contoh cabang primer
  - (9) bobot buah panen/pohon; dihitung bobot buah hasil dari 2 kali panen
- C. Komponen kualitas biji:

- (10) bobot 100 biji segar; diukur dari 100 biji komposit hasil dari 2 kali panen
- (11) bobot 100 biji kering; diukur dari 100 biji segar yang dikeringkan di bawah sinar matahari secara langsung
- (12) persentase bobot biji kering; merupakan persentase dari bobot 100 biji kering terhadap bobot 100 biji segar.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan sidik ragam, dilanjutkan dengan uji beda rata-rata menggunakan metode Beda Nyata Jujur/BNJ (*Honestly Significant Different/HSD*) pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Respons Empat Klon Kopi Robusta terhadap Dosis Pupuk Urea, SP36, dan KCl

Berdasarkan pada hasil analisis ragam dapat diketahui bahwa tidak terjadi efek interaksi yang nyata antara jenis klon dengan dosis pemupukan pada semua peubah komponen pertumbuhan dan hasil yang diamati. Tidak adanya efek interaksi yang nyata antara jenis klon dengan kombinasi dosis pemupukan anorganik (Urea, SP36, dan KCl) mengindikasikan keempat klon kopi Robusta yang diuji memiliki respons sama terhadap kombinasi dosis pupuk tersebut. Dengan kata lain, dapat dikemukakan setiap adanya perubahan (penurunan maupun peningkatan) dosis dari ketiga jenis pupuk yang dicoba akan berdampak sama atau sejalan terhadap pertumbuhan dan hasil dari keempat jenis klon kopi yang diuji.

Adanya persamaan respons ini diduga karena persamaan materi genetik yang digunakan sebagai induk dalam merakit keempat klon kopi Robusta yang dimaksud. Faktor genetik (dalam hal ini jenis klon) diduga memiliki pengaruh dominan dibandingkan dengan faktor lingkungan (dalam hal ini kombinasi dosis pupuk) dalam mengekspresikan karakter komponen pertumbuhan dan hasil tanaman. Baon (2011) mengemukakan beberapa klon unggul kopi Robusta dengan nama inisial BP, termasuk di dalamnya klon BP 42, BP 409, BP 936, dan BP 939 adalah klon-klon unggul yang menggunakan materi induk sama, yaitu hasil introduksi dari daerah Congo. Dugaan adanya

kemiripan genetik ini diperkuat oleh hasil penelitian Rubiyo & Wardiana (2013) yang memperlihatkan klon kopi Robusta BP 42, BP 936, dan BP 939 ternyata berada dalam klaster sama pada suatu dendrogram sehingga diduga kemiripan genetik di antara ketiganya. Berkaitan dengan masalah respons atau ekspresi suatu karakter tanaman, Falconer & Mackay (1996) mengemukakan ekspresi atau penampilan fenotipik suatu karakter tanaman sangat dipengaruhi oleh perbedaan faktor genetik, faktor lingkungan, dan interaksi dari keduanya. Apabila terjadi respons atau ekspresi yang tidak berbeda dari beberapa materi genetik yang diuji pada kondisi lingkungan beragam (berbeda), mencerminkan bahwa faktor genetik pengaruhnya dominan, dan demikian pula apabila terjadi hal yang sebaliknya.

Berdasarkan pada hasil dan pembahasan di atas maka untuk selanjutnya perlu diketahui tentang kombinasi dosis pupuk urea, SP36, dan KCl yang optimal dan efisien untuk meningkatkan komponen pertumbuhan, hasil, dan kualitas biji dari keempat klon

kopi Robusta tersebut. Secara statistika, pengujian tersebut merupakan pengujian efek sederhana dari faktor perlakuan dosis pupuk yang diuji.

