# PATOGENISITAS *Rhizoctonia solani* PADA SEMAI *Pinus merkusii* DAN *Acacia mangium*

## *Pathogenicity of* Rhizoctonia solani *on* Pinus merkusii *and* Acacia mangium *Seedlings*

ACHMAD[1], SOETRISNO HADI[1], ELIS N. HERLINAYANA[1] dan AGUS SETIAWAN[2]


## ABSTRACT

*Pathogenicity of Rhizoctonia solani was studied by evaluating the ability of the pathogen to attack several ages of Pinus merkusii and Acacia mangium seedlings. Results showed that R. solani attacked P. merkusii from seed stage up to seven week-old seedlings, while eight week-old ones were free from the pathogen's attack. On A. mangium, 16 day-old seedlings were uninfected by R. solani, while 12 day-old ones were still attacked by the pathogen.*

*Pathogenesis of R. solani was also studied by evaluating the activities of cellulolytic and pectolytic enzymes produced by the fungi and compared them with the activities of the same enzymes produced by Fusarium oxysporum. Result showed that R. solani's cellulolytic enzymes activity, reflected by the activity of C1-cellulase, was lower compared with that of F. oxysporum. On the other hand, R. solani was more intensive degrading pectin medium than F. oxysporum, such phenomenon reflected higher activity of pectolytic enzymes activity of R. solani compared with that of F. oxysporum.*


## PENDAHULUAN

Hutan Tanaman Industri (HTI) yang dicanangkan pembangunannya sejak tahun 1984, menjadi tumpuan harapan kesinambungan pasokan bahan baku industri perkayuan, sekaligus dimaksudkan untuk merehabilitasi areal hutan produksi yang sudah tidak produktif, serta untuk membangun lahan-lahan kritis agar menjadi produktif kembali. *Pinus merkusii* dan *Acacia mangium* adalah dua di antara jenis-jenis pohon yang disarankan untuk ditanam di areal HTI. Keduanya merupakan jenis asli Indonesia yang cepat tumbuh.

Pembangunan HTI berimplikasi dengan penanaman pohon sejenis, seumur, pada areal pertanaman yang luas. Keberhasilan pembangunan HTI sangat ditentukan antara lain oleh tersedianya semai berkualitas tinggi dalam jumlah yang cukup. Penyakit lodoh merupakan salah satu penyebab utama berkurangnya jumlah semai di pesemaian. Semai *P. merkusii* dan *A. mangium* keduanya rentan terhadap penyakit tersebut.

Penyakit lodoh disebabkan oleh beberapa jenis fungi patogen penghuni tanah, salah satu di antaranya adalah *Rhizoctonia solani*. Fungi patogen ini mempunyai daya adaptasi yang tinggi, memiliki banyak strain, kisaran inangnya luas, dan mampu bertahan hidup lama di dalam tanah (Baker dan Snyder, 1970; Ogoshi, 1975). Perpaduan antara sifatnya sebagai saprob dan sifat patogeniknya yang tidak hanya terbatas pada inang tertentu, men-

[1] Staf Pengajar dan Peneliti pada Lab. Patologi Hutan, Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB
[2] Alumni Fakultas Kehutanan, IPB

jadikan *R. solani* sebagai patogen yang penting secara ekonomi, serta sulit dikendalikan di lapangan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui patogenisitas *R. solani* pada semai *P. merkusii* dan *A. mangium*, yaitu dengan menguji periode serangannya. Di samping itu tujuannya juga juga untuk mempelajari patogenesis fungi tersebut dengan menguji aktivitas enzim-enzim selulolitik dan pektolitiknya. Kegunaan mengetahui periode serangan tersebut adalah untuk menentukan sampai umur berapa semai masih memerlukan perlindungan terhadap serangan *R. solani*, sedang melalui uji patogenesis dapat diketahui mekanisme serangan patogen sebagai informasi untuk memanfaatkan mekanisme pertahanan inang dalam rangka pengembangan cara perlindungan semai terhadap patogen bersangkutan.

## BAHAN DAN METODE

Isolat *R. solani* yang digunakan dalam percobaan diperoleh melalui isolasi lang-sung dari pangkal batang semai *P. merkusii* yang terserang lodoh. Isolat yang digunakan memiliki karakteristik: hifa berukuran ± 6-9 µm, bersepta, percabangannya tegak lurus, berwarna putih kecoklatan, tidak menghasilkan konidia, menghasilkan sklerotia, multinukleat, membentuk sel-sel monilioid. Karakteristik tersebut sesuai dengan karakteristik *R. solani* yang dikemukakan Ogoshi (1975) serta Sneh dkk. (1991).

