

## Kemampuan Mikrob Endofit dan Rizosfer Tanaman Karet dalam Mengendalikan *Rigidoporus lignosus*

### The Ability of Endophytic and Rhizospheric Microbes of Rubber Trees to Control *Rigidoporus lignosus*

Siti Hardiyanti, Bonny Purnomo Wahyu Soekarno\*, Titiek Siti Yuliani  
Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

#### ABSTRAK

*Rigidoporus lignosus* merupakan patogen penting pada tanaman karet yang mengakibatkan penyakit akar putih. Penggunaan mikrob antagonis merupakan salah satu teknik pengendalian yang direkomendasikan untuk patogen ini. Penelitian ini bertujuan memperoleh agens hayati dari dalam jaringan akar dan rizosfer tanaman karet yang berpotensi mengendalikan *R. lignosus*. Tahapan penelitian terdiri atas isolasi mikrob endofit dan rizosfer dari tanaman karet, uji patogenisitas, seleksi secara *in vitro*, pengujian secara *in vivo*, pengujian pelarut fosfat dan pengikat nitrogen, dan identifikasi. Sebanyak 99 isolat bakteri dan 18 isolat cendawan nonpatogen berhasil diisolasi dari akar dan rizosfer tanaman karet. Berdasarkan pengujian *in vitro* dan *in vivo* diperoleh 2 isolat bakteri dan 3 isolat cendawan yang mampu menghambat pertumbuhan *R. lignosus*, yaitu bakteri endofit ME8, bakteri rizosfer MR3, cendawan endofit CB8, CB6, dan CL3. Bakteri endofit ME8 mampu melarutkan fosfat dan memfiksasi nitrogen. Bakteri rizosfer MR3 hanya mampu memfiksasi nitrogen. Berdasarkan karakter morfologinya, isolat CB8 teridentifikasi sebagai hifa steril, CB6 sebagai *Chaetomium* sp., dan CL3 sebagai *Penicillium* sp. Berdasarkan peruntutan gen 16S rRNA, bakteri ME8 memiliki kekerabatan dengan *Bacillus siamensis* B268, dan bakteri MR3 memiliki kekerabatan dengan *B. amyloxylicum* SXAU001. Mikrob endofit dan rizosfer yang telah diisolasi dari tanaman karet memiliki potensi sebagai agens hayati untuk mengendalikan *R. lignosus*.

Kata kunci: fiksasi nitrogen, mikrob antagonis, pelarut fosfat, penyakit akar putih

#### ABSTRACT

*Rigidoporus lignosus* is the most important pathogen of rubber tree which causes white root rot disease. The use of antagonistic microbe is recommended to control this pathogen. This research was conducted to isolate endophytic and rhizospheric microbes, and to study their ability to inhibit growth of *R. lignosus*. Research consisted of isolation of endophytic and rhizospheric microbes, pathogenicity test, *in vitro* and *in vivo* assays, growth promotion assays, and identification. There were 99 isolates of bacteria and 18 isolates of fungi isolated from the root and rhizosphere of rubber trees. *In vitro* and *in vivo* assay showed that 2 bacterial isolates, i.e. endophytic bacteria ME8, and rhizospheric bacteria MR3; and 3 fungal isolates, i.e. endophytic fungi CB8, CB6, and CL3 were able to inhibit the growth of *R. lignosus*. Endophytic bacteria ME8 showed the ability of solubilizing phosphate and fixing nitrogen. Rhizospheric bacteria MR3 showed the ability of solubilizing phosphate. The isolates CB6 and CL3 were very similar with *Chaetomium* sp. and *Penicillium* sp., respectively based on morphological characters; while CB8 was identified as mycelial sterile. Based on 16S rRNA sequences, endophytic bacterium ME8 and rhizospheric bacteria ME3 were identified as *Bacillus siamensis* B268 and *B.*

\*Alamat penulis korespondensi: Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jalan Kamper, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680  
Tel: 0251-8629364, Faks: 0251-8629362; surel: bonnypws@gmail.com

*amylolyquefaciens* BCRh10, respectively. Endophytic and rhizospheric microbes isolated from rubber trees has the potency as biocontrol agents of *R. lignosus*.

