

**EFEKTIVITAS *TRICHODERMA* SPP. SEBAGAI PENGENDALI HAYATI
TERHADAP TIGA PATOGEN TULAR TANAH
PADA BEBERAPA JENIS TANAMAN KEHUTANAN**

***THE EFFECTIVENESS OF TRICHODERMA SPP. AS BIOCONTROL AGENTS
AGAINST THREE SOIL-BORNE PATHOGENS OF
SEVERAL FOREST TREE SPECIES***

**S.M. Widyastuti⁺), Sumardi, dan P. Sumantoro
Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada**

⁺)Penulis untuk korespondensi, E-mail: forstect@ugm.ac.id

ABSTRACT

The experiment was aimed to compare Trichoderma spp. with fungicides in the control of soil-borne pathogens and to evaluate the inhibitory effect of the fungicides on the activity of Trichoderma spp. The first objective was achieved by applying antagonistic test of three isolates of Trichoderma spp. and inhibitory growth test of fungicides both against soil-borne pathogens. The second objective was attained by growing Trichoderma spp. on growth medium containing four level of fungicides.

*The results showed that three isolates of Trichoderma were comparable to fungicides in their ability to inhibit root rot pathogens. *T. koningii* at a concentration of 10^3 spores/ml performed the same level of growth inhibition with that of 0.2 ppm captafol against *Rigidoporus lignosus*. *T. reesei* at a concentration of 10^4 spores/ml gave same inhibition effect with that of 25 ppm benomyl against *Ganoderma* sp., and *T. harzianum* at a concentration of 10^5 spores/ml had the same inhibition effect against *Sclerotium rolfsii* with captafol at a concentration of 20 ppm. The results also showed that fungicides could affect the activities of Trichoderma on the medium. Benomyl promoted the growth of *T. reesei* and *T. harzianum* at a concentration of 0.2 ppm while at a concentration of 20 ppm both of them could not grow.*

Key words: Trichoderma spp., soil-borne pathogens, fungicide activity

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kemampuan *Trichoderma* spp. dengan fungisida sebagai pengendali patogen tular tanah dan mengetahui pengaruh penghambatan fungisida pada pertumbuhan *Trichoderma* spp. Tujuan pertama dicapai dengan jalan melakukan uji antagonistik tiga isolat *Trichoderma* spp. dan uji aktivitas tiga fungisida terhadap jamur patogen. Tujuan kedua diperoleh dengan jalan menguji pertumbuhan *Trichoderma* spp. di dalam media yang sudah dicampur fungisida pada berbagai tingkat konsentrasi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tiga isolat *Trichoderma* yang diuji memiliki efektivitas yang sebanding dengan fungisida dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen tular tanah. *T. koningii* pada konsentrasi 10^3 spora/ml setara dengan kaptafol 0,2 ppm dalam menghambat *Rigidoporus lignosus*, *T. reesei* pada konsentrasi 10^4 spora/ml setara dengan benomil 25 ppm dalam menghambat *Ganoderma* sp., dan *T. harzianum* pada konsentrasi 10^5 spora/ml setara dengan kaptafol 20 ppm dalam menghambat *Sclerotium rolfsii*. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa fungisida dapat mempengaruhi aktivitas *Trichoderma* bila keduanya diaplikasikan pada satu media bersama-sama. Benomil memacu pertumbuhan *T. reesei* dan *T. harzianum* pada konsentrasi 0,2 ppm sedangkan pada konsentrasi 20 ppm keduanya tidak mampu tumbuh.

