

RESPON JENIS-JENIS AKASIA DAN EUKALIPTUS TERHADAP PATOGEN AKAR *GANODERMA*¹

THE RESPONSE OF ACACIA AND EUCALYPTUS TO ROOT PATHOGEN *GANODERMA*

S.M. Widyastuti¹, Sumardi² and E. Santoso³ (*the late*)

ABSTRACT

Many forest plantations in Indonesia were built on converted tropical forest. Minimal site preparation was often applied before planting, and the result was that various forest debris, particularly dead stumps, were still remained in young plantation site. Since some root pathogens use the debris to survive in the absence of host, this might be potential as disease inoculum to the plantation established. The experiment was aimed to evaluate the response of *Acacia* and *Eucalyptus* to root-rot pathogen, infection.

Field study was made in some forest plantations to observe the root disease status. The root-rot pathogens were isolated and their pathogenicity were tested using *Crotalaria juncea* L. as indicator plant. In laboratory experiment, pieces of root of three species of *Acacia* and four species of *Eucalyptus* were selected for root pathogen colonization test. Selected *Ganoderma* sp. isolated from *A. mangium* was inoculated to the root samples using modified soil block test. The attack of *Ganoderma* on the root sample was evaluated based on fungal colonization on the root samples.

The results indicated that root-rot disease was found to attack *A. mangium* and *A. auriculiformis*, and 17 different isolates of *Ganoderma* were known associated with the disease. Laboratory experiment showed that the root of *A. mangium* was totally colonized by *Ganoderma* on day 5 after inoculation, whereas root of *A. auriculiformis* was colonized by the pathogen on day 8 after inoculation. On day 37 only 53.28% of the surface area of *A. oraria*'s root sample was colonized by the pathogen. *E. pelita*, *E. alba*, *E. camaldulensis* and *E. urophylla* were entirely colonized by *Ganoderma* on day 7, 8, 12 and 37 respectively, although for the last species the colonization was only 90% of total sample surface area.

Key words: *Ganoderma*, root-rot disease, Eucalyptus, Acacia

1 This experiment supported by Balai Penelitian dan Pengembangan Pemuliaan Benih Tanaman Hutan, Fy 1998/1999 and have been presented on the 15th National Congress and Scientific Seminar of Indonesian Fitopatologist Association, Purwokerto, 16 to 18 September, 1999.

2 Department of Forest Science, Faculty of Forestry, Gadjah Mada University

PENDAHULUAN

Hutan Tanaman Industri (HTI) yang sebelumnya menunjukkan keberhasilan pertumbuhan, akhir-akhir ini dihadapkan pada permasalahan kerusakan oleh hama dan penyakit. Banyak serangan hama dan penyakit yang dijumpai baru bersifat sporadis, tetapi beberapa di antaranya sudah sampai pada batas mengkhawatirkan. Penyakit akar merupakan salah satu penyakit yang sangat merugikan meskipun kadang-kadang statusnya masih dalam keadaan endemi pada daerah tertentu. Gejala serangan penyebab penyakit ini baru tampak setelah tanaman inang dalam kondisi yang cukup parah. Infeksi awal sulit dikenali karena penyakit ini berkembang di bawah permukaan tanah dan mempunyai masa inkubasi yang relatif cukup lama. Adanya kontak akar antar tanaman akan mempercepat penyebaran penyakit (Semangun, 1991).

Adanya konsep rotasi tanam pada lahan yang sama dengan memanfaatkan lahan-lahan bekas tebang hutan alam menjadikan pertanaman HTI semakin rentan terhadap penyakit akar. Pengalaman di sektor perkebunan (karet, kelapa dan kelapa sawit) menunjukkan bahwa lahan-lahan yang telah mengalami beberapa kali rotasi tanam mempunyai peluang kerusakan oleh penyakit akar yang lebih tinggi dibandingkan lahan-lahan yang baru ditanami (Semangun, 1991).