Key words: antagonistic microbe, nitrogen fixer, phosphate solubilizer, root rot disease

## PENDAHULUAN

Karet (*Hevea brasiliensis*) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memegang peranan penting bagi perekonomian Indonesia. Penyakit akar putih yang disebabkan oleh *Rigidoporus lignosus* merupakan salah satu faktor pembatas dalam budi daya tanaman karet. Kehilangan hasil yang disebabkan penyakit akar putih lebih besar dibandingkan dengan penyakit lain atau hama di berbagai negara penghasil karet. Pada tahun 2015 luas serangan *R. lignosus* di Indonesia mencapai 26 ribu ha dan menyebabkan kerugian hasil sebesar Rp75.67 miliar (Isnaini 2016).

Tanaman yang terinfeksi *R. lignosus* menunjukkan gejala daun menguning, daun gugur, pangkal batang membusuk dan mengakibatkan pohon mudah tumbang. Pada stadium lanjut penyakit ini menyebabkan kematian tanaman sehingga produktivitas kebun menurun. Rizomorf dari sumber infeksi akan menyebar melalui tanah dan menginfeksi tanaman sehat. Selain itu tubuh buah (basidiokarp) pada bagian pangkal batang tanaman juga dapat menyebarkan basidiospora (Omo-Ikerodah 2012).

Pengendalian penyakit akar putih yang telah dilakukan ialah penggunaan fungisida sintesis, kultur teknis, mekanis, sanitasi, dan pengendalian hayati. Pengendalian hayati dengan pemanfaatan agens antagonis merupakan alternatif yang saat ini banyak diteliti dan digunakan karena dinilai lebih efektif dan ramah lingkungan. Agens antagonis yang telah dimanfaatkan dalam mengendalikan *R. lignosus* sebagian besar adalah *Trichoderma harzianum* dan *T. koningii* (Jayasuriya dan Thennakoon 2007). Selain memiliki sifat sebagai agens biokontrol, banyak agens antagonis dapat memacu pertumbuhan tanaman karena mampu memproduksi hormon pertumbuhan, memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat,

dan memproduksi siderofor. Penelitian ini bertujuan mendapatkan agens hayati dari dalam jaringan akar dan rizosfer tanaman karet yang berpotensi mengendalikan *R. lignosus*.

## BAHAN DAN METODE

### Isolasi Mikrob dari Jaringan Akar Tanaman

Akar tanaman karet diperoleh dari perkebunan karet rakyat di Kabupaten Muaro Jambi dan Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. Sampel akar dicuci menggunakan air mengalir dan dipotong ukuran 1–2 cm. Sebanyak 1 g akar disterilkan permukaannya dengan merendam dalam alkohol 70% selama 1 menit dan dilanjutkan dengan merendam pada NaOCl 2.5% selama 2 menit, kemudian dibilas menggunakan akuades steril sebanyak 3 kali. Keberhasilan sterilisasi diuji dengan menggosokkan akar pada medium *trypticase soya agar* (TSA) 10%.

Isolasi bakteri dilakukan dengan menghaluskan akar tersebut dan menambahkan 9 mL akuades steril, kemudian diencerkan secara berseri hingga  $10^{-6}$ . Sebanyak 0.1 mL suspensi disebar pada medium TSA 10% dan diinkubasi selama 2 hari. Isolasi cendawan dilakukan dengan meletakkan potongan akar yang telah disterilisasi permukaannya pada medium agar-agar dekstrosa kentang (ADK). Cawan diinkubasi selama 7 hari untuk memperoleh cendawan. Koloni yang menunjukkan morfologi berbeda masing-masing diremajakan pada medium ADK untuk mendapatkan biakan murni.

### Isolasi Mikrob dari Rizosfer Tanaman Karet

Isolasi mikrob dari rizosfer tanaman karet dilakukan dengan metode pengenceran berseri. Sebanyak 1 g tanah ditambahkan akuades steril hingga 10 mL. Suspensi lalu digoyang pada kecepatan 100 rpm selama

15 menit, kemudian diencerkan secara berseri hingga  $10^{-6}$ . Isolasi cendawan dilakukan dengan mengulurkan 0.1 mL suspensi tanah pada medium ADK dan diinkubasi selama 7 hari, sedangkan bakteri pada medium TSA 10% dan diinkubasi selama 2 hari. Isolat cendawan dan bakteri dengan morfologi berbeda dimurnikan.

