

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, & Mostafae, 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 dekstroa 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 dekstroa 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. microsporus* (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 *Gliricidium* 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, & Priyono, 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.