

**PENGENDALIAN HAYATI PENYAKIT AKAR MERAH
PADA AKASIA DENGAN TRICHODERMA**

**BIOLOGICAL CONTROL OF RED ROOT-ROT DISEASE
OF ACACIA USING TRICHODERMA**

S.M. Widyastuti

*Pusat Studi Pengendalian Hayati, Universitas Gadjah Mada
Sumardi*

Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada

A. Sulthoni

*Pusat Studi Pengendalian Hayati, Universitas Gadjah Mada
Harjono*

Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada

ABSTRACT

The experiment was aimed to measure the distribution and intensity of root rot disease of Acacia spp. in the urban forest at the campus of Gadjah Mada University, to isolate and identify the causal organism and to select Trichoderma sp. as biological agent for controlling the disease. The pathogenicity of the causal organism was tested using Crotalaria juncea L. and trunk of A. mangium Willd. (10 cm diameter, 8 cm length) as indicator plant. The ability of Trichoderma sp. as antagonist was tested in vitro.

It was concluded that the pathogen of the root rot disease was Ganoderma philippii. The pathogen attacked four species of Acacia spp. in the location namely A. auriculiformis, A. mangium, A. oraria and A. crassicarpa. Of the total individual trees of those species in the campus, as much as 38.6%, 22.2%, 28.9% and 66.7% were attacked by the root rot pathogen respectively. Of the 20 Trichoderma spp. isolates capable to inhibit the pathogen in vitro, three isolates were found as promising agents for biological control of the pathogen. The promising isolates were T. resei/T13, T. koningii/T1 and T. koningii/T16 with inhibition effectivity of 94.58%; 93.66%; and 91.76% respectively.

Key word :biological control, red root-rot disease, Trichoderma, acacia

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran dan intensitas penyakit akar pada akasia di kampus UGM, mengisolasi dan mengidentifikasi penyebab penyakit, serta untuk mendapatkan isolat *Trichoderma* unggul yang efektif untuk pengendalian penyakit akar tersebut. Patogenisitas organisme yang diduga sebagai penyebab penyakit diuji dengan menggunakan tanaman indikator *Crotalaria juncea* L. dan batang *Acacia mangium* Willd. (\varnothing 10 cm, panjang 8 cm). Kemampuan *Trichoderma* sebagai agensia pengendali hayati diuji dengan menumbuhkan isolat tersebut bersama dengan patogen akar dalam satu cawan Petri.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab penyakit akar pada *Acacia* spp. di lingkungan kampus UGM adalah jamur akar merah (*Ganoderma philippii*). Empat jenis akasia yang ada di lingkungan kampus (*A. auriculiformis*, *A. mangium*, *A. oraria* dan *A. crassicarpa*) semuanya dapat terserang jamur akar merah dengan intensitas serangan 38,6%, 22,2%, 28,9% dan 66,7%. Dari 20 isolat *Trichoderma* yang secara *in vitro* dapat menghambat jamur akar merah, terdapat tiga isolat yang mempunyai harapan untuk dikembangkan sebagai agensia pengendali hayati yaitu *T. resei*/T13, *T. koningii*/T1 dan *T. koningii*/T16 dengan daya hambat masing-masing 94,58%; 93,66%; dan 91,76%.

Kata kunci : pengendalian hayati, penyakit akar merah, *Trichoderma*, akasia

PENGANTAR

Acacia spp. termasuk jenis tumbuhan yang dikembangkan secara luas untuk Hutan Tanaman Industri dan program penghijauan, termasuk di lingkungan kampus UGM. Jenis tumbuhan eksotik ini mempunyai beberapa kelebihan, antara lain mempunyai bentuk batang lurus, tajuk cepat menutup tanah dan kayunya mempunyai prospek yang baik untuk papan partikel, kayu pertukangan maupun bahan pembuat pulp (Darma *et al.*, 1986). Akasia termasuk kelompok tanaman yang sangat rentan terhadap penyakit akar, apalagi bila ditanam monokultur, sehingga luas serangan dan kerusakan akibat penyakit ini cepat meningkat dari waktu ke waktu. Adanya penyakit pada *Acacia* spp. telah dilaporkan dan salah satu yang penting adalah penyakit akar (Semangun, 1991a).

