

SELEKSI DAN IDENTIFIKASI JAMUR ANTAGONIS SEBAGAI AGENS HAYATI JAMUR AKAR PUTIH (*Rigidoporus microporus*) PADA TANAMAN KARET

SELECTION AND IDENTIFICATION OF ANTAGONISTIC FUNGI AS BIOLOGICAL AGENTS OF WHITE ROOT DISEASE (*Rigidoporus microporus*) IN RUBBER

*Widi Amaria, Efi Taufiq, dan Rita Harni

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

(Tanggal diterima: 8 Januari 2013, direvisi: 29 Januari 2013, disetujui terbit: 20 Februari 2013)

ABSTRAK

Jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) merupakan patogen utama pada tanaman karet yang sulit pengendaliannya karena mempunyai struktur bertahan dalam tanah (klamidospora). Pengendalian hayati dengan jamur antagonis sangat potensial digunakan untuk mengendalikan patogen tular tanah. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, mulai Februari sampai Juli 2012 dengan tujuan untuk menyeleksi dan mengidentifikasi jamur antagonis yang potensial mengendalikan patogen *R. microporus* pada tanaman karet. Penelitian terdiri dari dua tahap, yaitu (1) pengambilan sampel pada beberapa perkebunan karet di daerah Lampung, Sumatera Selatan, Jawa Tengah dan Jawa Barat dan (2) isolasi, seleksi, karakterisasi morfologi dan identifikasi di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. Hasil isolasi jamur antagonis dari rizosfer dan akar tanaman karet diperoleh 209 isolat. Berdasarkan persentase daya hambat terseleksi 12 isolat antagonis, yaitu 8 isolat rizosfer (*Trichoderma virens*, 2 isolat *Trichoderma hamatum*, 2 isolat *Trichoderma amazonicum*, *Penicillium pinophilum*, *Paecilomyces lilacinus*, dan *Aspergillus fijiensis*), dan 4 isolat endofit (*Eupenicillium javanicum*, *Penicillium simplicissimum*, *Penicillium citrinum*, dan *Hypocrea atroviridis*). Kedua belas isolat tersebut merupakan jamur antagonis potensial untuk mengendalikan penyakit JAP pada karet.

Kata Kunci: *Rigidoporus microporus*, seleksi, identifikasi, jamur antagonis

ABSTRACT

White root disease caused by *Rigidoporus microporus* is the main pathogen in rubber growing. The disease is hard to be controlled because of its chlamydospore in soil. The use of antagonistic fungi is a potential approach being able to control the soil borne disease. A study was established at laboratory of The Indonesian Research Institute for Industrial and Beverage Crops from February to July 2012. The objective of the study was to select and identify some antagonistic fungi which are able to control *R. microporus* in rubber. The steps of study conducted were (1) collecting of soil samples (as sources of antagonistic fungi) taken from several rubber plantations in Lampung, South Sumatra, Central Java and West Java, and (2) isolation, selection, and identification of morphological characteristics of the isolates at the Plant Protection Laboratory of The Research Institute. Results obtained 209 isolates of antagonistic fungi from rhizosphere and endophyte in rubber. There are 12-selected antagonistic isolates consisting of 8 rhizosphere and 4 endophytic isolates. The rhizosphere isolates are *Trichoderma virens*, 2 isolates of *Trichoderma hamatum*, 2 isolates of *Trichoderma amazonicum*, and one each of *Penicillium pinophilum*, *Paecilomyces lilacinus*, and *Aspergillus fijiensis*, whereas the endophytic isolates are *Eupenicillium javanicum*, *Penicillium simplicissimum*, *Penicillium citrinum*, and *Hypocrea atroviridis* of one each. The twelve isolates are antagonistic fungi in which the white root disease may be likely controlled.

Keywords: *Rigidoporus microporus*, selection, identification, antagonistic fungi

PENDAHULUAN

Salah satu kendala utama pada budidaya tanaman karet adalah serangan penyakit jamur akar putih (JAP) yang disebabkan oleh *Rigidoporus microporus*. Patogen ini menginfeksi tanaman karet sejak di pembibitan sampai tanaman menghasilkan. Berbagai upaya pengendalian penyakit tersebut telah dilakukan dengan cara kimiawi, kultur teknis dan penggunaan agens hayati, tetapi belum mampu mengendalikan penyakit ini. Hal ini karena JAP merupakan penyakit tular tanah (*soil borne disease*) sehingga tidak mudah dalam pengendaliannya. Soesanto (2008) mengemukakan bahwa pengendalian patogen tular tanah sering dilakukan dengan menggunakan pestisida sintetis. Pestisida sintetis selain tidak spesifik terhadap spesies patogen tular tanah, juga tidak mampu mengendalikan patogen yang mempunyai struktur pertahanan diri.