### Penyiapan Cendawan Patogen

*R. lignosus* diperoleh dari Balai Penelitian Karet Sembawa, Sumatra Selatan. Galur cendawan ini diremajakan selama 7 hari pada medium ADK untuk digunakan pada uji lanjut.

### Uji Patogenisitas

Uji patogenisitas bakteri dilakukan dengan pengujian respons hipersensitif pada tanaman tembakau. Galur bakteri ditumbuhkan pada medium *trypticase soya broth* (TSB) dan digoyang selama 24 jam dengan kecepatan 100 rpm. Sebanyak 1 mL ( $10^8$  cfu mL<sup>-1</sup>) suspensi bakteri diinfiltrasikan pada bagian bawah daun tembakau dan diinkubasi selama 48 jam. Galur bersifat patogen pada tanaman apabila terjadi nekrotik pada daun tembakau.

Uji patogenisitas cendawan dilakukan dengan mengamati gejala pada benih padi karena dapat menimbulkan gejala yang lebih cepat. Benih padi disterilkan permukaannya dengan merendam benih dalam larutan NaOCl 2% selama 2 menit, kemudian dibilas dengan akuades steril sebanyak 3 kali. Benih ditumbuhkan pada galur cendawan yang telah berumur 7 hari pada medium ADK. Pengamatan dilakukan setelah 14 hari dengan melihat gejala pada benih. Apabila terjadi nekrotik atau benih tidak tumbuh sempurna maka galur tersebut bersifat patogen pada tanaman.

### Uji Antibiosis

Uji antibiosis dilakukan untuk menentukan kemampuan mikrob dalam menekan pertumbuhan *R. lignosus*. Pengujian menggunakan metode biakan ganda, yaitu galur bakteri digoreskan pada bagian tengah cawan petri kemudian pada sisi kanan dan kiri bakteri diinokulasi *R. lignosus* dengan jarak 2.5 cm.

Galur cendawan endofit dan rizosfer diinokulasikan pada cawan petri berisi medium ADK dan pada jarak 2.5 cm dari cendawan *R. lignosus*. Zona bening yang terbentuk di antara kedua isolat menunjukkan kemampuan mikrob dalam menghasilkan senyawa antibiosis. Persentase hambatan diukur pada 7 hari setelah inokulasi menggunakan rumus:

$$\text{Persentase hambatan} = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%, \text{ dengan}$$

R1, jari-jari koloni *R. lignosus* yang tumbuh menjauhi mikrob yang diuji; R2, jari-jari koloni *R. lignosus* yang mendekati mikrob yang diuji.

### Uji Hiperparasitisme

Uji hiperparasitisme dilakukan terhadap 3 galur cendawan terbaik pada uji antibiosis. Pengujian dilakukan dengan mengamati pertemuan antara kedua koloni pada uji biakan ganda menggunakan mikroskop. Indikator aktivitas hiperparasitisme dilihat dari adanya pelilitan pada hifa *R. lignosus*.

### Uji Produksi Senyawa Volatil

Pengujian dilakukan terhadap 3 galur terbaik pada uji antibiosis. Pengujian dilakukan menggunakan dua cawan petri berukuran sama. Isolat cendawan antagonis dikulturkan pada medium ADK, sedangkan bakteri antagonis dikulturkan pada medium TSA, kemudian biakan tersebut ditutup dengan cawan petri yang telah ditumbuhkan *R. lignosus*. Setelah 7 hari, diameter *R. lignosus* diukur dan persentase penghambatan dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ penghambatan} = \frac{\phi K - \phi P}{\phi K} \times 100\%, \text{ dengan}$$

$\phi K$ , diameter *R. lignosus* pada perlakuan kontrol;  $\phi P$ , diameter *R. lignosus* pada perlakuan mikrob antagonis.