Di kampus UGM pada *Acacia* spp. (*Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth., *Acacia mangium* Willd., *Acacia oraria* F.Von Muell. dan *Acacia crassicarpa* A. Cunn. ex Benth.) juga terdapat penyakit akar dan pertanaman sudah dalam kondisi rusak berat. Seperti halnya penyakit-penyakit akar lain, penyakit ini sangat merugikan karena mematikan tanaman dan penyebarannya sulit dikendalikan. Pengamatan pendahuluan menunjukkan bahwa di kampus UGM penyakit akar telah tersebar luas dengan intensitas $\pm 50\%$.

Di dalam silvikultur modern usaha mengendalikan hama dan penyakit dilakukan menggunakan pendekatan pengelolaan hama terpadu (PHT). Apabila ini dikembangkan, peran pengendalian hayati sangat penting, terutama dalam hal kemampuannya untuk memperbaiki secara alami (*self-renewing impact*). Pengendalian hayati yang dikembangkan dengan memanfaatkan organisme yang secara alami telah berada di daerah wabah akan sangat efisien. Salah satu potensi pengendalian hayati pada penyakit akar ialah pemanfaatan *Trichoderma* sebagai organisme yang mempunyai kemampuan antagonistik. Beberapa contoh pemanfaatan *Trichoderma* sebagai agen pengendali hayati di Indonesia

di antaranya ialah di perkebunan karet (Basuki, 1985), teh (Rayati *et al.*, 1993), dan kelapa sawit (Abadi, 1987).

Informasi mengenai penyakit akar di kampus UGM dan cara pengendaliannya secara hayati belum tersedia. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan isolasi dan identifikasi penyebab penyakit dan dicari isolat-isolat *Trichoderma* yang mempunyai kemampuan untuk mengendalikan penyakit akar tersebut. Hasil penelitian ini merupakan informasi awal tentang kemungkinan dilakukannya pengendalian hayati terhadap penyakit akar pada jenis-jenis tanaman di lingkungan kampus UGM.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian. Penelitian dilakukan di Kampus UGM (isolasi jamur akar *Acacia* spp. dan jamur antagonisnya) dan Laboratorium Perlindungan Hutan, Fakultas Kehutanan, UGM.

Sebaran dan intensitas penyakit. Untuk mengetahui sebaran dan intensitas penyakit, pertama-tama *Acacia* spp. di lingkungan kampus UGM dibedakan menjadi (1) kelompok sejenis, (2) kelompok campuran, dan (3) tumbuh terpencair di luar kelompok. Dalam tiap kelompok dilakukan pengamatan terhadap gejala penyakit akar. Gejala sekunder diamati pada perubahan (kerusakan) tajuk mulai dari kelayuan daun sampai kematian tajuk. Gejala primer yang diamati antara lain berupa pembentukan rizomorf, tubuh buah atau kenampakan jamur pada pangkal batang atau akar. Pengamatan sedapat mungkin dilakukan terhadap seluruh tanaman *Acacia* spp. di lingkungan kampus UGM.

Isolasi dan identifikasi penyebab penyakit. Jamur akar diisolasi dari akar yang menunjukkan gejala penyakit. Isolat yang diperoleh diperbanyak dan disimpan pada agar miring. Patogenisitas organisme penyebab penyakit diuji dengan menggunakan tumbuhan indikator *Crotalaria juncea* (Semangun, 1991b) dan batang *A. mangium* (\varnothing 10 cm, panjang 8

cm). Identifikasi penyebab penyakit dilakukan dengan mengamati karakteristik organ generatif dan vegetatif, misalnya: diameter dan bentuk tubuh buah, basidiospora, rizomorf dan himenium.