Tanaman *Acacia* spp. (akasia) dan *Eucalyptus* spp. (eukaliptus) merupakan jenis-jenis yang paling banyak ditanam untuk HTI di Indonesia, India, Malaysia, Australia dan Papua New Guinea (Pinyopusareik, 1993). Jenis tanaman eksotik ini mempunyai beberapa kelebihan, antara lain mempunyai batang lurus, cepat tumbuh dan kayunya mempunyai prospek yang baik untuk papan partikel, kayu pertukangan, kayu bakar maupun bahan baku pulp (Pinyopusareik, 1993; Turnbull, 1986).

Ganoderma sp., penyebab penyakit akar, banyak menyerang tanaman perkebunan dan kehutanan. Tanaman kehutanan yang sudah diketahui rentan terhadap serangan penyakit ini adalah *Acacia* spp., cemara (*Casuarina equisetifolia* LINN.) (Titze dan Pennen, 1981), sengon (*Paraserianthes falcataria* BACKER) (Semangun, 1991), jenis-jenis eukaliptus (*Eucalyptus* spp.) (FAO, 1981), dan asam (*Tamarindus indica* LINN) (Chalermpongse, 1980). Dari penelitian sebelumnya diketahui bahwa di Indonesia, *Ganoderma* spp. sudah mengakibatkan kerusakan pada pertanaman *Acacia* spp (Lee, 1996; Widyastuti dkk., 1998a) dan tanaman kehutanan lainnya (Widyastuti dkk., 1999; Widyastuti dan Sumardi, 1998).

Informasi mengenai respon jenis-jenis tanaman akasia dan eukaliptus terhadap penyakit akar ini belum tersedia. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan isolasi, uji patogenisitas, sebaran inang dan respon tanaman uji terhadap *Ganoderma*. Hasil penelitian ini merupakan informasi awal tentang kemungkinan dilakukannya pemilihan jenis tanaman untuk mengurangi kerugian karena penyakit akar.

CARA PENELITIAN

Lokasi

Penelitian dilakukan di Laboratorium Perlindungan Hutan dan rumah kaca Fakultas Kehutanan, UGM.

Sebaran dan Intensitas

Penelitian di lapangan diarahkan untuk mempelajari respon tanaman terhadap kerusakan yang disebabkan oleh penyakit akar. Pengamatan dan pengukuran didasarkan atas kenampakan gejala kerusakan dan penyebabnya. Variasi respon dibedakan pada tingkat individu, provenansi atau jenis dalam satu populasi dan di samping itu respon antar populasi juga dipelajari.

Untuk mengetahui sebaran dan intensitas serangan, pertama-tama akasia dan eukaliptus di lingkungan yang diamati dibedakan menjadi (1) kelompok sejenis, (2) kelompok campur dan (3) tumbuh terpencar di luar kelompok.

Dalam tiap kelompok dilakukan pengamatan terhadap tanda (*sign*) dan gejala (*symptom*) penyakit akar. Tanda yang diamati antara lain berupa pembentukan rhizomorfe, tubuh buah atau kenampakan jamur pada pangkal batang atau akar. Gejala diamati pada perubahan (kerusakan) tajuk mulai dari kelayuan daun sampai kematian tajuk.

Isolasi dan Identifikasi Penyebab Penyakit

Jamur akar diisolasi dari tanaman yang menunjukkan gejala terserang penyebab penyakit. Isolat yang diperoleh diperbanyak dan disimpan dalam *Potato Dextrose Agar* (PDA) miring. Karena akasia dan eukaliptus termasuk jenis perenial yang sangat lambat menunjukkan gejala terserang penyakit, patogenisitas organisme penyebab penyakit diuji dengan menggunakan tumbuhan indikator *Crotalaria juncea* L. (Semangun, 1991)

Uji pada Potongan Akar dalam Botol

Penelitian di laboratorium dilakukan dengan cara mengamati perkembangan miselia jamur akar pada potongan akar akasia (*A. mangium*, *A. auriculiformis*, *A. oraria*) atau eukaliptus (*E. alba* Reinw. ex Bl., *E. camaldulensis* Dehnh., *E. pellita* F. Muell., *E. urophylla* S.T. Blake). Cara pelaksanaannya berdasarkan metode *Soil Block Test* dengan modifikasi (Nicholas, 1973), dan telah digunakan pada akasia untuk uji antagonis antara *Trichoderma* spp. dan *Rigidoporus microporus*/G.