### Pengaruh Dosis Pupuk terhadap Komponen Pertumbuhan

Berdasarkan pada Tabel 3 dapat diketahui semakin banyak jumlah pupuk urea, SP36, dan KCl yang diberikan dengan proporsinya masing-masing maka komponen pertumbuhan tanaman kopi cenderung semakin meningkat. Namun demikian, dosis pupuk dengan perlakuan  $P_3$  pengaruhnya tidak berbeda nyata dengan dosis maksimum (perlakuan  $P_4$ ) tetapi lebih baik dibandingkan dengan dosis minimum (perlakuan  $P_1$ ). Oleh karena itu, didasarkan pada hasil analisis ini maka dapat dikemukakan dosis pemupukan yang optimal dan cukup efisien untuk komponen pertumbuhan keempat klon kopi Robusta yang ditanam di tanah PMK, KP. Cahaya Negeri, Lampung Utara, adalah dosis perlakuan  $P_3$ .

Tabel 3. Pengaruh dosis pupuk terhadap komponen pertumbuhan kopi Robusta

Table 3. The effect of fertilizer doses on growth components of Robusta coffee

| Perlakuan dosis pupuk | Tinggi tanaman (cm) | Diameter batang (cm) | Jumlah cabang primer/pohon | Jumlah cabang buah/pohon | Panjang cabang primer | Jumlah ruas/cabang primer | Jumlah dompolan/cabang primer |
|-----------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|
| $P_1$                 | 146,83 c            | 3,16 c               | 35,04 b                    | 14,56 b                  | 87,04 b               | 13,63 b                   | 14,56 b                       |
| $P_2$                 | 159,04 bc           | 3,24 bc              | 41,33 a                    | 16,38 ab                 | 90,06 ab              | 15,65 ab                  | 16,38 ab                      |
| $P_3$                 | 162,50 ab           | 3,48 ab              | 42,50 a                    | 18,75 a                  | 94,33 a               | 17,21 a                   | 18,75 a                       |
| $P_4$                 | 175,90 a            | 3,59 a               | 44,11 a                    | 18,65 a                  | 95,73 a               | 17,54 a                   | 18,65 a                       |

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

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

$P_1$  = Urea:SP36:KCl=30:20:20 g/pohon;  $P_1$  = Urea:SP36:KCl=30:20:20 g/tree

$P_2$  = Urea:SP36:KCl=40:30:30 g/pohon;  $P_2$  = Urea:SP36:KCl=40:30:30 g/tree

$P_3$  = Urea:SP36:KCl=50:40:40 g/pohon;  $P_3$  = Urea:SP36:KCl=50:40:40 g/tree

$P_4$  = Urea:SP36:KCl=60:50:50 g/pohon;  $P_4$  = Urea:SP36:KCl=60:50:50 g/tree

Tabel 4. Pengaruh dosis pupuk terhadap komponen hasil dan kualitas biji kopi Robusta

Table 4. The effect of fertilizer doses on yield and bean quality components of Robusta coffee

| Perlakuan dosis pupuk | Komponen hasil            |                              | Komponen kualitas biji   |                           |                              |
|-----------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|
|                       | Jumlah buah/cabang primer | Bobot buah panen/pohon*) (g) | Bobot 100 biji segar (g) | Bobot 100 biji kering (g) | Persentase bobot biji kering |
| $P_1$                 | 78,88 c                   | 434,95 b                     | 157,56 a                 | 66,46 a                   | 42,18 a                      |
| $P_2$                 | 81,58 bc                  | 574,06 ab                    | 158,56 a                 | 66,52 a                   | 41,95 a                      |
| $P_3$                 | 83,54 ab                  | 640,31 a                     | 159,04 a                 | 67,42 a                   | 42,39 a                      |
| $P_4$                 | 88,71 a                   | 753,78 a                     | 161,46 a                 | 68,17 a                   | 42,22 a                      |

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%; \*) nilai rata-rata dari dua kali panen pada umur 2,5 tahun;

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% levels; \*) average value from two times harvest at 2.5 years old;