Seleksi jamur antagonis. Jamur antagonis diisolasi dari seresah dan tanah di sekitar *Acacia* spp. yang sakit. Selain itu digunakan juga isolat-isolat standar yang sudah terbukti efektif sebagai pengendali penyakit akar putih pada karet dan *A. mangium* (Widyastuti *et al.*, 1998). Identifikasi jamur dilakukan dengan melihat koloni di dalam media (PDA) dan dengan bantuan mikroskop. Isolat-isolat yang diperoleh diuji dan diseleksi kemampuan antagonisnya secara *in vitro* (Johnson, 1957), dengan cara menumbuhkan patogen dan *Trichoderma* dengan jarak 3 cm satu sama lain, pada cawan Petri berdiameter 9 cm berisi media PDA, menggunakan 3 ulangan. Isolat jamur penyebab penyakit ditumbuhkan 48 jam lebih awal dari *Trichoderma* karena pertumbuhannya lebih lambat. Untuk mengetahui daya hambat *Trichoderma* digunakan rumus :

$$C = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

C : Besarnya daya hambat

a : Rata-rata luas koloni jamur penyakit tanpa *Trichoderma*

b : Rata-rata luas koloni jamur penyakit dengan *Trichoderma*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran penyakit. Peta sebaran serangan jamur akar pada *Acacia* spp. di kampus UGM membuktikan bahwa penyakit akar ini cenderung mengelompok, yaitu di (a) sekitar Fakultas Kedokteran dan Fakultas Kedokteran Gigi, (b) sekitar jalan antara Fakultas Teknologi Pertanian, Fakultas Hukum, dan Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, (c) belakang Pusat Pelatihan Bahasa, (d) depan Fakultas Sastra, dan (e) sepanjang Selokan Mataram.

Sebaran dan intensitas penyakit pada kelompok sejenis, kelompok campuran, dan akasia yang tumbuh terpencair tidak terdapat perbedaan yang nyata. Dari tanaman yang tersisa diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Pola sebaran penyakit akar yang mengelompok seperti dijumpai pada pertanaman *Acacia* spp. di Kampus UGM tidak berbeda dengan pola sebaran penyakit akar pada pertanaman jenis-jenis akasia di tempat lain. Lee (1996a) melaporkan pola sebaran serangan penyakit akar yang mengelompok di pertanaman jenis-jenis akasia di Semenanjung Malaysia dan *A. mangium* di beberapa tempat di Sumatera (1996b). Sharma & Florence (1996) juga melaporkan hal yang sama pada serangan penyakit akar pada pertanaman akasia di India.

Tabel 1. Intensitas penyakit akar merah pada *Acacia* spp. yang ada di kawasan kampus UGM^{a)}

| No. | Jenis | Kondisi Tanaman | | | Intensitas Penyakit (%) |
|-----|------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|
| | | Sehat ^{b)} | Sakit ^{c)} | Mati ^{d)} | |
| 1. | <i>Acacia auriculiformis</i> | 148 | 21 | 72 | 38,6 |
| 2. | <i>A. mangium</i> | 7 | 2 | 1 | 22,2 |
| 3. | <i>A. oraria</i> | 54 | 9 | 13 | 28,9 |
| 4. | <i>A. crassicarpa</i> | 1 | - | 2 | 66,7 |

Keterangan:

a) Pengamatan dilakukan pada tanggal 15 November 1997

b) Tajuk hijau, kenampakan normal

c) Tajuk menguning, sebagian kering dan rontok, leher akar dan perakaran membusuk

d) Semua jaringan pohon mati, leher akar dan perakaran membusuk

Penyebaran penyakit akar yang cenderung mengelompok dengan rumpang-rumpang berbentuk lingkaran pada bagian tepi, menunjukkan bahwa penyakit menyebar melalui kontak akar pohon yang sehat dengan akar pohon yang telah mati oleh serangan patogen (Semangun, 1991b).