Pengendalian hayati dengan pemanfaatan mikroorganisme antagonis merupakan alternatif yang saat ini banyak diteliti dan digunakan sebagai pengendalian penyakit tanaman. Agrios (2005) menjelaskan bahwa pengendalian hayati merupakan perlindungan tanaman dari patogen termasuk penyebaran mikroorganisme antagonis pada saat setelah atau sebelum terjadinya infeksi patogen. Sinaga (2006) menambahkan bahwa introduksi agens hayati antagonis berpotensi mengendalikan patogen tular tanah, yaitu menekan inokulum, mencegah kolonisasi, melindungi perkecambahan biji dan akar tanaman dari infeksi patogen. Selain itu secara langsung dapat menghambat patogen dengan sekresi antibiotik, berkompetisi terhadap ruang dan atau nutrisi, menginduksi proses ketahanan tanaman.

Mikroorganisme menguntungkan sangat melimpah jumlahnya, baik yang berada di sekitar perakaran (rizosfer) maupun jaringan tanaman (endofit). Potensi tersebut, khususnya jamur antagonis, digunakan untuk mengendalikan patogen tular tanah. Tistama dan Nograho (2007) mengemukakan bahwa pada lapisan rizosfer di perkebunan karet mengandung mikrobiologis sebagai biofungisida dan biofertilizer yang berpotensi dalam peningkatan produktivitas karet. Selain rizosfer, mikroorganisme endofit juga berperan penting dalam pengendalian penyakit

tanaman, yaitu bersifat induksi ketahanan. Photita dalam Lumyong *et al.* (2004) menjelaskan bahwa jamur endofit antagonis mempunyai aktivitas tinggi dalam menghasilkan enzim yang dapat digunakan untuk mengendalikan patogen.

Beberapa peneliti telah menggunakan agens antagonis untuk mengendalikan JAP pada karet, Wahyuni *et al.* (2011) menggunakan biofungisida berbahan aktif *T. koningii* (Triko sp plus) untuk mengendalikan JAP di pembibitan. Jayasuriya dan Thennakoon (2007) menggunakan *Trichoderma harzianum* untuk menekan perkembangan patogen *R. microporus* pada tanaman karet. Kaewchai dan Soyong (2010) juga melaporkan penggunaan biofungisida yang mengandung lima jenis jamur, yaitu *Aspergillus niger*, *Chaetomium bostrychodes*, *Ch. cupreum*, *T. hamatum*, dan *T. harzianum* dapat menghambat perkembangan patogen *R. microporus* lebih dari 50%. Penelitian ini bertujuan untuk menyeleksi dan mengidentifikasi jamur antagonis yang potensial mengendalikan patogen *R. microporus* pada tanaman karet.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, mulai bulan Februari sampai Juli 2012. Pengambilan sampel tanah dan akar dilakukan di beberapa kebun karet di daerah Lampung, Sumatera Selatan, Jawa Tengah dan Jawa Barat. Kegiatan penelitian terdiri dari dua tahap, yaitu (1) pengambilan sampel pada beberapa perkebunan karet di daerah Lampung, Sumatera Selatan, Jawa Tengah dan Jawa Barat dan (2) isolasi, seleksi, karakterisasi morfologi dan identifikasi di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. Isolat patogen *R. microporus* yang digunakan berasal dari Pusat Penelitian Karet, Balai Penelitian Sembawa, Sumatera Selatan.

Pengambilan Sampel dan Isolasi Jamur Antagonis

Sampel jamur antagonis diambil dari pohon karet yang tidak terserang JAP. Pengambilan sampel rizosfer dilakukan dengan cara mengambil tanah disekitar perakaran pohon karet pada ke

dalam 20 cm dari permukaan tanah. Sampel endofit diambil dari jaringan akar pohon karet secukupnya, kemudian sampel tersebut dimasukkan ke dalam kantong plastik.

Isolasi sampel jamur antagonis dari tanah dan akar dilakukan di laboratorium. Sebanyak 1 kg sampel tanah diambil dari perkebunan karet, kemudian dikeringanginkan. Selanjutnya dilakukan metode pengenceran, yaitu dengan cara tanah ditimbang 10 g dimasukkan ke dalam erlemeyer yang berisi 90 ml air steril, lalu dikocok selama 15 menit. Suspensi yang didapatkan diencerkan sampai 10^{-5} dan diambil sebanyak 1 ml untuk ditumbuhkan di dalam cawan petri yang telah berisi media *Potato Dextrose Agar* (PDA), dan diinkubasi selama 3 hari pada suhu ruang.

Isolasi dari akar dilakukan dengan metode Gandjar dan Syamsurizal (2006), yakni masing-masing sampel akar dicuci dengan air mengalir sampai bersih dan dikeringkan dengan kertas tissue. Sampel akar dipotong secara aseptik dengan pisau menjadi potongan-potongan kurang lebih 1 cm, kemudian dicuci selama 10 menit dengan air kran yang mengalir. Permukaan potongan disterilkan dengan cara merendam dalam alkohol 70% selama 2 menit, selanjutnya dikeringkan dengan kertas tissue steril. Sampel akar dibelah dua, dan setiap potongan diletakkan di atas permukaan agar, sampel ditekan sedikit, kemudian diinkubasi.