$P_1$  = Urea:SP36:KCl=30:20:20 g/pohon;  $P_1$  = Urea:SP36:KCl=30:20:20 g/tree

$P_2$  = Urea:SP36:KCl=40:30:30 g/pohon;  $P_2$  = Urea:SP36:KCl=40:30:30 g/tree

$P_3$  = Urea:SP36:KCl=50:40:40 g/pohon;  $P_3$  = Urea:SP36:KCl=50:40:40 g/tree

$P_4$  = Urea:SP36:KCl=60:50:50 g/pohon;  $P_4$  = Urea:SP36:KCl=60:50:50 g/tree

### **Pengaruh Dosis Pupuk terhadap Komponen Hasil dan Kualitas Biji**

Pengaruh kombinasi dosis pupuk urea, SP36, dan KCl terhadap dua peubah komponen hasil dan tiga peubah komponen kualitas biji kopi Robusta disajikan pada Tabel 4. Pada pengamatan komponen hasil ternyata polanya identik dengan pengamatan komponen pertumbuhan, yaitu dosis pupuk perlakuan  $P_3$  pengaruhnya tidak berbeda nyata dengan  $P_4$  sebagai dosis maksimum, sedangkan bila dibandingkan dengan  $P_1$  sebagai dosis minimum ternyata lebih tinggi. Oleh karena itu, dosis dengan perlakuan  $P_3$  dinilai cukup optimal dan efisien untuk komponen hasil keempat klon kopi Robusta yang ditanam di tanah PMK, KP. Cahaya Negeri, Lampung Utara. Namun demikian, hasil analisis terhadap peubah komponen kualitas hasil biji menunjukkan kombinasi dosis pupuk yang dicoba tidak memperlihatkan pengaruh nyata.

Tidak adanya pengaruh nyata dari dosis pupuk yang dicoba terhadap komponen kualitas hasil biji (bobot 100 biji segar, bobot 100 biji kering, dan persentase bobot biji kering) kemungkinan besar disebabkan oleh kisaran dosis pupuk yang diperlakukan belum mampu menyokong dengan baik terhadap proses akumulasi cadangan makanan pada biji. Karakteristik fisik, bobot, serta ukuran biji kopi merupakan sebagian karakter yang berhubungan erat dengan masalah kualitas hasil (Leroy *et al.*, 2006), dan tinggi-rendahnya karakter-karakter tersebut sangat dipengaruhi oleh jumlah, jenis, dan kualitas cadangan makanan yang terakumulasi di dalam biji kopi. Proses tersebut merupakan proses kompleks dan sangat dipengaruhi oleh banyak faktor yang saling berinteraksi antara satu dengan lainnya.

Proses akumulasi cadangan makanan di dalam biji kopi merupakan proses lanjut yang memiliki pengaruh serta berperan penting bagi peningkatan kualitas hasil biji. Proses tersebut terjadi setelah tanaman mampu menyelesaikan tahap pertumbuhan vegetatifnya secara optimal, dan selama berlangsungnya proses tersebut membutuhkan asupan unsur hara relatif lebih tinggi. Sementara itu, kisaran dosis kombinasi pupuk yang digunakan dalam penelitian ini diduga belum mampu menyokong terhadap peningkatan kualitas karakter bobot 100 biji segar, bobot 100 biji kering, dan persentase bobot biji kering, sehingga pengaruhnya menjadi tidak nyata. Pernyataan tersebut didukung oleh hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan dalam siklus hidup tanaman kopi ternyata proses pengisian cadangan makanan pada biji merupakan proses yang mendapat prioritas utama, dan tingkatannya bisa mencapai empat kali lipat bila dibandingkan dengan proses pengisian cadangan makanan untuk komponen lainnya (Vaast, Angrand, Franck, Dauzat, & Génard,

2005). Selanjutnya ditegaskan juga bahwa proses pembentukan biji kopi berlangsung setelah tanaman mampu menyelesaikan tahap pertumbuhan vegetatifnya, dan pada tahap tersebut biji kopi dapat mengakumulasi lebih dari 95% unsur hara kalium (K), fosfor (P), dan nitrogen (N) yang diserapnya (Cannel, 1985 *cited in* DaMatta, Ronchi, Maestri, & Barros, 2007).