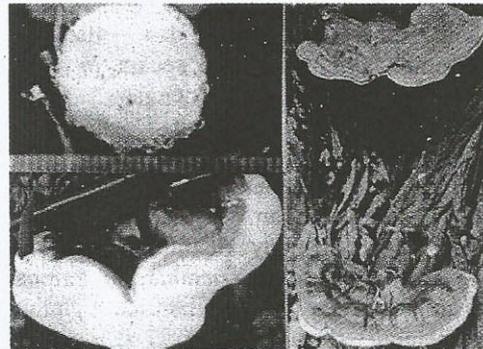
Isolasi dan identifikasi penyebab penyakit. Isolat jamur patogen diuji patogenisitasnya menggunakan tanaman indikator *C. juncea* dan potongan batang *A. mangium*. Hal ini dilakukan karena tanaman *A. mangium* termasuk jenis perenial yang lambat menunjukkan gejala penyakit (memerlukan waktu beberapa tahun). Sedangkan *Crotalaria* spp. adalah tanaman yang dikenal sebagai salah satu tanaman indikator penyakit akar merah (Semangun, 1991b). Hasil uji patogenisitas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gejala serangan *G. philippii* pada *C. juncea*.

Dari hasil identifikasi diketahui bahwa penyebab penyakit adalah *Ganoderma philippii*, yang dahulu dikenal sebagai *G. pseudoferreum* (Gambar 2) dengan ciri-ciri tubuh buah yang masih muda berbentuk bulat berwarna putih, tubuh buah dewasa pada permukaan atas licin dan mengkilat, berwarna cokelat kehitaman, mempunyai mintakat-mintakat yang terpotong oleh lipatan-

lipatan. Mintakat terluar dari tubuh buah dewasa berwarna cokelat kemerahan, yang sedikit demi sedikit beralih ke tepi yang berwarna putih dan sedikit membengkak. Pada waktu masih baru, permukaan bawah (pori) tubuh buah dewasa berwarna putih dan menjadi kelabu setelah kering. Bila tubuh buah dewasa segar dipotong, tampak jaringan berwarna cokelat merah kehitaman dan berair. Dalam keadaan kering berwarna cokelat muda, lunak dan berbulu. Basidiospora berbentuk lonjong dengan pangkal yang runcing.



Gambar 2. Tubuh buah *G. philippii* pada pokok batang *A. mangium*.

Permukaan akar yang sakit dalam keadaan basah tertutup oleh lapisan miselium aktif berwarna merah kecokelatan dan dalam keadaan kering berwarna putih kotor. Pada akar teh benang dan selaput jamur akar merah berwarna merah muda dan berubah menjadi putih kotor pada keadaan kering (Semangun, 1987). Selaput miselium jamur yang tua pada akar *A. mangium* berwarna cokelat. Pada akar yang sakit, bagian kayunya menjadi lunak dan agak berair. Akibat busuk basah yang disebabkan oleh jamur akar merah juga dilaporkan oleh peneliti terdahulu pada akar teh (Semangun, 1991).

Hasil penelitian ini memperkuat laporan Lee (1996a; 1996b) tentang adanya ancaman terhadap *A. mangium* pada HTI di Sumatera dan Malaysia oleh *Ganoderma* sp. Data yang diperoleh dari penelitian lain (Sharma & Florence, 1996) menunjukkan

bahwa di India, busuk akar yang disebabkan oleh *G. lucidum* terjadi pada tegakan tua dengan mortalitas yang bervariasi (<10% s.d. 75%).

Isolasi dan seleksi jamur antagonis. Untuk mendapatkan jamur antagonis telah diisolasi 20 isolat *Trichoderma* seperti tertera pada Tabel 2.

Dari hasil pengamatan isolat-isolat *Trichoderma* yang digunakan dalam penelitian di media PDA, tampak warna koloni dan pertumbuhan yang berbeda. Isolat *Trichoderma* diidentifikasi berdasarkan ciri pertumbuhannya, karakteristik koloni, sistem percabangan miselium, struktur pendukung konidium dan konidium serta tata letak fialida. Identifikasi dilakukan dengan menggunakan acuan dari Rifai (1969) dan isolat-isolat koleksi standar Laboratorium

Perlindungan Hutan, Fakultas Kehutanan, UGM.