### Uji Antagonisme terhadap *R. lignosus* secara *in Vivo*

Seleksi *in vivo* dilakukan menggunakan potongan akar tanaman karet mengikuti protokol pada Jayasuriya dan Thanaakoon (2007) yang telah dimodifikasi. Akar yang digunakan berasal dari tanaman Klon GT umur 3 tahun dari kebun percobaan Pusat

Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia di Ciampea. Galur mikroba antagonis yang digunakan ialah isolat yang memiliki daya hambat lebih dari 50% pada seleksi *in vitro*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan kotak plastik dan diisi dengan tanah steril hingga 1/2 bagian. Potongan akar karet (panjang 8–10 cm, lebar 2–3 cm) disterilkan menggunakan penangas air pada suhu 50 °C selama 15 menit, kemudian direndam dalam suspensi agens antagonis ( $10^8$  cfu mL<sup>-1</sup>) selama 6 jam. Sebagai kontrol, akar direndam dalam akuades steril. Akar tanaman yang telah diberi perlakuan diletakkan di atas permukaan tanah. Sisa agens antagonis disiramkan di atas permukaan akar. Inokulasi cendawan *R. lignosus* dilakukan pada jarak 1 cm dari ujung akar pada waktu yang sama. Setelah diinkubasi selama 10 hari pertumbuhan miselium dan persentase penghambatannya dihitung.

### Karakterisasi Bakteri Antagonis sebagai Pelarut Fosfat dan Penambat Nitrogen

**Uji Pelarut Fosfat.** Bakteri antagonis dikulturkan di atas kertas cakram pada medium *Pikovskaya's agar* lalu diinkubasi pada suhu ambien selama 7 hari. Kemampuan bakteri dalam menambat fosfat ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening di sekitar koloni bakteri.

**Uji Penambat Nitrogen.** Bakteri antagonis dikulturkan pada medium semi padat *nitrogen free malat* dan diinkubasi selama 48 jam. Apabila terdapat lapisan lendir maka isolat bakteri uji tersebut memiliki kemampuan dalam penambat nitrogen.

### Identifikasi Agens Antagonis

Cendawan antagonis diidentifikasi berdasarkan karakter morfologi menurut Watanabe (2002) dan Barnet dan Hunter (2006). Bakteri antagonis diidentifikasi menggunakan teknik *polymerase chain reaction* (PCR) dengan primer universal, yaitu *forward* primer 27F (5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') dan *reverse* primer 1429R (5'-GGTTACC TTGTTACGACTT-3') (Islam *et al.* 2012).

Proses amplifikasi yang dilakukan sebanyak 30 siklus pada kondisi pra PCR suhu 95 °C selama 5 menit, denaturasi suhu 95 °C selama 1 menit, aneling suhu 55 °C selama 5 menit, elongasi suhu 72 °C selama 1.5 menit, dan *post-PCR* pada suhu 72 °C selama 5 menit. Hasil amplifikasi DNA selanjutnya dirunutkan di laboratorium First Base, Malaysia. Data hasil perunutan dicocokkan dengan data GenBank *National Center for Biotechnology Information* (NCBI) menggunakan *BLAST* pada <http://www.ncbi.nlm.nih.org>.

### Analisis Data

Pengujian antibiosis, uji produksi senyawa volatil, dan pengujian secara *in vivo* disusun dalam rancangan acak lengkap. Masing-masing percobaan diulang 3 kali dengan menggunakan kontrol negatif. Isolat dengan persentase hambatan tertinggi pada uji antibiosis merupakan kandidat isolat unggul yang digunakan dalam seleksi selanjutnya. Pertumbuhan miselium pada pengujian *in vivo* dianalisis menggunakan ANOVA dengan program SAS versi 9.1. Perlakuan yang berpengaruh nyata diuji lanjut dengan *duncan multiple range test* pada taraf  $\alpha$  5%.