philippii (Widyastuti dkk., 1998a; 1998b). Untuk tempat pengujian digunakan botol berbentuk tabung berdiameter 6,5 cm dengan tinggi 14 cm. Pada pengujian ini digunakan potongan akar akasia dan eukaliptus yang berbentuk balok persegi panjang dengan luas permukaan 48 cm². Tanah seberat 250 gram dimasukkan ke dalam botol secara tertutup, kemudian disterilkan tiga kali dengan autoklaf pada suhu 120°C, masing-masing selama 15 menit. Secara aseptis, tanah pada botol tersebut dicampur dengan isolat jamur akar sebanyak setengah pertumbuhan cawan Petri. Potongan akar yang telah disterilkan dimasukkan secara tegak ke dalam botol tersebut dengan sebagian potongan akar berada dalam tanah. Luas daerah yang ditumbuhi miselia jamur diamati setiap hari.

Analisis Hasil

Untuk menguji ada tidaknya pengaruh jenis akar terhadap perkembangan jamur patogen dilakukan melalui uji F dan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) bila perlakuan memberikan hasil yang signifikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran dan Intensitas

Meskipun diinformasikan bahwa penyakit akar juga menyerang eukaliptus (FAO, 1981), tapi pada penelitian ini belum ditemukan eukaliptus yang terserang penyakit akar. Pengamatan sebaran penyakit akar yang menyerang akasia untuk kelompok sejenis, kelompok campur dan terpecah di luar kelompok menunjukkan gejala dan tanda serangan yang tidak jauh berbeda. Bentuk pola serangan menunjukkan ciri khas gejala penyakit akar yang membentuk rumpang-rumpang karena adanya kontak akar tanaman (Lee, 1996; Semangun, 1991; Widyastuti dkk., 1998a). Gejala serangan ditunjukkan oleh tajuk yang menguning, layu dan rontok secara serentak, diikuti dengan kematian pohon. Leher akar dan akar menjadi busuk, lunak serta tampak tanda berupa rhizomorf jamur patogen berwarna putih yang kadang kecoklatan. Pada pohon yang telah mati dan beberapa pohon yang sakit dijumpai adanya tubuh buah jamur patogen.

Tabel 1 menunjukkan dari 17 isolat yang diperoleh, semuanya berasal dari 2 species yaitu *A. mangium* dan *A. auriculiformis* meskipun pada pengamatan di lapangan jamur ini mempunyai kisaran inang yang sangat luas (Widyastuti dkk., 1998a; 1998b; 1999; Widyastuti dan Sumardi, 1998). Hal ini sejalan dengan peneliti terdahulu bahwa semua jenis akasia yang ditanam di kawasan kampus UGM ternyata peka terhadap jamur akar merah dengan intensitas yang cukup tinggi (Widyastuti dkk., 1998a).

Tabel 1: Daftar isolat jamur akar *Acacia* spp. koleksi Laboratorium Perlindungan Hutan Jurusan Budidaya Hutan Fakultas Kehutanan UGM