**Patogenisitas *R. solani* pada Semai *P. merkusii* dan *A. mangium***

Inokulum *R. solani* disiapkan dengan menanam tiga potongan koloni (∅ 6 mm) berumur lima hari pada 100 g media CMS ('Corn Meal Sand'), yang terdiri atas campuran pasir, hancuran biji jagung dan air (96:4:20 g/g/ml), dalam labu Erlenmeyer volume 250 ml yang diotoklaf (121 °C, 1 atmosfer) selama 60 menit. Labu beserta isinya ditempatkan pada suhu kamar selama dua minggu. Untuk kontrol media patogen, labu Erlenmeyer berisi jenis media campuran yang sama tanpa diinokulasi fungi ditempatkan pada suhu kamar selama dua minggu.

Benih *P. merkusii* dan *A. mangium* yang akan digunakan direndam dalam air destilata selama 24 jam. Benih yang tenggelam kemudian disterilkan permukaannya dengan merendam dalam larutan NaOCl 0.5% selama 10 menit, dan selanjutnya benih dibilas beberapa kali dengan air steril. Benih kemudian dikeringanginkan dengan meletakkannya dalam wadah yang telah dialasi kertas saring steril, selanjutnya benih ditabur pada bak pengecambah berisi media tanam steril. Penaburan benih dilakukan secara bertahap dengan hitungan mundur untuk memperoleh semai dengan umur yang dikehendaki. Semai dipelihara dengan penyiraman tiap sore hari hingga mencapai umur yang diperlukan.

Pengujian patogenisitas *R. solani* terhadap *P. merkusii* dan *A. mangium* dilakukan pada dua percobaan yang terpisah. Tiap percobaan disusun dalam rancangan petak terbagi dengan rancangan lingkungan acak lengkap diulang dua kali. Sebagai petak utama adalah perlakuan media, yaitu kontrol (tanpa infestasi patogen dan tanpa penambahan media patogen), ditambah media patogen, dan diinfestasi *R. solani*. Sebagai anak petak adalah umur semai, yaitu 0, 2, 4, 6, 7, dan 8 minggu untuk *P. merkusii*, dan 0, 4, , 8, 12, dan 16 hari untuk *A. mangium*. Taraf 0 pada umur semai menunjukkan bahwa bahan pertanamannya adalah benih. Satuan percobaannya adalah 20 semai atau benih yang masing-masing ditanam dalam wadah tanam terpisah. Media tanam yang digunakan berupa campuran tanah Latosol Darmaga bukan dari pertanaman dan pasir ( 1:1 b/b) yang sudah diotoklaf (121°C, 1 atmosfer) selama 60 menit.

Infestasi dilakukan dengan mencampur merata 2.5 g inokulum dengan 100 g media tanam dalam politub ('polytube'), kemudian ditambah 10 ml air steril. Untuk kontrol ditambah media patogen, ke dalam tiap 100 g media tanam ditambahkan 2.5 g media patogen dan 10 ml air steril, sedang untuk kontrol tanpa infestasi patogen dan penambahan media patogen media hanya ditambah 10 ml air steril. Wadah tanam selanjutnya ditutup dengan plastik, kemudian didiamkan selama empat hari.

Setelah empat hari, dilakukan penanaman semai *P. merkusii* atau *A. mangium* dengan umur yang dikehendaki. Sebelum ditanam, semai yang diambil dari bak pengecambah terlebih dahulu akarnya dicuci dan disemprot dengan air steril. Wadah tanam kemudian ditempatkan di bawah rumah plastik yang dinaungi paranet 70 % untuk *P. merkusii*, atau di rumah kaca untuk *A. mangium*. Penyiraman dilakukan tiap sore hari menggunakan air kran.

Pengamatan terhadap semai yang mati dilakukan tiap hari hingga 14 hari setelah tanam (hst) untuk *P. merkusii* dan 12 hst untuk *A. mangium*. Untuk umur 0 minggu, pengamatan dilakukan sejak benih berkecambah sampai dengan 14 atau 12 hari kemudian berturut-turut untuk *P. merkusii* dan *A. mangium*

**Patogenesis *R. solani***

Studi patogenesis *R. solani* dilakukan dengan menguji aktivitas enzim-enzim selulolitik dan pektolitik fungi patogen tersebut. Sebagai pembanding, pengujian juga dilakukan terhadap *Fusarium oxysporum* yang juga merupakan salah satu jenis patogen lodoh. Untuk mewakili aktivitas enzim selulolitik, dilakukan pengujian aktivitas FP-ase ('Filter Paper'-ase) atau selulase-C1, sedang untuk enzim pektolitik diwakili oleh aktivitas poligalakturonase. Aktivitas selulase-C1 ditentukan dengan teknik spektrofotometri menggunakan glukosa sebagai standar, sedang aktivitas poligalaktoronase ditentukan dengan teknik iodometri menggunakan asam galakturonat monohidrat sebagai standar.