Kata kunci: *Trichoderma* spp., patogen tular tanah, aktivitas fungisid

PENDAHULUAN

Hutan Tanaman Industri (HTI) sebagian besar dibangun pada areal yang berasal dari hutan alam tidak produktif atau tanah kosong. Konversi hutan alam menjadi hutan buatan sejenis ini mempunyai konsekuensi lebih beresiko terhadap kerusakan oleh hama dan penyakit. Pada awal rotasi kedua, ancaman epidemi penyakit akar dan juga kerusakan oleh hama dan penyakit lain pada HTI makin tinggi. Banyak penelitian diarahkan untuk mempelajari dan mengembangkan potensi *Trichoderma* sebagai agen pengendali hayati dalam upaya mencari alternatif pengganti pengendalian menggunakan pestisida. Penyakit yang disebabkan oleh patogen tular tanah termasuk masalah yang diupayakan pengendaliannya menggunakan jasad antagonis. Pengendalian alternatif ini dilakukan karena pengendalian konvensional menggunakan pestisida menimbulkan efek samping yang merugikan. Adanya resistensi patogen terhadap pestisida tertentu, terbunuhnya organisme bukan sasaran, kerusakan lingkungan dan gangguan kesehatan banyak dilaporkan sebagai dampak samping penggunaan pestisida (Smith, 1970; Agrios, 1988). Sebaliknya pengendalian hayati yang memanfaatkan potensi antagonisme ini memiliki prospek yang sangat bagus dengan banyaknya laporan bahwa jamur tular tanah rentan terhadap antagonisme ataupun mikoparasitisme oleh jamur lain. Metode ini tidak menimbulkan resistensi, tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, mengakibatkan terjadinya keseimbangan biologi dan efek pengendalian untuk sekali perlakuan akan berlangsung lama (Cook & Baker, 1983).

Jamur *Ganoderma* dan *Rigidoporus* dilaporkan sebagai penyebab kerusakan berbagai tanaman kehutanan di lapangan (Semangun, 1991). Sedangkan *Sclerotium rolfsii* merupakan salah satu jamur yang

menyerang tanaman di persemaian menyebabkan nekrosis pada pangkal batang semai (Guzman, 1981). Dewasa ini ancaman penyakit yang disebabkan patogen tular tanah, terutama *Ganoderma* dan *Rigidoporus* mulai banyak dilaporkan pada pertanaman HTI. Upaya pengendalian yang tepat sampai saat ini masih belum dikembangkan. Beberapa cara pengendalian jamur akar yang telah dilakukan di areal pertanaman *Acacia* spp. adalah melalui pembersihan tonggak dan sisa-sisa tanaman yang potensial sebagai sumber infeksi, pembuatan parit isolasi, dan penggunaan pestisida (Old *et al.*, 1996; Semangun, 1991), masih belum menunjukkan hasil yang efektif untuk skala pertanaman luas. Pengembangan metode pengendalian yang lain misalnya pemanfaatan jasad antagonis belum banyak dilakukan. *Trichoderma* yang telah diketahui mempunyai sifat antagonistik terhadap jasad lain (Nakas & Hagedorn, 1990), terutama terhadap patogen akar (Widyastuti *et al.*, 1998a; 1998b; 1999; Widyastuti & Sumardi, 1998; 1999) membuka kemungkinan untuk dikembangkan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi potensi *Trichoderma* spp. untuk mengendalikan patogen tular tanah, yaitu *Ganoderma* sp., *R. lignosus* (*R. microporus*), dan *S. rolfsii* dibandingkan fungisida dan mengetahui pengaruh fungisida terhadap *Trichoderma*.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian. Penelitian dilakukan di Laboratorium Perlindungan Hutan, Jurusan Budidaya Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada.

Isolat jamur. Isolat jamur yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Jenis dan aktivitas isolat jamur yang diteliti

No.	Kode	Jamur	Sumber inokulum	Aktivitas
1	GD ₄	<i>Ganoderma</i> sp.	<i>A. mangium</i>	Penyebab penyakit akar merah
2		<i>R. lignosus</i>	<i>A. mangium</i>	Penyebab penyakit akar putih
3		<i>S. rolfsii</i>	-	Penyebab <i>damping off</i> semai
4	T ₁	<i>T. koningii</i>	-	Efektif terhadap <i>R. lignosus</i> (karet)
5	T ₁₃	<i>T. reesei</i>	Tanah	Efektif terhadap <i>G. philippii</i>
6	T ₂₇	<i>T. harzianum</i>	Kotoran gajah	Efektif terhadap <i>R. lignosus</i> (akasia)

Keterangan: 1, 2, 5, 6 merupakan isolat hasil koleksi Lab. Perlindungan Hutan Fakultas Kehutanan UGM; 3 merupakan isolat koleksi Jurusan HPT, Fakultas Pertanian UGM; dan 4 merupakan isolat dari Balittra, Kalimantan Selatan.