| No | Kode* | Tanggal Isolasi | Asal Inang | Asal isolat | Keterangan |
|----|-------|-----------------|--------------------------|--------------------------------|------------------|
| 1 | GD 2 | 1 Mei 1997 | <i>A. mangium</i> | Fakultas Kehutanan UGM | Pohon mati |
| 2 | GD 3 | 31 Maret 1998 | <i>A. mangium</i> | Petak 17 Wanagama Gunung Kidul | Pohon sakit |
| 3 | GD 4 | 31 Maret 1998 | <i>A. mangium</i> | Petak 17 Wanagama Gunung Kidul | Pohon sakit |
| 4 | GD 5 | 1 Februari 1998 | <i>A. mangium</i> | Petak 17 Wanagama Gunung Kidul | Pohon sakit |
| 5 | GD 9 | 31 Maret 1998 | <i>A. auriculiformis</i> | Gd. Pertemuan Wanagama GK | Pohon sakit |
| 6 | GD 12 | 2 April 1998 | <i>A. auriculiformis</i> | Fak. Teknik Sipil UGM lama | pohon mati |
| 7 | GD 20 | 28 Mei 1998 | <i>A. auriculiformis</i> | Pusat Pelatihan Bahasa UGM | Pohon mati |
| 8 | GD 21 | 28 Mei 1998 | <i>A. auriculiformis</i> | Pusat Pelatihan Bahasa UGM | Pohon mati |
| 9 | GD 22 | 28 Mei 1998 | <i>A. auriculiformis</i> | Pusat Pelatihan Bahasa | Pohon mati |
| 10 | GD 23 | 28 Mei 1998 | <i>A. auriculiformis</i> | Pusat Pelatihan Bahasa UGM | Pohon mati |
| 11 | GD 36 | 8 Agustus 1998 | <i>A. mangium</i> | Pusat Pelatihan Bahasa UGM | Pohon sakit |
| 12 | GD 50 | 9 Februari 1999 | <i>A. auriculiformis</i> | Auditorium UGM | Pohon mati |
| 13 | GD 54 | 8 Februari 1999 | <i>A. auriculiformis</i> | Bendosari, Sukoharjo, Jateng | Pohon sakit |
| 14 | GD 55 | 8 Februari 1999 | <i>A. auriculiformis</i> | Bendosari, Sukoharjo, Jateng | Pohon sakit |
| 15 | GD 56 | 8 Februari 1999 | <i>A. auriculiformis</i> | Bendosari, Sukoharjo, Jateng | Pohon sakit |
| 16 | GD 67 | 16 Feb. 1999 | <i>A. auriculiformis</i> | PAU Biotek UGM | Pohon mati, muda |
| 17 | GD 76 | 25 Feb. 1999 | <i>A. auriculiformis</i> | Jaten, Karanganyar, Jateng | Pohon mati |

* Nomor isolat menyesuaikan dengan nomor induk isolat koleksi Lab. Perlindungan Hutan, Fakultas Kehutanan UGM.

Kemampuan *Ganoderma* sp. hidup pada tonggak-tonggak kayu yang telah mati di lapangan menunjukkan organisme ini bersifat parasit non obligat (saprofit fakultatif). Penelitian ini mendukung hasil yang telah ada bahwa patogen yang bersifat saprofit fakultatif pada umumnya mempunyai kisaran inang yang luas (Agrios, 1988).

Umur akasia yang terserang penyakit akar biasanya berkisar antara 5-10 tahun, meskipun Lee (1996) melaporkan bahwa pertanaman *A. mangium* berumur enam bulan di Sumatra dapat terserang penyakit ini, sedang di kawasan yang di amati, umur akasia yang terserang antara 5-13 tahun. Biasanya apabila memasuki rotasi ke dua dan seterusnya, tanaman akan terserang pada umur yang lebih muda karena inokulumnya sudah tersedia dengan melimpah di lokasi tersebut.

Isolasi dan Identifikasi Penyebab Penyakit

Identifikasi jamur patogen dari pohon yang sakit atau mati di kawasan yang diamati menunjukkan bahwa penyebab penyakit adalah *Ganoderma* sp. (Semangun, 1991, Widyastuti dkk., 1998a) dengan ciri-ciri tubuh buah yang masih muda berbentuk globose dan berwarna putih dan bila terjadi kontak dengan benda lain warna pada bekas kontak berubah menjadi merah coklat. Tubuh buah dewasa pada permukaan atas agak licin dan mengkilap, berwarna coklat kehitaman, mempunyai zone-zone yang terpotong oleh lipatan-lipatan. Zone terluar dari tubuh buah dewasa berwarna coklat kemerahan, yang sedikit demi sedikit beralih ke tepi yang berwarna putih dan sedikit membengkak. Pada waktu masih baru, permukaan bawah tubuh buah dewasa (berpori) berwarna putih dan setelah kering berubah warnanya menjadi kelabu. Bila tubuh buah dewasa baru dipotong, tampak jaringan tubuh buah berwarna coklat merah kehitaman dan banyak berair. Dalam keadaan kering berwarna coklat muda, lunak, agak berbulu.