Enzim diekstrak dari isolat yang ditumbuhkan pada beberapa macam 'media'. Media pertama adalah CMS steril dalam tabung reaksi yang diinokulasi dengan satu potongan koloni fungi patogen (∅ 6 mm) dan diinkubasi selama tujuh hari, dan sebagai kontrol adalah media CMS yang tidak diinokulasi fungi patogen. Media ke dua adalah CMS steril dalam tabung reaksi yang di atasnya ditempatkan 0.1 g potongan batang semai steril (panjang potongan ± 1 cm) berumur 2 atau 8 minggu, kemudian media diinokulasi dengan satu potongan koloni fungi patogen ∅ 6 mm dan selanjutnya diinkubasi selama tujuh hari. Kontrol disiapkan dengan prosedur sama, hanya saja tidak dilakukan inokulasi fungi patogen. Sterilisasi media CMS dilakukan dalam otoklaf (121°C, 1 atmosfer) selama 60 menit, sedang sterilisasi permukaan potongan batang semai *P. merkusii* dilakukan dengan cara merendamnya dalam $HgCl_2$ 0.5 % selama 3 menit kemudian dibilas dua kali dengan merendam dalam air steril selama 15 menit.

Uji lain untuk mendeteksi produksi pektinase dilakukan dengan menumbuhkan fungi pada media pektin (Atlas, 1993) dan diinkubasi selama 10 hari. Produksi pektinase ditandai antara lain oleh berubahnya warna media dari hijau kecoklatan menjadi merah.

# HASIL PENELITIAN

**Patogenisitas *R. solani* pada Semai *P. merkusii* dan *A. mangium***

Hasil pengamatan pada *P. merkusii* menunjukkan bahwa *R. solani* mengakibatkan lodoh benih, lodoh dalam tanah, dan lodoh pangkal batang. Untuk lodoh pangkal batang, patogen menyerang hipokotil semai yang masih sukulen. Gejala khas penyakit lodoh tipe tersebut adalah terjadinya penggentingan hipokotil akibat maserasi jaringan dan diikuti pembusukan hipokotil dekat permukaan tanah secara cepat, sehingga semai yang masih segar menjadi rebah.

Infestasi *R. solani* nyata mengakibatkan persentase semai mati yang tinggi dibanding kontrol maupun yang ditambah media patogen, baik pada *P. merkusii maupun A. mangium*. Meskipun demikian rata-rata persentase semai mati tersebut memperlihatkan nilai simpangan baku yang tinggi (Tabel 1). Hal tersebut menunjukkan bahwa persentase semai mati akibat serangan *R. solani* dipengaruhi oleh umur semai.

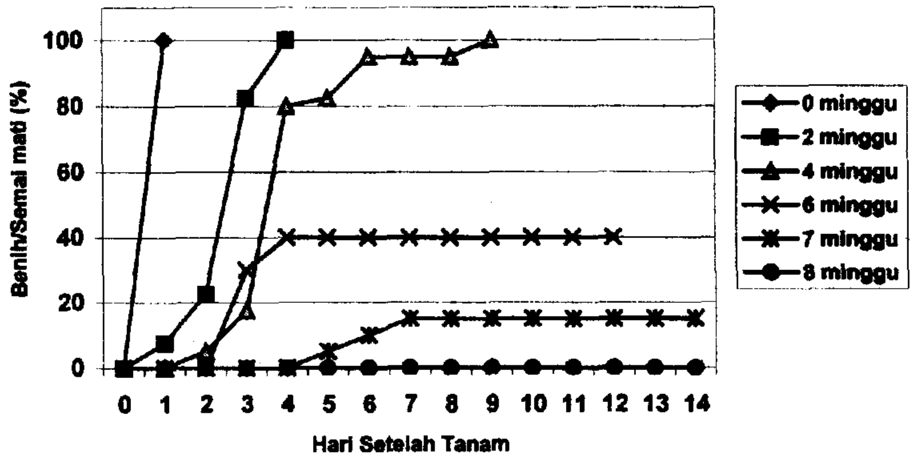
Tabel 1. Persentase Semai *P. merkusii* dan *A. mangium* yang Mati pada Beberapa Perlakuan Media Tanam dan Tingkat Umur