Seleksi Isolat Jamur Antagonis

Isolat-isolat yang telah diperoleh baik dari sampel tanah maupun akar, kemudian dimurnikan. Selanjutnya dilakukan pengujian secara *in vitro* untuk mengetahui daya hambat (antagonisme) terhadap isolat *R. microporus*. Pengujian dilakukan dengan metode biakan ganda (*dual culture*), dengan cara menumbuhkan patogen *R. microporus* dan agens hayati pada bagian tepi yang berbeda dan berjarak 3 cm, kemudian diinkubasi pada suhu ruang. Selanjutnya diamati daya hambat dari isolat terhadap *R. microporus*. Persentase hambatan diukur dan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{(r1 - r2)}{r1} \times 100\%$$

Keterangan :

P = persentase hambatan

r1 = jari-jari koloni patogen yang tumbuh kearah berlawanan dengan isolat antagonis

r2 = jari-jari koloni patogen yang tumbuh mendekati isolat antagonis

Kriteria seleksi dilakukan terhadap persentase daya hambat, nilai >70% dikategorikan sebagai isolat terseleksi.

Karakterisasi dan Identifikasi Isolat Jamur Antagonis

Hasil seleksi isolat jamur antagonis diperoleh 12 isolat yang memiliki daya hambat tinggi. Selanjutnya ke-12 isolat tersebut diamati karakteristik morfologinya baik secara mikroskopis maupun makroskopis. Identifikasi dilakukan dengan metode biakan slide (*slide culture*) untuk mengetahui genus masing-masing isolat dan secara molekuler untuk mengetahui spesiesnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Jamur Antagonis

Hasil isolasi dari sampel tanah dan akar tanaman karet diperoleh jamur rizosfer 134 isolat dan endofit 75 isolat (Tabel 1).

Jumlah isolat jamur rizosfer dari Jawa Barat dan Jawa Tengah ternyata lebih banyak dibandingkan dari Lampung dan Sumatera Selatan. Hal ini diduga berhubungan erat dengan penampilan pohon karet di dua perkebunan tersebut yang tampak lebih bagus dan terpelihara dengan baik sehingga memungkinkan kehidupan mikroorganisme di dalam tanah berkembang secara baik. Di sisi lain, jumlah isolat rizosfer yang diperoleh dari hampir semua lokasi pengambilan sampel cenderung lebih banyak dan beragam dibandingkan endofit. Hal ini dikarenakan pada jaringan tanaman (akar) jumlah mikroorganisme yang mengisi jaringan tersebut terbatas di ruang inter seluler sel tanaman, sedangkan pada tanah lebih banyak jenis jamur yang hidup.

Tabel 1. Isolat jamur yang diperoleh dari sampel tanah dan akar tanaman karet
Table 1. Fungi isolates obtained from soil and rubber roots samples

	Lokasi	Jumlah isolat jamur		Jumlah
		rizosfer	endofit	
Lampung	Sidokayo (SD)	19	6	25
	Sukamarga (SK)	11	5	16
	Jumlah	30	11	41
Sumatera Selatan	Terusan (TR)	13	14	27
	Pagar Ayu (PA)	7	5	12
	Karangjaya (KR)	7	8	15
	Jumlah	27	27	54
Jawa Tengah	Jatisari (JS)	12	7	19
	Kedungpane (KP)	13	7	20
	Jatibarang (JB)	10	7	17
	Jumlah	35	21	56
Jawa Barat	Bojonggaling (BJ)	12	4	16
	Sukaharja (SH)	11	4	15
	Cibungur (CB)	19	8	27
	Jumlah	42	16	58
TOTAL		134	75	209

Seleksi Isolat Jamur Antagonis

Hasil pengamatan daya hambat isolat jamur terhadap patogen *R. microsporus* dari Lampung, Sumatera Selatan, Jawa Tengah dan Jawa Barat menunjukkan bahwa setiap isolat mempunyai kemampuan daya hambat yang berbeda-beda (Tabel 2 dan 3).

Isolat-isolat jamur yang memiliki daya hambat tinggi merupakan isolat antagonis yang pertumbuhan koloninya lebih cepat dibandingkan koloni patogen dan tampak perkembangan koloni antagonis dapat menutupi dan menekan perkembangan koloni patogen. Cook dan Baker (1989) menjelaskan bahwa salah satu syarat suatu organisme disebut sebagai agens hayati adalah apabila mempunyai kemampuan antagonisme atau kemampuan menghambat perkembangan dan pertumbuhan organisme lainnya. Agrios (2005) menambahkan bahwa mekanisme biokontrol adalah melemahkan atau membunuh patogen tanaman dengan perlawanan yaitu memparasit patogen secara langsung, memproduksi antibiotik (toksin), dan kemampuannya dalam kompetisi ruang dan nutrisi. Selain itu juga memproduksi enzim untuk

melawan komponen sel patogen, menginduksi respon ketahanan tanaman, dan produksi metabolisme tanaman dalam menstimulasi perkecambahan spora patogen.

Berdasarkan hasil pengujian daya hambat isolat agens hayati terhadap *R. microsporus*, telah terseleksi 12 isolat antagonis, yaitu 8 isolat rizosfer dan 4 isolat endofit. Isolat-isolat yang menunjukkan persentase daya hambat tinggi (>70%), yakni 4 isolat dari Lampung, 2 isolat Sumatera Selatan, 4 isolat Jawa Tengah dan 2 isolat asal Jawa Barat. Di antara isolat terseleksi tersebut, penghambatan tertinggi pada isolat Lampung (SDr1), yaitu 85% dan terendah isolat Jawa Tengah (JBr7 dan JSr12) 72,2% (Tabel 2 dan 3).