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas maka dapat dikemukakan dalam upaya meningkatkan kualitas hasil biji (bobot 100 biji segar, bobot 100 biji kering, dan persentase bobot biji kering) masih diperlukan dosis pupuk tambahan yang seharusnya melebihi dari dosis maksimum yang ada pada penelitian ini (terutama pupuk kalium) sehingga pengaruhnya diharapkan menjadi nyata. Jessy (2011) mengemukakan serapan unsur hara kalium pada tanaman kopi meningkat secara tajam pada saat fase pembentukan buah, dan selanjutnya terus meningkat hingga puncaknya dicapai pada saat pematangan buah. Hal yang sama dikemukakan juga oleh Soares (2013) *cited in* Martins *et al.* (2014), unsur kalium memiliki implikasi mendasar bagi peningkatan produksi biji kopi, terutama dalam pengaturan kehilangan air, pengisian cadangan makanan, dan dalam proses pematangan biji. Selanjutnya hasil penelitian Silva, Nogueira, Guimarães, Chagas, & Costa (1999) menunjukkan unsur kalium berpengaruh nyata terhadap peningkatan kualitas biji kopi, bahkan menurut Clemente, Martinez, Alves, Finger, & Cecon (2015) unsur kalium di samping dapat meningkatkan hasil biji juga dapat meningkatkan kualitas komposisi kimia biji kopi.

Dosis yang optimal dan cukup efisien untuk fase pertumbuhan dan hasil adalah dosis dengan perlakuan  $P_3$ , sedangkan untuk mengetahui dosis yang optimal bagi upaya peningkatan kualitas hasil biji disarankan untuk dilakukan penelitian berikutnya dengan menambah taraf dosis pupuk atau dengan kombinasi pupuk kalium yang lebih banyak. Hal ini cukup beralasan mengingat kebutuhan energi dalam satu siklus hidup tanaman kopi akan semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan fase pertumbuhan vegetatif dengan fase perkembangan buah terjadi secara berurutan (fase waktunya tidak bersamaan) sehingga tidak akan terjadi persaingan penggunaan cadangan makanan. Namun apabila tanaman kopi telah memasuki fase reproduktif (pembuahan) maka proses persaingan penggunaan cadangan makanan akan terjadi sehingga proses pembentukan buah dan atau biji kopi dapat menghambat pertumbuhan tunas-tunas cabang yang baru dan akumulasi cadangan makanan pada akar tanaman (DaMatta *et al.*, 2007). Atas dasar itu, maka kebutuhan pupuk bagi kedua fase perkembangan tanaman tersebut

akan berbeda dan jumlahnya akan semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Colodetti *et al.* (2015) yang menegaskan pentingnya mengetahui tingkat pertumbuhan dan perkembangan beberapa klon kopi Robusta dalam upaya optimalisasi kebutuhan pupuk yang diperlukannya.