| Perlakuan | | Semai mati*) (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *P. merkusii* | | | *A. mangium* | | |
| Media tanam | | | | | | | |
| Kontrol | | 6.2(b) | ± | 6.78 | 0.0(b) | ± | 0.00 |
| Ditambah media patogen | | 5.8(b) | ± | 6.68 | 0.0(b) | ± | 0.00 |
| Diinfestasi *R. solani* | | 61.7(a) | ± | 43.65 | 69.0(a) | ± | 43.32 |
| Umur semai | | | | | | | |
| *P. merkusii* (minggu) | *A. mangium* (hari) | | | | | | |
| 0 | 0 | 59.0(a) | ± | 40.94 | 33.3(a) | ± | 51.64 |
| 2 | 4 | 65.0 (a) | ± | 45.21 | 33.3(a) | ± | 51.64 |
| 4 | 8 | 60.0 (a) | ± | 43.84 | 33.3(a) | ± | 51.64 |
| 6 | 12 | 25.0(b) | ± | 23.33 | 15.0(b) | ± | 25.10 |
| 7 | 16 | 8.0 (c) | ± | 7.88 | 0.0(c) | ± | 0.00 |
| 8 | | 0.0 (d) | ± | 0.00 | | | |

*) - nilai tiap kolom: rataan ± simpangan baku dalam persen
- nilai rataan pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5 % berdasarkan uji jarak berganda Duncan

Pada *P. merkusii* maupun *A. mangium*, persentase semai mati tergantung pada umur semai, yaitu makin tua semai makin rendah persentasenya. Untuk perlakuan kontrol dan ditambah media patogen, benih/semai mati hanya terjadi pada *P. merkusii* umur 0 minggu, sedang pada tingkat umur lainnya tidak terjadi kematian semai. Untuk *A. ma-ngium*, tidak ditemukan benih/semai mati pada kedua perlakuan kontrol pada semua tingkat umur semai.

Serangan *R. solani* pada semai *P. merkusii* terjadi dari stadia benih hingga semai berumur tujuh minggu, sedang semai berumur delapan minggu telah bebas dari serangan. Semai mati hingga 100 % terjadi hingga umur semai empat minggu, dan sesudah umur tersebut persentase semai mati nyata berkurang. Serangan tercepat terjadi pada semai umur 2 minggu karena pada 4 hst semai mati telah mencapai 100% (Gambar 1).

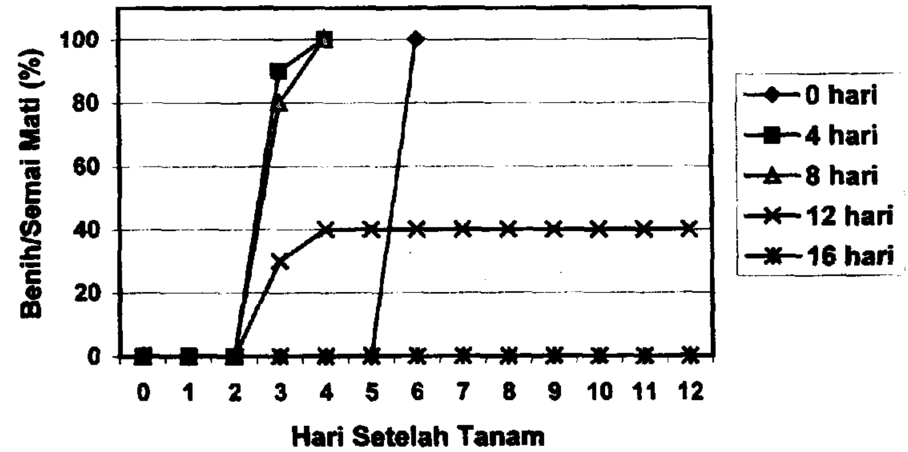



Gambar 1. Serangan *R. solani* pada Beberapa Tingkat Umur Semai *P. merkusii*

Serangan *R. solani* pada semai *A. mangium* terjadi dari stadia benih hingga semai berumur 12 hari, sedang semai berumur 16 hari telah bebas dari serangan. Semai mati hingga 100% terjadi hingga umur semai delapan hari, dan pada umur semai 12 hari serangan R. solani nyata berkurang (Gambar 2).

**Patogenesis *R. solani***

Terdeteksinya glukosa setelah filtrat biakan fungi direaksikan dengan kertas saring sebagai sumber selulosa, menunjukkan dihasilkannya selulase-C1 oleh fungi bersangkutan. Hancuran biji jagung pada media CMS maupun potongan batang semai *P. merkusii* mengandung selulosa. *R. solani* maupun *F. oxysporum* menghasilkan selulase-C1 bila dibiakkan pada media yang mengandung selulosa sebagai sumber karbon, yaitu CMS dan CMS yang ditambah potongan batang semai *P. merkusii*, yang ditunjukkan oleh dihasilkannya glukosa (Tabel 2).