## HASIL

### Mikrob dari Jaringan Tanaman dan Rizosfer Tanaman Karet

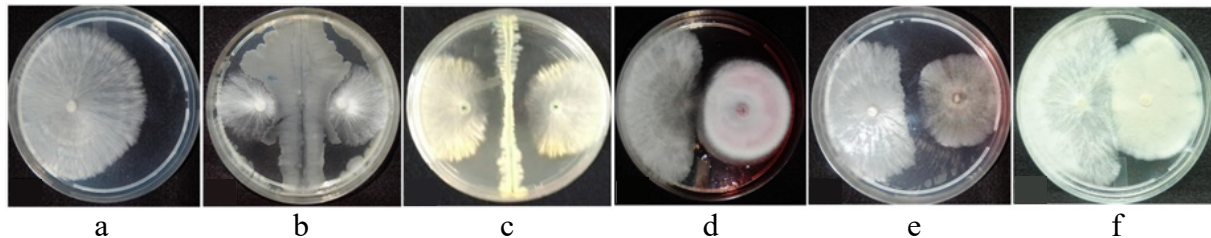
Pada penelitian ini diperoleh 131 isolat bakteri dan 28 isolat cendawan yang terdiri atas 55 isolat bakteri dari jaringan tanaman, 76 isolat bakteri rizosfer, 15 isolat cendawan jaringan tanaman dan 13 isolat cendawan dari rizosfer. Berdasarkan pengujian patogenisitas sebanyak 99 isolat bakteri dan 18 isolat cendawan bersifat nonpatogen (Tabel 1).

### Potensi Bakteri Antagonis dalam Menghambat Pertumbuhan *R. lignosus*

Hasil uji biakan ganda terhadap 99 isolat bakteri menunjukkan 2 isolat bakteri mampu menghambat pertumbuhan *R. lignosus* lebih dari 50%, yaitu bakteri endofit ME8 dan bakteri rizosfer MR3 (Gambar 1). Keduanya

Tabel 1 Jumlah mikroba yang diisolasi dari jaringan akar dan rizosfer tanaman karet

Asal mikroba	Mikroba total		Mikroba nonpatogenik	
	Bakteri	Cendawan	Bakteri	Cendawan
Jaringan Akar	55	15	42	10
Rizosfer	76	13	57	8
Total	131	28	99	18



Gambar 1 Penghambatan pertumbuhan koloni *Rigidoporus lignosus* oleh mikroba antagonis. a, kontrol; b, bakteri endofit ME8; c, bakteri rizosfer MR3; d, cendawan endofit hifa steril CB8; e, cendawan endofit CB6; dan f, cendawan endofit CL3.

menghambat pertumbuhan miselium *R. lignosus* masing-masing hingga 100% secara *in vivo* pada akar tanaman karet (Tabel 2).

#### Potensi Cendawan Antagonis dalam Menghambat Pertumbuhan *R. lignosus*

Berdasarkan uji biakan ganda diperoleh 3 cendawan endofit yang memiliki daya hambat tinggi, yaitu galur CB8, CB6, dan CL3. Ketiganya mampu menghambat pertumbuhan miselium lebih dari 50% pada pengujian *in vivo*. Pengujian produksi senyawa volatil menunjukkan bahwa hanya cendawan CB8 yang mampu menghambat pertumbuhan *R. lignosus* (Tabel 3). Cendawan CL3 dan CB8 memiliki aktivitas hiperparasitisme ditunjukkan dengan adanya pelilitan pada hifa *R. lignosus*, sementara cendawan CB6 menyebabkan ukuran hifa *R. lignosus* mengecil (Gambar 2).

#### Potensi Bakteri Antagonis sebagai Agens Pemacu Pertumbuhan

Bakteri ME8 mampu menambat fosfat yang ditandai oleh terbentuknya zona bening di sekitar koloni setelah 7 hari inkubasi. Hasil pengujian lainnya juga menunjukkan bakteri ME8 dan MR3 termasuk kelompok bakteri penambat nitrogen yang ditandai oleh terbentuknya lapisan lendir dan pelikel (Tabel 4).

#### Identifikasi Cendawan dan Bakteri Antagonis

Berdasarkan karakteristik morfologi, cendawan CB8 merupakan hifa steril, CB6 diidentifikasi sebagai *Chaetomium* sp., dan CL3 sebagai *Penicillium* sp. Berdasarkan peruntukan gen 16S rRNA, isolat bakteri ME8 memiliki kekerabatan yang dekat dengan *Bacillus siamensis* B268 (no akses: KU644287), dan bakteri MR3 memiliki kekerabatan yang dekat dengan *B. amyloxylicus* SXAU001 (no akses: KY271752).