Meskipun tubuh buah dari jamur penyebab penyakit (*Ganoderma* spp.) secara umum mempunyai ciri-ciri yang hampir sama, tetapi pada kenampakan di lapangan, masing-masing isolat mempunyai perbedaan. Perbedaan ini dapat ditemukan pada spesies inang yang berbeda, spesies inang sama tetapi lokasi tanaman berbeda atau bahkan spesies inang sama lokasinya pun berdekatan.

Secara makroskopis isolat muda *Ganoderma* sp dari *Acacia* spp. yang ditumbuhkan pada medium PDA berwarna putih, setelah beberapa hari warnanya berubah menjadi kuning kecoklatan yang diawali dari tengah koloni. Perubahan warna ini terjadi karena *Ganoderma* sp. menghasilkan enzim yang mampu mendegradasi lignin (Crawford, 1981). Seperti halnya dengan sifat kekhususan masing-masing isolat yang dapat dilihat dari tubuh buahnya, kenampakan masing-masing isolat pada media PDA juga berbeda.

Uji patogenitas dengan menggunakan tanaman indikator *C. juncea* pada minggu kedelapan menunjukkan bahwa rhizomorf jamur patogen sudah terbentuk pada leher akar dan perakaran *C. juncea*, tetapi tanaman belum menunjukkan gejala kematian. Gejala penyakit yang mirip juga terjadi pada tanaman akasia di lapangan, pada leher akar dan perakarannya dijumpai tanda berupa rhizomorf jamur patogen. Reisolasi rhizomorf jamur patogen dari leher akar *C. juncea* pada medium PDA memberikan kenampakan yang sama dengan biakan murni *Ganoderma* sp. yang sebelumnya telah diinokulasikan ke *C. juncea*.

Uji pada Potongan Akar dalam Botol

Mekanisme resistensi suatu tanaman sebenarnya dikendalikan oleh tanaman itu sendiri. Sifat keturunan (gen) secara sendiri-sendiri atau dalam kelompok merupakan suatu hal yang menguntungkan dan berperan dalam banyak bentuk resistensi (Vanderplank, 1984). Tujuh jenis potongan akar tanaman (tiga jenis akasia dan empat

jenis eukaliptus) yang ditumbuhkan bersama *G. philippii* (isolat nomer 2) dalam medium tanah steril menunjukkan hasil yang bervariasi (Tabel 3). Pada pengamatan hari ke lima miselia jamur *G. philippii* sudah memenuhi potongan akar *A. mangium*, sedangkan *A. auriculiformis* penuh pada hari ke delapan dan *A. oraria* sampai hari ke 37 masih mencapai 53,28%. Untuk Eucalyptus, jenis yang paling cepat terserang adalah *E. pelita* (hari ke 7) diikuti *E. alba* (hari ke 8), *E. camaldulensis* (hari ke 12) dan terakhir *E. urophylla* (hari ke 37 masih 90%).

Tabel 3. Pengamatan luas miselia *Ganoderma philippii* pada potongan akar tujuh jenis tanaman (%)

| No | Jenis | Pengamatan ke | | | | | | | | | | | |
|----|--------------------------|---------------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--|
| | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 37 | |
| 1 | <i>Acacia mangium</i> | 35.77 | 77.63 | 100.00 | | | | | | | | | |
| 2 | <i>A. auriculiformis</i> | 33.57 | 49.04 | 64.13 | 80.88 | 97.13 | 100.00 | | | | | | |
| 3 | <i>A. oraria</i> | 8.98 | 13.19 | 20.42 | 26.13 | 32.63 | 40.88 | 42.73 | 54.33 | 50.92 | 61.25 | 63.08 | |
| 4 | <i>Eucalyptus alba</i> | 17.48 | 36.63 | 75.50 | 95.13 | 99.63 | 100.00 | | | | | | |
| 5 | <i>E. pelita</i> | 6.17 | 15.21 | 41.96 | 82.50 | 100.00 | | | | | | | |
| 6 | <i>E. camaldulensis</i> | 19.96 | 40.88 | 60.71 | 77.25 | 91.63 | 95.38 | 99.50 | 99.75 | 99.88 | 100.00 | | |
| 7 | <i>E. urophylla</i> | 8.45 | 13.91 | 22.38 | 28.30 | 30.79 | 35.58 | 37.08 | 39.28 | 45.75 | 46.71 | 80.00 | |