Gambar 2. Serangan *R. solani* pada Beberapa Tingkat Umur Semai *A. mangium*

Tabel 2. Kadar Glukosa yang Ditimbulkan oleh Filtrat Biakan *R. solani* dan *F. oxysporum* pada Beberapa Macam Media Beserta Kontrolnya

| Perlakuan*) | Kadar glukosa**) (mg/ml) | | | Kadar asam galakturonat monohidrat2) (mg/ml) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *R. solani* - CMS | 0.078 (b) | ± | 0.0035 | 1.378 | ± | 0.0700 |
| *F. oxysporum* – CMS | 0.171 (d) | ± | 0.0155 | 1.353 | ± | 0.0346 |
| Kontrol CMS | 0.013 (a) | ± | 0.0000 | 1.323 | ± | 0.0438 |
| *R. solani* - CMS - 2m | 0.157 (cd) | ± | 0.0056 | 1.311 | ± | 0.0608 |
| *F. oxysporum* - CMS - 2m | 0.213 (e) | ± | 0.0163 | 1.323 | ± | 0.0084 |
| Kontrol CMS - 2m | 0.013 (a) | ± | 0.0014 | 1.354 | ± | 0.0169 |
| *R. solani* - CMS - 8m | 0.202 (e) | ± | 0.0056 | 1.311 | ± | 0.0777 |
| *F. oxysporum* - CMS - 8m | 0.323 (f) | ± | 0.0120 | 1.329 | ± | 0.0176 |
| Kontrol CMS - 8m | 0.015 (a) | ± | 0.0014 | 1.323 | ± | 0.0438 |

1) *- CMS-2m atau -8m: media CMS ditambah potongan batang semai *P. merkusii* umur 2minggu atau 8 minggu; kontrol: media tanpa fungi patogen

2) nilai rataan yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda pada taraf 5 % berdasarkan uji jarak berganda Duncan

Tanpa fungi yang dapat mendegradasi selulosa pada media, kadar glukosa yang ditimbulkan oleh filtrat kontrol CMS dan kontrol CMS yang ditambah potongan batang semai *P. merkusii* umur dua atau delapan minggu sangat rendah, yaitu berturut-turut hanya sebesar 0.013, 0.013, dan 0.015 mg/ml. Glukosa yang terdeteksi tersebut diduga berasal dari gula sederhana yang terdapat pada hancuran biji jagung pada CMS. Dari ketiga macam media tersebut, CMS tanpa potongan batang semai diduga mengandung selulosa terendah, yaitu yang terdapat pada hancuran biji jagung, dan kandungan selulosa media makin meningkat berturut-turut oleh penambahan potongan batang semai *P. merkusii* umur dua minggu dan delapan minggu.

Kadar glukosa yang ditimbulkan oleh filtrat biakan *F. oxysporum* pada CMS dan CMS yang ditambah potongan batang semai *P. merkusii* umur dua minggu atau delapan minggu berturut-turut sebesar 0.171, 0.213, dan 0.323 mg/ml. Kadar glukosa yang ditimbulkan oleh filtrat biakan *R. solani* pada urutan media yang sama juga meningkat, yaitu sebesar 0.078, 0.157, dan 0.202 mg/ml. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aktivitas selulase-C1 kedua jenis fungi patogen makin meningkat dengan makin banyaknya selulosa yang terdapat pada media.

Berlainan dari aktivitas selulase-C1 kedua jenis fungi patogen yang dapat dideteksi pada semua media yang mengandung selulosa, aktivitas poligalakturonase ternyata tidak dapat dideteksi berdasarkan teknik iodometri yang telah dilakukan. Hal tersebut ditunjukkan oleh kadar asam galakturonat monohidrat yang ditimbulkan oleh filtrat biakan fungi pada semua media maupun kontrolnya yang tidak berbeda nyata (Tabel 2).

Meskipun aktivitas poligalakturonase kedua fungi patogen tidak berhasil dideteksi dengan teknik iodometri yang diterapkan, pembiakan kedua jenis fungi patogen pada medium pektin mengindikasikan dihasilkannya pektinase. Pertumbuhan kedua jenis fungi pada medium yang mengandung pektin lebih intensif dibanding pertumbuhan pada medium tanpa pektin. Bobot kering miselia *R. solani* dan *F. oxysporum* pada medium pektin lebih tinggi berturut-turut hingga 24.5 dan 3.2 kali dibanding bobot kering miselia kedua jenis fungi pada medium tanpa pektin (Tabel 3).