Karakterisasi dan Identifikasi Isolat Jamur Antagonis

Hasil pengamatan karakteristik morfologi ke-12 isolat jamur antagonis yang terseleksi meliputi warna, bentuk, dan penyebaran koloni, serta secara mikroskopis dengan mengacu pada Domsch *et al.* (1980); Barnet dan Hunter (1998); Kubicek dan Harman (2002).

Tabel 2. Pengujian daya hambat isolat rizosfer 5 hari setelah inokulasi dengan persentase daya hambat >50%
Table 2. Inhibition tests of rizhosphere isolates for 5 days after inoculation (in percentages of inhibition >50%)

No.	Kode isolat	Daya hambat (%)	No.	Kode isolat	Daya hambat (%)	No.	Kode isolat	Daya hambat (%)
Lampung			Sumatera Selatan					
1.	SDr1	85,0	21.	TRr1	50,0	40.	BJr10	62,1
2.	SDr4	64,0	22.	TRr3	60,7	41.	BJr11	68,0
3.	SDr5	65,2	23.	TRr4	53,8	42. SHr1	73,9	
4.	SDr6	58,3	24.	TRr5	59,3	43.	SHr2	66,7
5.	SDr7	70,0	25.	TRr7	53,6	Jawa Tengah		
6.	SDr9	68,0	26.	TRr8	60,7	44.	JSr1	54,2
7.	SDr11	56,0	27.	TRr9	55,6	45.	JSr6	67,9
8.	SDr12	62,5	28.	TRr12	57,7	46. JSr11	79,2	
9.	SDr15	60,9	29.	TRr13	55,6	47. JSr12	72,7	
10.	SDr17	68,2	30.	KRr1	53,8	48. KPr2	76,2	
11.	SDr18	66,7	31.	KRr6	53,6	49.	KPr3	64,0
12.	SDr19	56,0	Jawa Barat			50.	KPr7	65,4
13.	SKr1	60,0	32.	CBr3	56,0	51.	KPr12	66,7
14. SKr2	83,3		33.	CBr8	66,7	52.	JBr1	63,2
15. SKr4	84,6		34.	CBr10	57,1	53.	JBr3	55,0
16.	SKr5	61,5	35.	BJr1	57,7	54.	JBr4	66,7
17.	SKr6	60,9	36.	BJr2	64,3	55. JBr7	72,2	
18.	SKr7	68,0	37.	BJr5	61,5	56.	JBr9	65,4
19.	SKr8	69,6	38.	BJr7	64,3	57.	JBr10	56,3
20.	SKr11	66,7	39.	BJr9	64,3			

Keterangan : Kode isolat yang dicetak tebal merupakan isolat terseleksi

Notes : Code of isolates in bold typed were selected isolates

Tabel 3. Pengujian daya hambat isolat endofit 5 hari setelah inokulasi dengan persentase daya hambat >50%
Table 3. Inhibition tests of endophyte isolates for 5 days after inoculation (in percentages of inhibition >50%)

No.	Kode isolat	Daya hambat (%)	No.	Kode isolat	Daya hambat (%)	No.	Kode isolat	Daya hambat (%)
Lampung								
1.	SDe3	54,5	9.	PAe1	57,1	17.	CBe4	66,7
2.	SDe5	60,7	10.	PAe2	56,0	18. BJe3	80,0	
3. SDe6	82,1		11.	PAe3	55,2	Jawa Tengah		
4.	SKe5	60,0	12.	KRe2	60,0	19.	JSe6	64,3
Sumatera Selatan			13.	KRe4	50,0	20.	KPe4	52,0
5.	TRe2	68,0	14. KRe6	72,2	21.	KPe5	54,5	
6.	TRe8	68,0	15. KRe7	78,3	22.	KPe6	63,0	
7.	TRe11	56,0	Jawa Barat			23.	JBe7	64,5
8.	TRe14	51,9	16.	CBe1	70,0			

Keterangan : Kode isolat yang dicetak tebal merupakan isolat terseleksi

Notes : Code of isolates in bold typed were selected isolates

Berdasarkan dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa koloni jamur ada yang menyebar teratur, namun ada juga yang menyebar tidak teratur ke segala arah. Beberapa isolat mengalami perubahan warna koloni pada permukaan bawah maupun tepi koloni, dan hal ini diduga adanya senyawa antibiotik yang dikeluarkan oleh isolat antagonis tersebut yang mengakibatkan hifa *R. microporus* lisis. Selain itu semua isolat

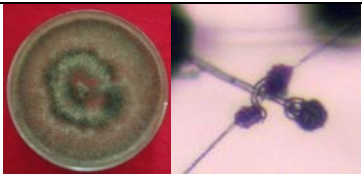
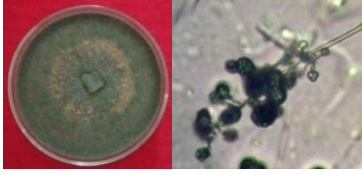