Uji antagonistik. Baker & Cook (1974) menyatakan bahwa antagonisme meliputi semua aktivitas suatu jasad yang dengan cara tertentu memberikan pengaruh yang merugikan jasad lain. Aktivitas antagonis meliputi persaingan, parasitisme atau predasi dan pembentukan toksin termasuk antibiotik. Hasil analisis sidik ragam terhadap 20 isolat *Trichoderma* spp. menunjukkan bahwa semua isolat tersebut mempunyai daya hambat *in vitro* yang sangat nyata terhadap perkembangan *G. philippii*. Tiga isolat yang paling efektif adalah *T. resei* (No. 13), *T. koningii* (No. 1) dan *T. koningii* (No. 16) dengan daya hambat masing-masing 94,58%, 93,66% dan 91,76% (Tabel 3).

Tabel 2. Asal dan jenis isolat *Trichoderma* spp. yang digunakan

| No | Asal isolat | Sumber inokulum | Tanggal isolasi | Nama isolat |
|----|----------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | Balittra | - | - | <i>T. koningii</i> |
| 6 | Jambi | Seresah <i>A. mangium</i> | 8 Mei 1997 | <i>T. viride</i> |
| 9 | Kampus UGM | Seresah | 8 Mei 1997 | <i>T. resei</i> |
| 10 | Kampus UGM | Seresah | 8 Mei 1997 | <i>T. koningii</i> |
| 11 | Kampus UGM | Seresah | 8 Mei 1997 | <i>T. piluliferum</i> |
| 12 | Kampus UGM | Seresah | 8 Mei 1997 | <i>T. piluliferum</i> |
| 13 | Kampus UGM | Tanah | 8 Mei 1997 | <i>T. resei</i> |
| 14 | Kampus UGM | Tanah | 8 Mei 1997 | <i>T. piluliferum</i> |
| 16 | Kampus UGM | Tanah | 8 Mei 1997 | <i>T. koningii</i> |
| 17 | Kampus UGM | Tanah | 19 April 1997 | <i>T. koningii</i> |
| 19 | Sendang Mole, Gunung Kidul | Limbah kayu putih | 18 Agustus 1997 | <i>T. resei</i> |
| 20 | Sendang Mole, Gunung Kidul | Limbah kayu putih | 9 Agustus 1997 | <i>T. koningii</i> |
| 21 | Jambi | Kotoran gajah | 22 April 1997 | <i>T. resei</i> |
| 22 | Jambi | Kotoran gajah | 22 April 1997 | <i>T. hamatum</i> |
| 23 | Jambi | Kotoran gajah | 22 April 1997 | <i>T. viride</i> |
| 24 | Jambi | Kotoran gajah | 22 April 1997 | <i>T. koningii</i> |
| 25 | Jambi | Kotoran gajah | 22 April 1997 | <i>T. piluliferum</i> |
| 26 | Jambi | Kotoran gajah | 22 April 1997 | <i>T. koningii</i> |
| 28 | Jambi | Kotoran gajah | 22 April 1997 | <i>T. hamatum</i> |
| 30 | Wanagama, Gunung Kidul | Seresah <i>A. mangium</i> | 9 Agustus 1997 | <i>T. koningii</i> |

Keterangan:

*: Nomor isolat *Trichoderma* spp. menyesuaikan dengan nomor induk isolat koleksi Laboratorium Perlindungan Hutan, Fakultas Kehutanan, UGM.

Tabel 3. Daya hambat *Trichoderma* spp. terhadap pertumbuhan *Ganoderma philippii* delapan hari setelah penanaman *Trichoderma* spp.