Tabel 3. Rata-rata Bobot Kering[*)] Miselia *R. solani* dan *F. oxysporum* pada Medium Pektin Beserta Kontrolnya

| Peubah | *R. solani* | *F. oxysporum* |
|---|---|---|
| Bobot kering miselia pada medium pektin (g) | 0.3291 (± 0.0081) | 0.2105 (± 0.0031) |
| Bobot kering miselia pada medium tanpa pektin (kontrol) (g) | 0.0129 (± 0.0010) | 0.0493 (± 0.009) |
| Peningkatan bobot kering miselia pada medium pektin terhadap bobot kering miselia pada kontrol (x) | 24.5 (± 2.71) | 3.2 (± 0.14) |

*) bobot kering miselia setelah diinkubasi pada suhu 60°C selama 24 jam

Medium pektin yang ditumbuhi fungi berubah warnanya, yaitu dari hijau kecoklatan menjadi kemerahan hingga merah. *R. solani* mengakibatkan perubahan warna medium lebih tajam dibanding perubahan warna medium yang diakibatkan *F. oxysporum*. *R. solani* juga mengakibatkan medium pektin menjadi transparan, akan tetapi *F. oxysporum* tidak.

# PEMBAHASAN

## Patogenisitas *R. solani* pada Semai

### *P. merkusii* dan *A. mangium*

*R. solani*, dapat menyerang *P. merkusii* dari benih hingga semai berumur tujuh minggu. Rentang periode serangan ini lebih panjang dari yang dilaporkan Hodge dan Luchle (1959), yaitu hingga semai berumur empat atau lima minggu. Terhadap *A. mangium*, *R. solani* menyerang benih hingga semai umur 12 hari. Oleh karena perlindungan semai terhadap *R. solani* dan patogen lodoh secara umum hendaknya tetap dilakukan hingga semai berumur 7 minggu untuk *P. merkusii* atau hingga semai berumur 12 hari untuk *A. mangium*.

*R. solani* sangat intensif menyerang semai *P. merkusii* dan *A. mangium* muda. Persentase semai mati makin berkurang dengan makin tuanya kedua jenis semai. Hal tersebut menunjukkan bahwa makin tua semai, ketahanannya terhadap serangan patogen lodoh makin meningkat. Boyce (1961) mengaitkan serangan patogen dengan kondisi jaringan semai yang masih sukulen. Achmad (1997) mempelajari anatomi batang semai *P. merkusii* berumur 2 hingga 8 minggu. Ia melaporkan bahwa semua bagian batang semai *P. merkusii* berumur dua minggu masih berupa jaringan sukulen, dan sifat sukulen tersebut makin berkurang dengan bertambah tuanya semai. Batang semai berumur lima minggu mulai berkayu, dan dengan makin bertambahnya umur semai maka batangnya makin keras.

## Patogenesis *R. solani*

*R. solani* merupakan salah satu jenis patogen lodoh. Agrios (1988) menguraikan proses infeksi penyakit lodoh tipe lodoh benih yang melibatkan enzim-enzim pendegradasi lamela tengah dan dinding sel, meliputi pektinase, selulase, dan protease. Pada lodoh pangkal batang, terjadi gejala maserasi dan pembusukan jaringan terinfeksi secara cepat. Gejala demikian memperlihatkan terlibatnya aktivitas enzim-enzim patogen pen-degradasi lamela tengah dan dinding sel inang, yaitu pektinase dan selulase, dalam patogenesis (Bateman dan Basham, 1976).

Penambahan filtrat kedua jenis fungi yang dibiakkan pada medium CMS pada kertas saring, menyebabkan terdeteksinya glukosa. Hal tersebut menunjukkan aktivitas selulase-C1 kedua jenis fungi patogen untuk mendegradasi selulosa sebagai sumber karbon yang terdapat pada hancuran biji jagung. Penambahan potongan batang semai *P. merkusii* pada media CMS mengakibatkan aktivitas selulase-C1 kedua jenis fungi yang nyata lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa potongan batang semai *P. merkusii* menjadi substrat selulosa tambahan di samping selulosa yang terdapat pada hancuran biji jagung. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Bateman (1964b) dan Yoshida dkk. (1989) yang berturut-turut melaporkan produksi selulase oleh *R. solani* dan *F. oxysporum*.