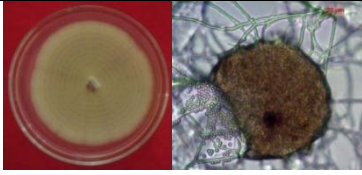
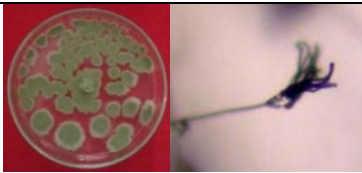
antagonis memiliki mekanisme kompetisi yaitu kemampuan bersaing dan bertahan pada ruang dan nutrisi sehingga pertumbuhan koloni *R. microporus* terhambat. Melalui kondisi seperti ini maka dapat dikemukakan bahwa isolat antagonis memiliki lebih dari satu mekanisme dalam menghambat patogen, seperti yang dikemukakan oleh Trigiano *et al.* (2008) bahwa mikroorganisme antagonis dapat menggunakan satu atau lebih mekanisme untuk


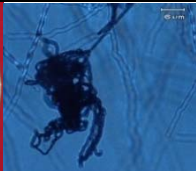
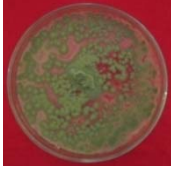

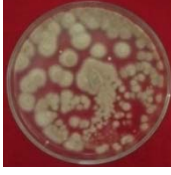

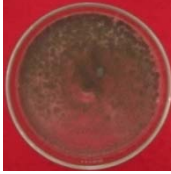



mempengaruhi patogen tanaman dan dapat berbeda terhadap jenis patogen yang lain.

Berdasarkan pada hasil pengamatan karakteristik morfologi, dan identifikasi sampai tahap spesies diperoleh 12 isolat antagonis, yaitu 6 isolat *Trichoderma*, 3 isolat *Penicillium*, 1 isolat *Eupenicillium* dan 1 isolat *Aspergillus* (Tabel 4). Isolat-isolat antagonis tersebut merupakan jamur yang berpotensi sebagai agens hayati. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma*,

Penicillium dan *Aspergillus* adalah jamur antagonis yang dapat berperan sebagai *biopesticide* maupun *biofertilizer* karena mengeluarkan zat sejenis antibiotik tertentu atau metabolit sekunder untuk menekan perkembangan patogen. Selain itu juga dapat berperan sebagai dekomposer untuk meningkatkan kesuburan tanah sehingga memicu pertumbuhan tanaman (Khan *et al.*, 2008; Vinale *et al.*, 2008; Song *et al.*, 2010; Sudantha *et al.*, 2011).

Gambar 1. Morfologi isolat jamur antagonis
Figure 1. Morphology of antagonistic fungi isolates

Kode isolat	Karakter morfologi	
SDr1	Koloni hijau keputihan, permukaan halus dan tipis seperti beludru, tumbuh pesat, bentuk koloni bulat, terdapat seperti cincin, menyebar ke segala arah. Hifa hialin, konidia hijau berbentuk oval/silinder dengan ukuran 3,5–6,0×2,8–4,1 µm. Konidiofor bercabang tidak teratur, setiap cabang terdapat 3-6 phialid, berukuran 4,5–10(–13)×2,8–5,5 µm.	
SKr2, KPr2	Koloni hijau tua pekat, permukaan halus dan agak tebal, tumbuh agak pesat dan menyebar ke segala arah. Pada biakan yang tua terdapat warna kekuningan. Hifa hialin, konidia berwarna hijau tua berbentuk oval/silinder, dan berukuran 3,0–4,5×2,1–2,8 µm. Konidiofor bercabang tidak teratur, setiap cabang terdapat phialid 3-6 berukuran 3,3–5,6×2,8–3,5 µm.	
SKr4, JSr11	Koloni hijau keputihan, berbentuk bulat dan cincin yang konsentris, permukaan halus dan tipis seperti beludru, Konidia hijau oval/silinder 3,2–3,4×3–3,1 µm, konidiofor bercabang tidak teratur, setiap cabang terdapat phialid 3-6 berukuran 6,4–7,7×3,3–3,5 µm, dan hifa hialin.	
SDe6	Koloni kuning kecokelatan, terdapat warna merah disekelilingnya terutama bila biakan mulai berumur 14 hsi. Permukaan koloni padat dan halus, serta menyebar tidak teratur ke segala arah. Ascomata bulat ke subglobose 7,4-9,1×7,0-8,7 µm, dan phialid berukuran 2-5×2,2-3,1 µm. Konidia ellipsoidal 2,5-3,6×2,2-3,4 µm berwarna kuning, kadang-kadang menjadi cokelat. Konidiofor bersekat 1,4-2,5 µm.	
KRe6	Koloni hijau dengan permukaan bawah berwarna putih. Koloni dapat menyebar ke segala arah dan berbentuk bulat-bulat tidak teratur, permukaan tebal dan halus. Hifa bersekat, konidia subglobose 3–3,8 µm, konidiofor bersekat dan bercabang.	