#### PEMBAHASAN

Mikroba antagonis yang telah diisolasi dari jaringan akar dan rizosfer tanaman karet memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai agens hayati dalam mengendalikan *R. lignosus*. Hasil pengujian secara *in vitro* diperoleh isolat-isolat potensial yang memiliki beberapa mekanisme pengendalian patogen. Mekanisme bakteri antagonis meliputi kompetisi ruang dan nutrisi, memproduksi senyawa allelokimia, dan menginduksi ketahanan sistemik (ISR) tanaman inang (Compant *et al.* 2005). Suatu agens antagonis dapat memiliki 1 atau lebih mekanisme dalam mengendalikan patogen.

Isolat bakteri ME8 dan MR3 merupakan isolat bakteri antagonis yang potensial

Tabel 2 Potensi bakteri antagonis dalam menghambat pertumbuhan *Rigidoporus lignosus*

Isolat	Uji <i>in vitro</i>		Uji <i>in vivo</i>	
	Daya hambat (%)	Pertumbuhan miselium (cm)	Daya hambat (%)	Pertumbuhan miselium (cm)
ME8	70.0	0.0 b	100	0.0 b
MR3	62.5	0.0 b	100	0.0 b
Kontrol	0.0	10.0 a	0.0	10.0 a

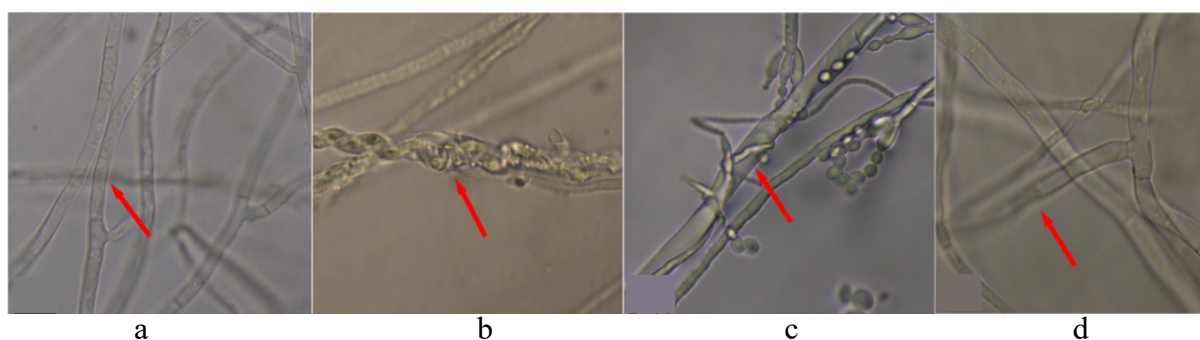
Angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan pada  $\alpha$  5%

Tabel 3 Potensi cendawan antagonis dalam menghambat pertumbuhan *Rigidoporus lignosus*

Isolat cendawan antagonis		Uji <i>in vitro</i>		Uji <i>in vivo</i>	
Isolat	Genus	Daya hambat (%)		Pertumbuhan miselium (cm) <sup>b</sup>	Daya hambat (%)
		Antibiosis	VOC <sup>a</sup>		
CB8	Hifa steril CB8	65.3	13.0	1.2 bc	74.2
CB6	<i>Chaetomium</i> sp.	57.8	0.0	2.7 b	55.5
CL3	<i>Penicillium</i> sp.	57.3	0.0	0.0 c	100
Kontrol	-	0.0	0.0	5.3 a	0.0

<sup>a</sup>, Volatile organic compound

<sup>b</sup>, Angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan pada  $\alpha$  5%



Gambar 2 Aktifitas hiperparasitisme cendawan antagonis pada miselium *Rigidoporus lignosus*. a, Hifa normal *R. lignosus*; b, pelilitan pada hifa *R. lignosus* oleh cendawan CB8; c, pelilitan pada hifa *R. lignosus* oleh cendawan CL3 dan; d, ukuran hifa *R. lignosus* mengecil akibat parasitisme cendawan CB6.