Aktivitas selulase filtrat biakan kedua jenis fungi pada media dengan potongan batang semai berumur delapan minggu lebih tinggi dibanding aktivitas selulase filtrat biakan kedua jenis fungi pada media dengan potongan batang semai berumur dua minggu. Hal ini menunjukkan bahwa kadar selulosa batang semai berumur delapan minggu lebih besar dibanding kadar selulosa batang semai yang berumur dua minggu, dengan asumsi bahwa perbedaan aktivitas selulase-C1 tersebut semata-mata disebabkan oleh faktor substrat.

Secara umum hasil penelitian memperlihatkan bahwa produksi glukosa *F. oxyspo-rum* nyata lebih tinggi dibanding *R. solani* pada semua media yang mengandung selulosa sebagai sumber karbon. Hal tersebut menunjukkan bahwa aktivitas selulase-C1 *F. oxys-porum* lebih tinggi dibanding *R. solani.*

Bila aktivitas selulase-C1 nyata terdeteksi pada filtrat biakan kedua jenis fungi patogen pada media yang mengandung selulosa, maka aktivitas pektinase, dalam hal ini adalah poligalakturonase (PG), tidak berhasil dideteksi menggunakan teknik iodometri yang diterapkan. Hal tersebut diduga berkaitan dengan kuantitas bahan tanaman sebagai sumber pektat dan teknik deteksinya. Dalam penelitian ini digunakan 0.1 g potongan batang semai *P. merkusii* sebagai sumber pektat dan deteksi dilakukan dengan teknik iodometri. Bateman (1963 a&b) juga menggunakan teknik deteksi iodometri, akan tetapi contoh sumber pektatnya jauh lebih banyak, yaitu 100 g hipokotil semai *Phaseolus vul-garis*. Ayers, Papavizas, dan Diem (1966) mendeteksi aktivitas PG dan PATE ('pectic acid transeliminase' atau asam poligalakturonat transeliminase) dengan teknik spektro-fotometri. Aktivitas PG dideteksi pada panjang gelombang 515 nm, dan teknik tersebut mampu mendeteksi asam galakturonat yang merupakan produk aktivitas PG hingga 0.05 mg/ml.

Meskipun dengan teknik iodometri aktivitas poligalakturonase tidak berhasil dideteksi, pembiakan pada medium pektin mengindikasikan bahwa kedua jenis fungi patogen menghasilkan pektinase. Dibanding aktivitas pektinase *F. oxysporum*, aktivitas pektinase *R. solani* diduga lebih tinggi. Hal tersebut ditunjukkan oleh lebih tingginya peningkatan bobot kering miselia *R. solani* pada medium pektin yang menunjukkan bahwa pektinase fungi patogen tersebut lebih efektif mendegradasi pektin dan selanjut-nya memanfaatkannya sebagai sumber karbon dibanding *F. oxysporum*. Dugaan lebih tingginya aktivitas pektinase *R. solani* tersebut juga didukung oleh perubahan warna medium yang lebih tajam, di samping itu fungi patogen tersebut juga mengakibatkan medium menjadi transparan.

Goodman dkk. (1986) mengemukakan bahwa pektinase terdiri atas enzim-enzim pektin metil esterase (PME), poligalakturonase (PG), pektin metil galakturonase (PMG), pektin transeliminase (PTE) dan asam poligalakturonat transeliminase (PATE). Pembiakan fungi pada medium pektin dapat memberikan indikasi dihasilkannya pektinase, akan tetapi tidak dapat diketahui macam enzim yang dihasilkan oleh tiap jenis fungi patogen tersebut. Meskipun demikian secara umum hasil ini mendukung hasil pene-litian Bateman (1963a&b) yang berhasil mendeteksi aktivitas PG dalam filtrat biakan *R. solani* dengan menggunakan hipokotil *P. vulgaris* sebagai sumber pektat. Ayers, dkk. (1966) juga berhasil mendeteksi aktivitas PG dan PATE dari hipokotil jenis tanaman yang sama yang terinfeksi *R. solani.*

Bateman (1963b) mengemukakan bahwa 'enzim maserase' yang terlibat dalam proses infeksi oleh *R. solani* terutama tersusun atas PG dan selulase. Kedua enzim secara sinergistik berperan dalam maserasi jaringan. Keberadaan PG dalam maserasi jaringan terinfeksi sifatnya esensial. Selulase komersial bila tanpa PG tidak mengakibatkan maserasi jaringan, sedang PG bekerja lebih baik bila terdapat selulase. Hasil penelitian ini menunjukkan dugaan lebih tingginya aktivitas pektolitik *R. solani* dibanding *F. oxysporum*, sebaliknya aktivitas selulolitik *F. oxysporum* lebih tinggi dibanding aktivitas selulolitik *R. solani*. Hasil tersebut dengan didukung oleh pernyataan Bateman (1963b) dapat menerangkan fenomena lebih tingginya patogenisitas *R. solani* dibanding *F. oxysporum* terhadap semai *P. merkusii* sebagaimana dilaporkan oleh Achmad (1991 & 1997).