Kode isolat	Karakter morfologi		
KRe7	Koloni hijau kebiruan, permukaan seperti tepung, mudah menyebar tidak teratur ke segala arah. Jamur ini dapat mengeluarkan pigmen kuning pada media agar. Hifa bersekat, konidiofor bersekat, bercabang, dan berdinding halus berukuran 14-194×2,4-3,2 µm. Konidia globose sampai ellips 2,2-3,6 µm. Phialid 3-21 berukuran 7,2-8,9×2,4-3,2 µm.		
JBr7	Koloni hijau muda kekuningan, permukaan bawah berwarna merah. Permukaan koloni seperti tepung, dan mudah menyebar tidak teratur ke segala arah. Hifa bersekat, konidiofor bercabang dan berdinding halus, konidia 2,5-3 µm, globose sampai subglobose.		
JSr12	Koloni merah muda keunguan, mudah menyebar ke segala arah dan berbentuk bulat tidak teratur, permukaan halus dan tebal. Hialin, hifa bersekat. Konidiofor 3-4 µm bercabang, phialid meruncing, membentuk leher, panjang dan sempit. Konidia berukuran 2,5-3,0×2,0-2,2 µm terbentuk pada ujung apikal phialid, ellipsoidal dan membentuk rantai.		
SHr1	Koloni hitam kecokelatan, dan permukaan bawah berwarna putih. Bentuk tidak teratur, permukaan kasar terdapat titik-titik hitam kecokelatan yang merupakan spora jamur, dan menyebar tidak teratur ke segala arah. Hifa hialin dan bersekat. Konidia globose sampai subglobose 3-3,5×3,4-4 µm. Konidiofor 35-70 µm.		
BJe3	Koloni awalnya putih dan pada bagian tengah berwarna hijau, kemudian menjadi hijau pada semua permukaannya, namun tetap tampak jelas miselium putih, permukaan koloni tebal, kasar dan tidak terdapat cincin, tumbuh pesat dan menyebar ke segala arah. Hifa hialin, konidia hijau tua berbentuk oval/silinder dengan ukuran 2,6-3,8(-4,2) × 2,2-3,4(-3,8) µm. Konidiofor bercabang tidak teratur, setiap cabang terdapat phialid 3-6 berukuran 6-12 × 2,4-3,0 µm.		

Tabel 4. Isolat-isolat hasil seleksi dengan persentase daya hambat tertinggi
Table 4. Selected Isolates with the highest of inhibition precentage

No.	Kode isolat	Asal isolat	Daya hambat (%)	Spesies
1.	SDr1	Lampung	85,0	<i>Trichoderma virens</i>
2.	SKr2	Lampung	83,3	<i>Trichoderma hamatum</i>
3.	SKr4	Lampung	84,6	<i>Trichoderma amazonicum</i>
4.	SDe6	Lampung	82,1	<i>Eupenicillium javanicum</i>
5.	KRe6	Sumatera Selatan	72,2	<i>Penicillium simplicissimum</i>
6.	KRe7	Sumatera Selatan	78,3	<i>Penicillium citrinum</i>
7.	KPr2	Jawa Tengah	76,2	<i>Trichoderma amazonicum</i>
8.	JSr11	Jawa Tengah	79,2	<i>Trichoderma hamatum</i>
9.	JBr7	Jawa Tengah	72,2	<i>Penicillium pinophilum</i>
10.	JSr12	Jawa Tengah	72,7	<i>Paecilomyces lilacinus</i>
11.	SHr1	Jawa Barat	73,9	<i>Aspergillus fijiensis</i>
12.	BJe3	Jawa Barat	80,0	<i>Hypocrea atroviridis/</i> <i>Trichoderma atroviride</i>

Secara umum morfologi isolat jamur antagonis yang diperoleh, mempunyai karakteristik berbeda (Gambar 1). Isolat SDr1, SKr2, KPr2, SKr4, dan JSr11 merupakan kelompok *Trichoderma* yang mempunyai koloni berwarna hijau, menyebar ke segala arah, dan berkembang cepat pada media PDA. Pengamatan mikroskopis menunjukkan konidia oval/silinder berukuran antara 3,0–6,0×2,1–4,1 μm , konidiofor bercabang, dan mempunyai phialid 3-6. Demikian juga BJe3, mempunyai kesamaan ciri morfologi karena *Hypocrea* merupakan teleomorph *Trichoderma*. Isolat Kre6, Kre7, dan JBr7 merupakan *Penicillium*, yang mempunyai ciri koloni berwarna hijau dengan permukaan bagian bawah memiliki warna berbeda yang diduga adalah senyawa yang dihasilkan jamur, yaitu putih, kuning, dan merah. Hifa bersekat, konidiofor bercabang dan konidia globose sampai subglobose dan ellips dengan ukuran 2,2-3,6 μm . Isolat SDe6 genus *Eupenicillium* mempunyai warna koloni kuning kecokelatan, terdapat warna merah disekelilingnya, secara mikroskopis tampak ascomata bulat ke subglobose dengan konidia ellips berwarna kuning dan menjadi cokelat berukuran 2,5-3,6×2,2-3,4 μm . Isolat JSr12 adalah genus *Paecilomyces* yang mempunyai kemiripan dengan genus *Penicillium*, yaitu koloni berwarna merah muda keunguan, mudah menyebar ke segala arah dan permukaan halus serta tebal. Konidiofor 3-4 μm bercabang, phialid meruncing, membentuk leher, panjang dan sempit. Konidia ellips berukuran 2,5-3,0×2,0-2,2 μm . Isolat SHr1 yang termasuk jamur *Aspergillus* mempunyai warna koloni hitam kecokelatan, berupa titik-titik spora jamur, dan menyebar tidak teratur ke segala arah. Hifa bersekat, dan konidia globose sampai subglobose 3-3,5×3,4-4 μm .