## KESIMPULAN

Empat klon kopi Robusta, yaitu BP 42, BP 409, BP 936, dan BP 939, yang ditanam pada tanah PMK, KP. Cahaya Negeri, Lampung Utara, memiliki respons sama terhadap kombinasi dosis pupuk urea, SP36, dan KCl. Kombinasi pupuk urea, SP36, dan KCl yang optimal dan cukup efisien bagi pertumbuhan dan hasil buah sampai umur 2,5 tahun untuk keempat klon tersebut masing-masing adalah 50, 40, dan 40 g/pohon. Namun demikian, dosis tersebut masih belum mampu meningkatkan kualitas biji sehingga perlu dilakukan penelitian berikutnya dengan menambah dosis pupuk, terutama pupuk kalium.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya disampaikan kepada Kepala KP. Cahaya Negeri, Lampung Utara, beserta beberapa stafnya yang telah menyediakan fasilitas serta membantu dalam pelaksanaan penelitian ini, dan dalam proses pengumpulan datanya di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baon, J.B. (2011). *100 Tahun Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia 1911-2011* (p. 373). Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Clemente, J.M., Martinez, H.E.P., Alves, L.C., Finger, P.L. & Cecon, P.R. (2015). Effects of nitrogen and potassium on the chemical composition of coffee beans and on beverage quality. *Maringá* 37(3), 297–305.
- Colodetti, T.V., Rodrigues, W.N., Martins, L.D., & Tomaz, M.A. (2014). Differential tolerance between genotypes of conilon coffee (*Coffea canephora*) to low availability of nitrogen in the soil. *Aust. J. Crop Sci.* 8(12), 1648–1657.
- Colodetti, T.V., Rodrigues, W.N., Martins, L.D., Brinate, S.B.V., Tomaz, M.A., do Amaral, J.F.T., & Filho, A.C.V. (2015). Nitrogen availability modulating the growth of improved genotypes of *Coffea canephora*. *Afr. J. Agric. Res.* 10(32), 3150–3156.
- DaMatta, F. M., Ronchi, C.P., Maestri, M., & Barros, R. S. (2007). Ecophysiology of coffee growth and production. *Braz. J. Plant Physiol.*, 19(4), 485–510.
- Falconer, D.S., & Mackay, T.F.C. (1996). *Introduction to quantitative genetic*. 4<sup>th</sup> edition (p. 464). United Kingdom: Addison Wesley Longman, Essex.
- Hafif, B., Prastowo, B., & Prawiradipura, B.R. (2014). Pengembangan perkebunan kopi berbasis inovasi di lahan kering masam. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 7(4), 199–206.
- Jessy, M.D. (2011). Potassium management in plantation crops with special reference to tea, coffee, and rubber. *Karnatak J. Agric. Sci.*, 24(1), 67–74.
- Leroy, T., Riberye, F., Bertrand, B., Charmetant, P., Dufour, M., Montagnon, M., Marraccini, P., & Pot, D. (2006). Genetic of coffee quality. *Braz. J. Plant Physiol.*, 18(1), 229–242.
- Martins, L.D., Tomas, M.A., do Amaral, J.F.T., Braganca, & Martinez, H.E.P. (2013). Efficiency and responses of conilon coffee clones to phosphorus fertilization. *Revista Ceres*, 60, 406–411.
- Martins, L.D., Tomas, M.A., do Amaral, J.F.T., Braganca, Martinez, H.E.P., Reis, E.F., & Rodrigues, W.N. (2013). Nutritional efficiency in clones of conilon coffee for phosphorus. *J. Agric. Sci.*, 5, 130–140.
- Martins, L.D., Machado, L.S., Tomas, M.A., & do Amaral, J.F.T. (2014). The nutritional efficiency of *Coffea* spp. A review. *Afr. J. Biotechnol.*, 14(9), 728–734.
- Prastowo, E. (2013). Pemupukan tanaman kopi dan kakao perlu memperhatikan interaksi antarhara. *Warta Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 25(3), 7–12.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. (2006). Pedoman teknis budidaya kopi (p. 96). Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jawa Timur.
- Risandewi, T. (2013). Analisis efisiensi produksi kopi Robusta di Kabupaten Temanggung (Studi Kasus di Kecamatan Candiroto). *Jurnal Litbang Prov. Jateng*, 11(1), 87–102.
- Rubiyo, & Wardiana, E. (2013). Analysis of genetic parameters for bean physical quality characters and clusterizations of eleven genotypes of Robusta coffee (*Coffea canephora*). *Indones. J. Agric. Sci.*, 14(2), 55–62.
- Silva, E.B., Nogueira, F.D., Guimarães, P.T.G., Chagas, S.J.R., & Costa, L. (1999). Fontes e doses de potássio na produção e qualidade do grão de café beneficiado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(3), 335–345.
- Vaast, P., Angrand, J., Franck, N., Dauzat, J., & Génard, M. (2005). Fruit load and ring-barking affect carbon allocation and photosynthesis of leaf and fruit of *Coffea arabica* in the field. *Tree Physiol.* 25, 753–760.
- Wairegi, L.W.I., & Van Asten, P.J.A. (2012). Norms for multivariate diagnosis of nutrient imbalance in arabica and Robusta coffee in the East African highlands. *Exp. Agric.*, 48(3), 448–460.