## KESIMPULAN

*R. .solani* menyerang *P. merkusii* dan *A. mangium* dari stadia benih hingga semai umur tertentu. Pada *P. merkusii*, serangan terjadi hingga semai berumur tujuh minggu, sedang semai berumur delapan minggu telah bebas dari serangan *R. solani*. Pada *A. mangium*, semai berumur 16 hari baru terbebas dari serangan, sedang semai hingga berumur 12 hari masih terserang.

Aktivitas enzim-enzim selulolitik *R. solani*, yang diwakili oleh enzim selulase-C1, lebih rendah dibanding *F. oxysorum*. Di lain pihak, *R.solani* lebih intensif mendegradasi medium pektin dibanding *F. oxysporum*, dan hal tersebut mencerminkan lebih tingginya aktivitas enzim pektolitik *R. solani* dibanding *F. oxysporum*. Tingginya aktivitas enzim pektolitik *R. solani* mendukung kenyataan tingginya patogenisitas fungi tersebut di lapangan, karena gejala maserasi jaringan terutama ditentukan oleh aktivitas enzim-enzim pektolitik.

## DAFTAR PUSTAKA

Achmad., 1991. Kemampuan *Rhizopogon* sp. untuk Perlindungan Hayati Terhadap Penyebab Penyakit Lodoh pada *Pinus merkusii*. Tesis Magister Sains. Program Pascasarjana IPB, Bogor. 68 hlm.

Achmad., 1997. Mekanisme Serangan Patogen dan Pertahanan Inang serta Pengendalian Hayati Penyakit Lodoh pada *Pinus merkusii*. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana IPB, Bogor. 164 hlm.

Agrios, G. N., 1988. Plant Pathology, 3rd ed. Academic Press Inc., San Diego, New York, Berkeley, Boston, London, Sydney, Tokyo, Toronto. 803 hlm.

Atlas, R.M., 1993. Handbook of Microbiological Media. CRC Press, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo. 1079 p.

Ayers, W.A., G.C. Papavizas, dan A.F. Diem., 1966. Polygalacturonate Transeliminase and Polygalacturonase Production by *Rhizoctonia solani*. Phytopathology, 56:1006-1011.

Baker, K.F. and W.C. Snyder. 1970. Ecology of Soil-borne Plant Pathogens, Prelude to Biological Control. Univ. California Press, California. 571 p.

Bateman, D.F., 1963a. Pectolytic Activities of Culture Filtrates of *Rhizoctonia solani* and Extracts of *Rhizoctonia*-infected Tissues of Bean. Phytopathology, 53:197-204.

Bateman, D.F., 1963b. The "Macerating Enzymes" of *Rhizoctonia solani*. Phytopathology, 53:1178-1186.

Bateman, D.F., 1964b. Cellulase and the *Rhizoctonia* Disease of Bean. Phytopathology 54:1372-1377.

Bateman, D.F. and H.G. Basham. 1976. Degradation of Plant Cell Walls and Membranes by Microbial Enzymes, pp. 316-355. *In* Physiological Plant Pathology, vol. 4. (R. Heitefuss dan P.H. Williams, (eds.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

Boyce, J.S. 1961. Forest Pathology. McGraw-Hill Co. Inc., New York, Toronto, London. 572 p.

Goodman, R.N., Z. Kiraly, dan K.R. Wood. 1986. The Physiology and Biochemistry of Plant Disease. Univ. Missouri Press, Columbia. 433 p.

Hodge, C.S. dan J.L. Luchle. 1959. Nursery Diseases of Southern-pines. Forest Pest Leaflet No. 32. US Department of Agriculture Forest Service, Washington.

Ogoshi, A. 1975. Grouping of *Rhizoctonia solani* Kahn and Their Perfect Stages. Rev. Plant Protection Res., 8:93-103.

Sneh, B., L. Burpee, dan A. Ogoshi. 1991. Identifcation of *Rhizoctonia* Species. The Amer. Phytopathol. Soc. Press, St. Paul - Minnesota. 135 p.

Yoshida, N., T. Fukushima, H. Saito, M. Shimosaka dan M. Okazaki. 1989. Cellulose and Xylan Degrading Enzymes of the Plant Pathogenic Fungus, *Fusarium oxysporum* SUF850. Agric. Biol. Chem., 53:1829-1836.