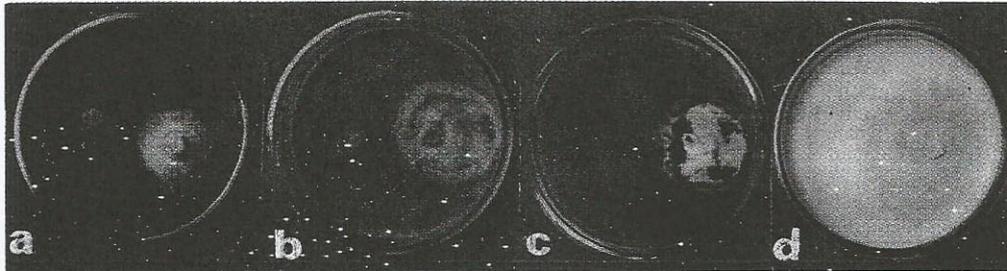
| No. isolat | Nama isolat | Daya hambat (%) |
|------------|--------------------------|-----------------|
| 13 | <i>Trichoderma resei</i> | 94,58 a |
| 1 | <i>T. koningii</i> | 93,66 ab |
| 16 | <i>T. koningii</i> | 91,76 ab |
| 24 | <i>T. koningii</i> | 91,17 abc |
| 20 | <i>T. koningii</i> | 91,06 abc |
| 19 | <i>T. resei</i> | 90,19 abc |
| 22 | <i>T. hamatum</i> | 90,09 abcd |
| 11 | <i>T. piluliferum</i> | 89,16 abcde |
| 25 | <i>T. piluliferum</i> | 88,51 abcde |
| 12 | <i>T. piluliferum</i> | 87,53 abcde |
| 17 | <i>T. koningii</i> | 87,32 abcde |
| 9 | <i>T. resei</i> | 86,67 abcde |
| 10 | <i>T. koningii</i> | 85,26 bcdef |
| 30 | <i>T. koningii</i> | 82,82 cdefg |
| 26 | <i>T. koningii</i> | 81,25 defg |
| 21 | <i>T. resei</i> | 81,03 efg |
| 6 | <i>T. viride</i> | 76,59 fgh |
| 23 | <i>T. viride</i> | 75,61 ghi |
| 14 | <i>T. piluliferum</i> | 71,65 hi |
| 28 | <i>T. hamatum</i> | 67,53 j |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji Beda Nyata Jujur pada taraf uji 0,05.

Dua dari tiga isolat ini berasal dari kampus UGM (*T. resei*/13 dan *T. koningii*/16). Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu (Hadar *et al.*, 1979, 1984) bahwa isolat-isolat *Trichoderma* yang berasal dari tempat yang sama akan lebih efektif dibanding dengan isolat-isolat yang berasal dari tempat yang berlainan. Ditemukannya interaksi antagonistik secara alami di daerah endemik suatu penyakit akan merupakan suatu potensi yang sangat berarti, terutama apabila akan dikembangkan PHT di daerah tersebut. Masih kecilnya peranan isolat-isolat *Trichoderma* di kampus UGM dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan mikro yang kurang menguntungkan. Dari pengukuran pH diperoleh derajat keasaman tanah berkisar antara 6,5-6,8. Pada kisaran pH ini, terjadi penekanan aktivitas antagonistik mikroorganisme tanah, sedangkan pertumbuhan *Ganoderma* sp. justru lebih optimal (Arifin *et al.*, 1987). Percobaan penambahan belerang di perkebunan karet yang dilakukan Basuki (1985) menunjukkan adanya peningkatan aktivitas *Trichoderma* spp. dan penekanan

perkembangan jamur akar putih. Cook & Baker (1974) melaporkan bahwa aktivitas jamur-jamur antagonis hanya terpacu pada kondisi asam, antara lain aktivitas parasitisme dan pembentukan antibiotik gliotoksin dan viridin pada *T. viride*.