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

**Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Sc**

Institut Pertanian Bogor – Pascapanen

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

Universitas Udayana – Ekofisiologi

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

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat – Fitopatologi

**Prof (R). Dr. Ir. Elna Karmawati, MS**

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan – Entomologi

**Dr. Ir. Rubiyo, M.Si**

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bangka-Belitung – Pemuliaan



# KETENTUAN PENULISAN NASKAH

## JURNAL TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR

### CAKUPAN

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

### PENGAJUAN NASKAH

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

**Redaksi Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar**  
Jl. Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi  
43357 e-mail: [uppublikasi@gmail.com](mailto: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 6<sup>th</sup> edition (APA) style*. Penjelasan cara penulisan daftar pustaka dan sitasi dapat diunduh di <http://balittri.litbang.pertanian.go.id/index.php/publikasi/category/58-ketentuan-penulisan>

### Contoh penulisan sitasi:

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

### Contoh penulisan daftar pustaka:

#### Artikel Jurnal

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

#### Buku

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

#### Artikel dalam buku

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

#### Disertasi/Tesis/Skripsi

Milly, P. J. (2003). *Antimicrobial properties of liquid smoke fractions* (Master's Thesis, University of Georgia, Athens, Georgia).

#### Naskah Prosiding

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

#### Naskah Online

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

### Contoh penampilan tabel:

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

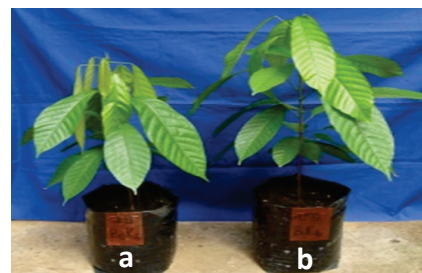
Table 1. Effect of various shading trees on percentage of fruit set of coffee at 9 months old

| Jenis tanaman penanang | 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

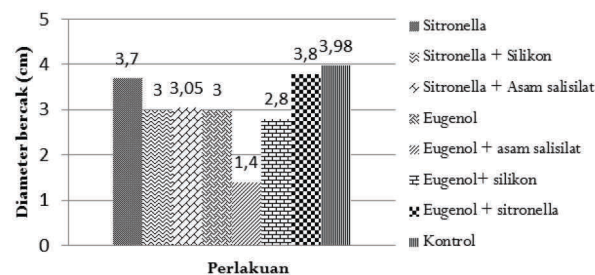
### Contoh penampilan gambar/foto:



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

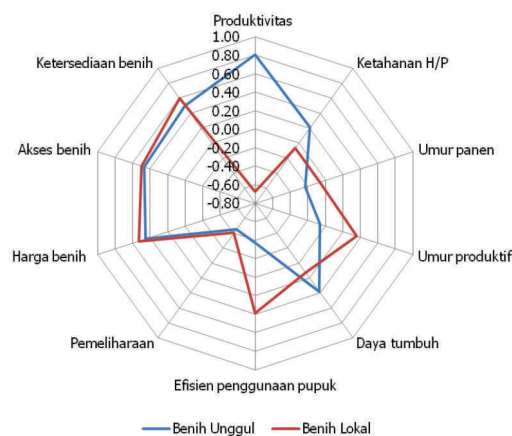
Figure 1. Growth of hybrid cacao seedlings: (a) without treatment and (b) with seed treatment and planting medium

### 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