Tabel 4. Hasil uji DMRT pertumbuhan miselia *Ganoderma philippii* pada potongan akar tujuh jenis tanaman (%)

| No | Jenis | Pengamatan hari ke 4* |
|----|---------------------------------|-----------------------|
| 1. | <i>Acacia mangium</i> | 77,63 a |
| 2. | <i>A. auriculiformis</i> | 49,04 b |
| 6. | <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | 40,88 bc |
| 4. | <i>E. alba</i> | 36,63 cd |
| 5. | <i>E. pelita</i> | 15,21 e |
| 7. | <i>E. urophylla</i> | 13,91 ef |
| 3. | <i>Acacia oraria</i> | 13,19 fg |

* : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji 0,01

Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa pertumbuhan miselia *G. philippii* pada masing-masing potongan akar tanaman sangat berbeda nyata. Dibandingkan dengan potongan akar yang lain, potongan akar *A. oraria* menunjukkan luas koloni yang paling kecil (13,19%), sedangkan *A. mangium* menunjukkan luas miselia yang paling besar (77,63%).

Metode pemuliaan klasik seiring dengan kemajuan teknologi pemuliaan dan bioteknologi yaitu seleksi sifat resisten juga berkembang. Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah seleksi massa yang dilakukan untuk menyeleksi beberapa jenis tanaman. Seleksi ini dilakukan dengan memilih jenis-jenis yang paling resisten yang mampu bertahan pada areal di mana infeksi patogen secara alami terjadi. Di lapangan tidak dapat dipungkiri bahwa respon tanaman terhadap patogen akar mempunyai variasi yang sangat tinggi, karena kepekaan tanaman terhadap serangan jamur akar juga ditentukan oleh keragaman genetik dari tanaman dan jamur akar. Sejalan dengan hal tersebut Darmono dkk. (1997) melaporkan bahwa *Ganoderma* spp. yang berasosiasi dengan tanaman kelapa sawit mempunyai keragaman genetik yang cukup tinggi sehingga meningkatkan intensitas serangan penyakit akar merah.

Penggalan sifat respon tanaman terhadap penyakit akar seperti yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan bagian komponen pengendalian penyakit yang apabila dapat dikembangkan akan memberikan kontribusi yang cukup berarti. Sifat resistensi dapat muncul pada tingkat individu dan dapat pula pada tingkat populasi. Oleh karenanya sumber-sumber variasi resistensi tersebut perlu dipelajari lebih lanjut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Jamur penyakit akar *Ganoderma* mempunyai sebaran inang dan tempat tumbuh yang cukup luas. Hampir semua jenis tanaman yang dikembangkan dalam program HTI dapat terserang jamur akar ini.
2. Oleh karena patogen ini dapat bersifat saprofit fakultatif, di tempat tumbuh alaminya dapat bertahan lama dan hidup pada sisa-sisa kayu mati. Pada saat terdapat tanaman inang yang sesuai, jamur ini berkembang menjadi patogen yang potensial.
3. Diperoleh bukti bahwa kemampuan jamur akar *Ganoderma* mengkolonisasi akar sangat bervariasi tergantung jenis tanaman.