Kelompok jamur *Trichoderma* mempunyai mekanisme antagonis kompetisi, antibiosis dan mikoparasit yang efektif menekan perkembangan patogen. Dilaporkan oleh Suwandi (2008) bahwa agens hayati *T. virens* dapat menekan penyakit JAP pada bibit karet karena bersifat mikoparasit. Selain itu juga efektif mengendalikannya jamur patogen tular tanah *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Pythium* spp. dan *Fusarium oxysporum* dengan mekanisme antibiosis dan mikoparasit serta dapat menginduksi

ketahanan tanaman (Viterbo *et al.* dalam Kubicek dan Harman, 2002; Christopher, 2010).

T. virens dapat menghambat perkembangan patogen karena menghasilkan metabolit sekunder yang berfungsi sebagai antifungal, yaitu trichodermin (Yamamoto *et al.* dalam Kubicek dan Harman, 2002), 3,4-dihydroxycarotane (Watanabe *et al.* dalam Kubicek dan Harman, 2002). Spesies lain dari kelompok jamur *Trichoderma* adalah *T. hamatum*, juga mempunyai sifat mikoparasit yang dapat menyebabkan hifa patogen *R. Solani* dan *Pythium* spp. menyusut dan hancur (lisis) (Chet *et al.*, 1981). Selain itu menghasilkan metabolit sekunder yang berfungsi sebagai antibiotik, yaitu dermadin (Brewer *et al.* dalam Kubicek dan Harman, 2002) dan gliotoxin (Hussain *et al.* dalam Kubicek dan Harman, 2002). Jamur *T. amazonicum* merupakan spesies baru yang berpotensi sebagai agens hayati. Hal ini dilaporkan oleh Chaverri *et al.* (2011) bahwa *T. amazonicum* didapatkan dari endofit tanaman karet *Hevea brasiliensis* and *H. guianensis* di cekungan Amazon. Hasil identifikasi, jamur ini mempunyai kemiripan dengan *T. harzianum* dan beberapa spesies lainnya yang bersifat antagonis. Selanjutnya jamur *H. atroviridis* yang merupakan teleomorph *T. atroviride* (Dodd *et al.*, 2003), juga berperan sebagai mikoparasit dan menghasilkan enzim hydrolytic β -1,3-glucanases, β -1,6-glucanases, kitinase, dan protease untuk mempenetrasi sel inang (Kullnig *et al.*, 2000).

Kelompok jamur *Penicillium* juga diketahui menghasilkan antibiotik dan enzim. Seperti *P. citrinum* yang mempunyai mekanisme antibiosis dalam menekan perkembangan patogen. Jamur ini menghasilkan mikotoksin sitrinin dan enzim selulosa seperti selulase dan endoglukanase yang dapat memicu pertumbuhan tanaman (Pimentel *et al.*, 1996; Khan *et al.*, 2008).

Jamur *Eu. javanicum* termasuk dalam kelas ascomycetes yang dapat menghasilkan senyawa toksin tertentu untuk menentukan dalam berkompetisi dengan patogen. Hal ini seperti yang dijelaskan Campbell (1989) bahwa beberapa golongan jamur kelas ascomycetes menghasilkan senyawa-senyawa antibiotik yang bersifat toksik terhadap patogen. Jamur ini juga dapat memproduksi 1,4- β -glucanase pada media sellulosa yang berfungsi sebagai dekomposer (Domsch *et al.*, 1980)