Tabel 4 Bakteri antagonis sebagai agens pelarut fosfat dan penambat nitrogen

Isolat	Pelarut fosfat (mm)	Penambat nitrogen
ME8	1.4	+
MR3	0	+

+, terdapat lapisan lendir

untuk pengendalian hayati *R. lignosus* pada pengujian *in vitro*. Bakteri endofit ME8 memiliki pertumbuhan yang cepat dan menghambat pertumbuhan patogen, sedangkan bakteri rizosfer MR3 menghasilkan senyawa antibiosis. Isolat bakteri ME8 dan MR3 juga diketahui mampu mempertahankan potensinya untuk mengendalikan *R. lignosus*

dalam kondisi *in vivo*. Pengendalian *R. lignosus* menggunakan bakteri antagonis selama ini belum banyak diteliti di lapangan. Hasil penelitian Muharni dan Widjajanti (2011) menunjukkan bahwa bakteri *Bacillus* sp. dan *B. apiarius* yang diisolasi dari rizosfer tanaman karet bersifat antagonis dengan menghasilkan enzim kitinolitik dan mampu

menghambat pertumbuhan *R. lignosus* sebesar 6.12 mm pada pengujian *in vitro*. Bakteri *B. amyloliquefaciens* diketahui menghasilkan senyawa *surfactin*, *iturin*, *bacilomycine*, *azalomycin*, *acivicin*, *arthrobactin*, *rhodotorola acid*, *valinomycin*, *stenothricin*, *enterochelin*, dan *nocardamin* (Wulff *et al.* 2002).

Kemampuan bakteri dalam melarutkan fosfat dan memfiksasi nitrogen akan memengaruhi kebugaran tanaman inang sehingga lebih toleran terhadap penyakit. Singh *et al.* (2010) menyatakan bahwa aplikasi bakteri pelarut fosfat memiliki korelasi positif terhadap performa tanaman dengan meningkatkan pertumbuhan dan meningkatkan hasil panen tanaman kedelai sebesar 23.88%. Inokulasi bakteri fiksasi nitrogen pada tanaman tomat dan cabai merah diketahui mampu meningkatkan klorofil tanaman, hara makro dan mikro tanaman, vigor, dan biomassa tanaman (Islam *et al.* 2012).

Selain bakteri antagonis diperoleh juga cendawan dari jaringan akar yang mampu menghambat pertumbuhan *R. lignosus*, yaitu cendawan endofit hifa steril CB8, cendawan endofit CB6, dan cendawan endofit CL3. Soyong *et al.* (2001) menyatakan bahwa *Chaetomium globosum* menghasilkan senyawa *chaetoglobosin* dan *chaetoviridins* yang berperan dalam menekan pertumbuhan patogen.

Cendawan endofit CL3 dan hifa steril CB8 memiliki aktivitas hiperparasitisme dan mengakibatkan hifa *R. lignosus* menjadi lisis, keriput, dan membengkak. Interaksi hiperparasitisme cendawan antagonis *Pythium radiosum* terhadap *Botrytis cinerea* menyebabkan koagulasi protoplasma, hifa menjadi kosong, dan kerusakan hifa ini dapat menyebabkan percabangan dan produksi struktur seksual (Paul 1999). Selain bersifat antibiosis, cendawan hifa steril CB8 juga menghasilkan senyawa volatil. Cendawan endofit dapat memproduksi asam volatil seperti alkohol, ester, keton, dan lipid yang mampu menghambat *Fusarium solani*, *Pythium ultimum*, dan *Rhizoctonia solani* (Strobel 2001).

Cendawan antagonis yang telah dimanfaatkan dalam mengendalikan *R. lignosus* sebagian besar merupakan genus *Trichodema*. Aplikasi *T. harzianum* pada potongan akar yang terinfeksi *R. lignosus* mengakibatkan pemulihan akar hingga 72% jika akar terinfeksi ringan, sementara jika terinfeksi berat hanya dapat memulihkan kondisi akar sebesar 23.6% (Jayasuriya dan Thanaakkon 2007). *Hypocrea atroviridis* yang diisolasi dari perkebunan karet di Sumatra dapat menghambat pertumbuhan patogen sebesar 77.93% pada 7 hari setelah inokulasi (Amaria *et al.* 2015). *C. cupreum* yang diformulasikan dalam bentuk tepung dan minyak mampu mengurangi insidensi penyakit akar putih pada karet sebesar 60–80% (Soyong dan Kaewchai 2014).