Saran

Untuk memperoleh kesimpulan menyeluruh perlu dikaji interaksi ini pada jaringan hidup skala lapang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan yang tinggi disampaikan kepada almarhum Edi Santoso (mahasiswa Fakultas Kehutanan Angkatan 1995) yang telah memberikan kontribusi yang terbaik dan menjelang akhir pelaksanaan penelitian ini yang bersangkutan meninggal dunia. Semoga karya ini menjadi salah satu amal kebaikan yang dapat mengiringi kepergiannya.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Harjono S.Hut, M.Si. dan Irfai, S. Hut. yang telah membantu pelaksanaan penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 1988. *Plant Pathology*. Academic Press Inc. San Diego, California
- Arifin, I. S., B. Dahlan dan U. Dahlan. 1989. Potensi Antagonisme Jamur Tanah pada Areal Tanaman Teh Terhadap Jamur *Ganoderma pseudoferreum* *In Vitro*. *Pros. Konggres Nasional Perhimpunan Fitopatologi Indonesia (PFI) X*. Denpasar, 14-16 November 1989.
- Chalermpongse, A. 1990. Introduction to Forest Pathology in Thailand in C. Hutacharem, K.G.M. Dicken, M.H. Ivory dan K.S.S. Nair (Eds.). *Pests and Diseases of Forest Plantations in Asia Pacific Region*. Proceeding of the IUFRO Workgroup, Bangkok, Thailand.
- Crawford, R.L. 1981. *Lignin Biodegradation and Transformation*. John Wiley & Sons, Canada
- Darmono, T.W., Siswanto, Suharyanto, E.S. Hartani dan H. Sutedjo. 1997. Analisis Molekuler Keragaman Genetik *Ganoderma* spp. yang Berasosiasi dengan Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit. *Pros. Seminar Perhimpunan Bioteknologi Pertanian Indonesia*, Surabaya, 12-14 Maret 1997
- FAO. 1981. *Eucalyptus for Planting*. FAO Forestry Series No. 11, Italy, Rome.
- Lee, S.S. 1996. Disease of Some Tropical Plantation Acacias in Peninsular Malaysia in K.M. Old, Lee S.S. dan J.K. Sharma (eds). *Diseases of Tropical Acacias*. Proc. of an International Workshop held at Subanjeriji (South Sumatera). CIFOR. Jakarta
- Nicholas, D.D. 1973. *Wood Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments. Vol 1. Degradation and Protection of Wood*. Syracuse Wood Science Series 5. Syracuse University Press, New York
- Pinyopusareik, K. 1993. Genetic Resources of Fifteen Tropical Acacias in K. Awang dan D. A. Taylor (eds). *Acacias for Rural, Industrial and Environmental Development*. FORSPA, Bangkok, Thailand
- Semangun, H. 1991. *Penyakit-penyakit Tanaman Perkehun di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Titze, J.F. dan E. van der Pennen. 1981. Provisory List of Diseases of Casuarina species in *Casuarina Ecology Management and Utilization*. Proc. of Interna-

- tional Workshop, Canberra, Australia. CSIRO, Melbourne, Australia.
- Turnbull, J.W. 1986. *Multipurpose Australian Trees and Shrubs*. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR). Canberra, Australia
- Vanderplank, J.E. 1984. *Disease Resistance in Plants*. Academic Press, Inc. New York.
- Widyastuti, S.M., Sumardi, A. Sulthoni dan Harjono. 1998a. Pengendalian Hayati Penyakit Akar Merah pada Akasia dengan *Trichoderma*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 4 (2): 65-72.
- Widyastuti, SM., Sumardi dan N. Hidayati. 1998b. Kemampuan *Trichoderma* spp. Untuk Pengendalian Hayati Jamur Akar Putih pada *Acacia mangium* Secara *In Vitro*. *Buletin Kehutanan*. 36:24-38. •
- Widyastuti, SM., dan Sumardi. 1998. Antagonistic Potential of Common Decomposer, *Trichoderma* spp., Against Root-Rot Diseases of Forest Tree Species. *Journal SEARCA*. 1 (1): 1-8.
- Widyastuti, SM., Sumardi dan Harjono. 1999. Potensi Antagonistik *Trichoderma* spp. Terhadap Delapan Penyakit Akar Tanaman Kehutanan. *Buletin Kehutanan*. 41: 2-10.