Dari hasil pengamatan pertumbuhan *G. philippii* dan *Trichoderma* sp. diketahui bahwa pada hari ke-5 setelah penanaman *Trichoderma*, miselium jamur mulai bersinggungan. Pada hari ke-6 pertumbuhan jamur akar merah mulai terhambat karena tertekan oleh jamur *Trichoderma* sp. Webster & Dennis (1971) menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. mempunyai daya antagonis yang tinggi dan dapat mengeluarkan racun, sehingga dapat menghambat bahkan mematikan jamur lain. Selain itu peneliti terdahulu membuktikan bahwa *T. harzianum* mampu tumbuh di atas jamur *Rhizoctonia solani* dan memanfaatkan dinding sel *R. solani* sebagai sumber karbon (Hadar *et al.*, 1979). Hasil yang sama juga dapat dilihat pada penelitian ini, bahwa *Trichoderma* sp. mampu tumbuh di atas *G. philippii*. (Gambar 3).



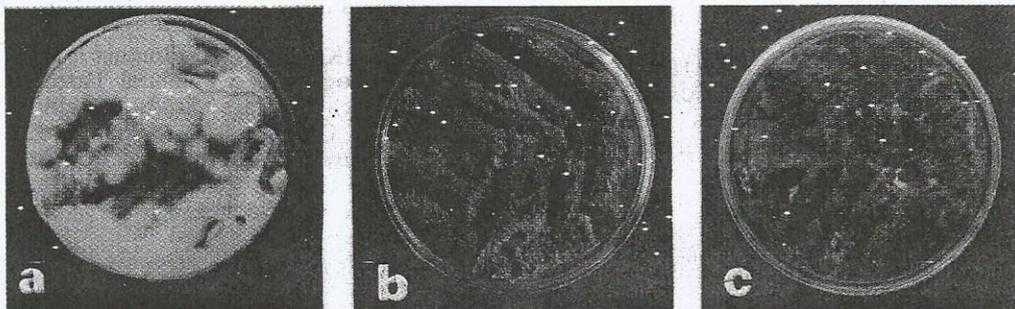
Gambar 3. Pertumbuhan *G. philippii* dari *A. mangium* dan *Trichoderma* sp. terpilih umur 10 hari pada medium PDA (a) *G. philippii* vs *T. resei*/T13, (b) *G. philippii* vs *T. koningii*/T1, (c) *G. philippii* vs *T. koningii*/T16, (d) *G. philippii* tanpa *Trichoderma*.

Elad *et al.* (1983) melaporkan *T. harzianum* dan *T. hamatum* mampu menghambat pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* dan *R. solani* melalui mekanisme interaksi hifa dan aktivitas enzim kedua jenis *Trichoderma* tersebut (β -1,3-glukanase dan kitinase) yang secara sinergis membuat dinding sel jamur inang mengalami lisis. Penelitian terhadap kemampuan antagonistik *Trichoderma* spp. yang dilakukan oleh Arifin *et al.* (1987) pada *G. philippii* yang menyerang perkebunan teh membuktikan hifa *Trichoderma* spp. mampu menyebabkan lisisnya dinding sel hifa jamur lain.

Pada potongan akar *A. mangium* jamur akar merah dan *Trichoderma* masing-masing menunjukkan pertumbuhan yang cukup baik (Gambar 4a dan 4b). Pada penelitian ini penghambatan pertumbuhan *G. philippii* oleh *Trichoderma* juga terjadi pada potongan akar *A. mangium*. Pada gambar 4c terlihat miselium *G. philippii* tidak berkembang dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai dengan dana DRK No. UGM/446/J.01.P/PL.06.05/97. Untuk itu diucapkan terima kasih.