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa bakteri endofit ME8, bakteri rizosfer MR3, cendawan endofit CB8, cendawan endofit CB6, dan cendawan endofit CL3 yang diisolasi dari jaringan akar dan rizosfer tanaman karet memiliki potensi sebagai agens hayati untuk mengendalikan penyakit akar putih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amaria W, Harni R, Samsudin. 2015. Evaluasi jamur antagonis dalam menghambat pertumbuhan *Rigidoporus microporus* penyebab penyakit jamur akar putih pada tanaman karet. JTIDP. 2(1):51–60.
- Barnet HL, Hunter BB. 2006. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Ed ke-4. Amerika (US): APS Press.
- Compant S, Duffy B, Nowak J, Clement C, Barkal EA. 2005. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant disease: principle, mechanisms of action, and future prospects. Appl Environ Microbiol. 71:4951–4959. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.71.9.4951-4959.2005>.
- Islam MR, Sultana T, Joe MM, Yim W, Cho JC, Sa T. 2012. Nitrogen-fixing bacteria with multiple plant growth-promoting activities enhance growth of tomato and red pepper.

- J Bas Microbiol. 53(1004):1–25. DOI: <https://doi.org/10.1002/jobm.201200141>.
- Isnaini N. 2016. Pengendalian JAP pada Tanaman Karet di Indonesia dengan Dana APBN-TP 2016. [www.ditjenbun.pertanian.go.id](http://www.ditjenbun.pertanian.go.id). [diakses 5 Oktober 2016].
- Jayasuriya KE, Thanaakoon BI. 2007. Biological control of *Rigidoporus lignosus* the cause of white root disease in rubber. J Bio Sci. 36(1):9–16.
- Muharni, Widjajanti H. 2011. Skrining bakteri kitinolitik antagonis terhadap pertumbuhan jamur akar putih (*Rigidoporus lignosus*) dari rizosfir tanaman karet. J Penel Sains. 14(1):14112–14151.
- Omo-Ikerodah EE, Omorusi VI, Mokwunye MUB. 2012. Challenges and progress in the control of white root rot disease of *Hevea brasiliensis* in Africa. World Rural Observ. 4(1):1–2.
- Paul B. 1999. Suppression of *Botrytis cinera* causing the grey mould disease of grape-vine by an aggressive mycoparasite, *Phytium radiosum*. FEMS Microbiol. 176:25–30. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1999.tb13637.x>.
- Singh AV, Shah S, Prasad B. 2010. Effect of phosphate solubilizing bacteria on plant growth promotion and nodulation in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). J Hill Agric. 1(1):35–39.
- Soytong K, Kaewchai S. 2014. Biological control of white root of rubber trees using *Chaetomium cupreum*. J Agric Tech. 10(1):93–103.
- Soytong K, Kanokmedhakul S, Kukongviriapa V, Isobe M. 2001. Application of *Chaetomium* species (Ketomuim®) as a new broad spectrum biological fungicide for plant disease control: Fungal Divers 7: 1–15.
- Strobel GA, Dirkse E, Sears J, Markworth C. 2001. Volatile antimicrobials from *Muscodora albus* a novel endophytic fungus. Microbiology. 147:2943–2950. DOI: <https://doi.org/10.1099/00221287-147-11-2943>.
- Watanabe T. 2002. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi*. Ed ke-2. Washington (US): CRC Pr. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781420040821>.
- Wulff EG, Mguni CM, Mansfeld-Giese K, Fels J, Lubeck M, Hockenhull J. 2002. Biochemical and molecular characterization of *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. subtilis* and *B. pumilus* isolates with distinct antagonistic potential against *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Plant Pathol. 5:574–584. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2002.00753.x>.