KESIMPULAN

Hasil isolasi jamur antagonis dari rizosfer dan akar tanaman karet diperoleh 209 isolat. Berdasarkan persentase daya hambat terseleksi 12 isolat antagonis, yaitu 8 isolat rizosfer (*Trichoderma virens*, 2 isolat *Trichoderma hamatum*, 2 isolat *Trichoderma amazonicum*, *Penicillium pinophilum*, *Paecilomyces lilacinus*, dan *Aspergillus fijiensis*), dan 4 isolat endofit (*Eupenicillium javanicum*, *Penicillium simplicissimum*, *Penicillium citrinum*, dan *Hypocrea atroviridis*). Kedua belas isolat tersebut merupakan jamur antagonis yang berpotensi untuk mengendalikan penyakit JAP pada karet.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Fifth Edition. Elsevier Academic Press. USA. 922 p.
- Barnet, H. L. and B. B. Hunter. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth Edition. APS Press. St. Paul. Minnesota. 218 p.
- Campbell. 1989. Biological Control of Microbial Plant Pathogens. Cambridge Uni. Press. 218 p.
- Chaverri, P., R. O. Gazis, and G. J. Samuels. 2011. *Trichoderma amazonicum*, A new endophytic species on *Hevea brasiliensis* and *H. guianensis* from The Amazon Basin. *Mycologia* 103 (1): 139–151.
- Chet, I., G. E. Harman, and R. Baker. 1981. *Trichoderma hamatum*: Its hyphal interactions with *Rhizoctonia solani* and *Pythium* spp. *Microb. Ecol.* 7 (1): 29-38.
- Christopher, D. J., T. Suthin Raj, S. Usha Rani, and R. Udhayakumar. 2010. Role of defense enzymes activity in tomato as induced by *Trichoderma virens* against Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Journal of Biopesticides* 3: 158-162.
- Cook, J. R. and F. K., Baker. 1989. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Patogen. APS Press. The American Phytopatological Society St. Paul Minnesota.
- Dodd, S. L., E. Lieckfeldt, and G. J. Samuels. 2003. *Hypocrea atroviridis* sp. nov., the teleomorph of *Trichoderma atroviride*. *Mycologia* 95 (1): 27-40.
- Domsch, K. H., W. Gams, and Traute-Heidi Anderson. 1980. Compendium of Soil Fungi. Academic Press. New York. 859 pp.
- Gandjar, I. dan W. Syamsurizal. 2006. Mikologi Dasar dan Terapan. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Jayasuriya, K. E. and B. I. Thennakoon. 2007. Biological control of *Rigidoporus microporus*, The cause of white root disease in rubber. *Cey. J. Sci. (Bio. Sci.)* 36 (1): 9-16.
- Kaewchai, S. and K. Soyong. 2010. Application of biofungicides against *Rigidoporus microporus* causing white root disease of rubber trees. *Journal of Agricultural Technology* 6 (2): 349-363.
- Khan, S. A., M. Hamayun, H. Yoon, Ho-Youn Kim, Seok-Jong Suh, Seon-Kap Hwang¹, Jong-Myeong Kim, In-Jung Lee, Yeon-Sik Choo, Ung-Han Yoon, Won-Sik Kong, Byung-Moo Lee and Jong-Guk Kim. 2008. Plant growth promotion and *Penicillium citrinum*. *BMC Microbiology* 8: 231.
- Kubicek, C. P. and G. E. Harman, 2002. *Trichoderma & Gliocladium. Basic Biology, Taxonomy and Genetics. Vol 1.* The Taylor & Francis e-Library. 278 pp.
- Kullnig, C., R. L. Mach, M. Lorito, and C. P. Kubicek. 2000. Enzyme diffusion from *Trichoderma atroviride* (= *T. harzianum* P1) to *Rhizoctonia solani* is a prerequisite for triggering of *Trichoderma ech42* gene expression before mycoparasitic contact. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 2232-2239.
- Lumyong, S., P. Lumyong, and K. D. Hyde. 2004. Endophytes. In Jones. E. B. G., M. Tantiachareon and K. D. Hyde (Ed.). Thai Fungal Diversity. Published by Biotec Thailand and Biodiversity Research and Training Program. p. 197-212.
- Pimentel, M. C. B., E. H. M. Melo, J. L. Lima Filho, and N. Duran. 1996. Production of lipase free of citrinin by *Penicillium citrinum*. *Mycopathologia* 133: 119-121.
- Sinaga, M. S. 2006. Dasar-Dasar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Edisi ke-2. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Soesanto, L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Song, F., X. Tian, X. Fan., and X. He. 2010. Decomposing ability of filamentous fungi on litter is involved in a subtropical mixed forest. *Mycologia* 102 (1): 20–26. DOI: 10.3852/09-047.
- Sudantha, I Made., I Gusti Made Kusnarta, dan I Nyoman Sudana. 2011. Uji antagonisme beberapa jenis jamur saprofit terhadap jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* penyebab penyakit layu pada tanaman pisang serta potensinya sebagai agens pengurai serasah. *Agroteksos* 21: 2-3.
- Suwandi, 2008. Evaluasi kombinasi isolat *Trichoderma* mikoparasit dalam mengendalikan penyakit akar putih pada bibit karet. *J. HPT Tropika* 8 (1) : 55-62.

- Tistama, R. dan P. A. Nograho. 2007. Mikrobial potensial untuk perkebunan karet. *Warta Perkebunan* 26 (1): 40-51.
- Trigiano, R. N., M. T. Windham, dan A. S. Windham. 2008. *Plant Pathology: Concepts and Laboratory Exercises*. Second Edition. CRC Press. New York. pp. 558.
- Vinale, F., K. Sivasithamparam, E. L. Ghisalberti, R. Marra, S. L. Woo, and M. Lorito. Trichoderma-plant-pathogen interactions. *Soil Biology & Biochemistry* 40: 1-10.
- Wahyuni, M., M. Sembiring, dan H. Doni. 2011. Efektifitas biofungisida *Trichoderma* sp plus terhadap pencegahan jamur akar putih (*Rigidoporus lignosus*) di pembibitan batang tanaman karet (*Hevea brasiliensis*). *Jurnal Penelitian STIPAP*.