Gambar 4. Potongan akar *A. mangium* yang diinokulasi dengan (a) *G. philippii*, (b) *T. resei*/T13, dan (c) *G. philippii* dan *T. resei*/T13 pada hari kesepuluh.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. L. 1987. Biologi *Ganoderma boninense* Pat. pada Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dan Pengaruh Beberapa Mikrobia Tanah Antagonistik terhadap Pertumbuhannya. Fakultas Pasca Sarjana IPB. 147 hal.
- Arifin, I.S., B. Dahlan & U. Dahlan. 1989. Potensi Antagonisme Jamur Tanah pada Areal Tanaman Teh terhadap Jamur *Ganoderma pseudoferreum* in-vitro. Pros. Kongres Nasional Perhimpunan Fitopatologi Indonesia (PFI) IX, Surabaya, 24-26 November 1987.
- Baker, K.F. & R.J. Cook. 1974. *Biological Control of Plant Pathogens*. W. H. Freeman, San Fransisco.
- Basuki. 1985. Peranan Belerang sebagai Pemacu Pengendalian Biologi Penyakit Akar Putih pada Karet. *Disertasi Doktor*. UGM.
- Darma, T. IGK., R. Oemijati & J. Surya. 1986. Berbagai Jenis Hama dan Penyakit pada *Acacia mangium* Willd. di Subanjeruji, Sumatera Selatan. Pros. Seminar Nasional Ancaman Terhadap Hutan Industri. Jakarta. 20 Desember, 1986.
- Elad, Y., I. Chet, P. Boyle & Y. Henis. 1983. Parasitism of *Trichoderma* spp. on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* - Scanning Electron Microscopy and Fluorescence Microscopy. *Phytopathology* 73:85-88.
- Hadar, Y., I. Chet & Y. Henis. 1979. Biological Control of *Rhizoctonia solani* Damping-off with Wheat Brand Culture of *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology* 69:64-68.
- Hadar, Y., G. E. Harman & A. G. Taylor. 1984. Evaluation of *Trichoderma koningii* and *T. harzianum* from New York Soils for Biological Control of Seed Rot Caused by *Phytophthora* spp. *Phytopathology* 74:106-110.
- Johnson, L.F. 1957. Effect of Antibiotics on the Numbers of Bacteria and Fungi Isolated from Soil by the Dilution-plate Method. *Phytopathology* 47s: 630 - 631.
- Lee S. S. 1996a. Diseases of Some Tropical Plantation Acacias in Peninsular Malaysia, dalam K. M. Old, Lee S. S. & Sharma, J.K. (Eds.). *Diseases of Tropical Acacias*. Proc. Internat. Workshop Subanjeriji (South Sumatra). CIFOR, Jakarta.
- Lee S. S. 1996b. Report of a Visit to Three Indonesian Pulp dan Paper Plantation Companies dalam K. M. Old, Lee S. S. & J. K. Sharma (Eds.). *Diseases of Tropical Acacias*. Proc. Internat. Workshop Subanjeriji (South Sumatra). CIFOR, Jakarta.
- Rayati, D. J., S. Arifin & T. A. Subhan. 1993. Potensi Belerang dalam Mengendalikan *Ganoderma pseudoferreum*, Penyebab Penyakit Akar Merah Anggur pada Teh. Pros. Kongres Nasional XII dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Yogyakarta.
- Rifai, M. A. 1969. A Revision of the Genus *Trichoderma*. Commonw. Mycol Inst., Mycol. Pap. 116.
- Semangun, H. 1987. Tea Diseases in South East Asia. *Rev.Trop.Pl.Path.* 4(1987): 49-87
- _____. 1991a. *Host Index of Plant Diseases in Indonesia*. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta. 351 pp.
- _____. 1991b. *Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta. Hal:317.
- Sharma, J. K. & E. J. Florence. 1996. Fungal Pathogens as a Potential Threat to Tropical Acacias-Case Study of India. dalam K. M. Old, Lee S. S. & Sharma, J.K. (eds.). *Diseases of Tropical Acacias*. Proc. Internat. Workshop Subanjeriji (South Sumatra). CIFOR, Jakarta.
- Webster J. & C. Dennis. 1971. Antagonistic Properties of the Different Species Group of *Trichoderma*. II. Production of Volatile Antibiotics. *Trans. Mycol. Soc.* 57(I) 41-48.
- Widyastuti, S.M., Sumardi & N. Hidayati. 1998. Kemampuan *Trichoderma* spp. untuk Pengendalian Hayati Jamur Akar Putih pada *Acacia mangium* Secara In Vitro. *Bulletin Kehutanan*. 36:24-38.