Uji antagonistik *Trichoderma* spp. Pengaruh tingkat konsentrasi spora *Trichoderma* spp. terhadap tingkat penghambatan jamur patogen, diketahui dengan membuat seri kombinasi medium PDA (*potato dextrose agar*) dengan konsentrasi spora *Trichoderma*: 0 spora/ml (kontrol), 10³ spora/ml, 10⁴ spora/ml dan 10⁵ spora/ml. Selanjutnya potongan biakan murni jamur patogen dengan diameter 5 mm diletakkan di tengah-tengah medium. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai koloni jamur patogen memenuhi permukaan medium dalam cawan Petri.

Uji aktivitas fungisida. Tiga fungisida digunakan dalam penelitian ini yaitu benomil dengan konsentrasi akhir 0 ppm; 0,5 ppm; 25 ppm dan 500 ppm; kaptafol dengan konsentrasi akhir 0 ppm; 0,2 ppm; 20 ppm dan 2.000 ppm; dan PCNB dengan konsentrasi 0 ppm; 1 ppm 10 ppm dan 100 ppm. Biakan murni jamur patogen (*R. lignosus*, *Ganoderma* sp. dan *S. rolfsii*) ditumbuhkan pada medium PDA berfungisida dalam cawan Petri (diameter 9 cm).

Pengaruh fungisida terhadap pertumbuhan *Trichoderma* spp. Pengujian dilakukan dengan menumbuhkan *Trichoderma* pada medium PDA yang telah dicampur fungisida dengan dosis bertingkat. Ada 5 tingkat konsentrasi fungisida yang dipakai

yaitu: 0 ppm (kontrol); 0,2 ppm; 2 ppm; 20 ppm; dan 200 ppm.

Analisis hasil. Sesuai dengan rancangan penelitian yang dibuat, data yang diperoleh dianalisis dengan Analisis Varians (ANOVA) dan uji lanjut (Uji Jarak Ganda Duncan) apabila terdapat perbedaan yang nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan antagonistik *Trichoderma* spp. dibandingkan dengan fungisida terhadap *R. lignosus*. Hasil pengamatan terhadap aktivitas *Trichoderma* spp. dan fungisida menunjukkan adanya perbedaan mekanisme penghambatan terhadap jamur patogen. Menurut Patrich & Toussoun (1970), mekanisme penekanan perkembangan patogen dapat terjadi melalui proses kompetisi, parasitisme, antibiosis atau mekanisme lain yang bersifat merugikan bagi patogen. Jamur dan mikroorganisme lain memproduksi substansi kimia yang beracun dalam bentuk enzim, alkaloid, senyawa organik kompleks dan senyawa anorganik. Sedangkan fungisida bersifat toksik terhadap patogen dan mempengaruhi proses metabolisme sel jamur. *R. lignosus* pada perlakuan kontrol memenuhi cawan Petri pada hari keenam, sedangkan untuk hari yang sama ketiga

isolat *Trichoderma* telah menghambat secara penuh miselium jamur patogen yang warnanya berubah menjadi kecokelatan. Ini sejalan dengan pendapat Webster & Dennis (1971) yang menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. mempunyai daya antagonis yang tinggi dan dapat mengeluarkan racun, sehingga dapat menghambat bahkan mematikan jamur lain. Untuk perlakuan dengan tiga fungisida, miselium *R. lignosus* tetap tumbuh walaupun tertekan sesuai dengan kadar fungisida yang diberikan. Karena kondisi tersebut, maka perhitungan daya hambat terhadap miselium *R. lignosus* dihitung pada hari keempat saat pertumbuhan miselium *R. lignosus* pada perlakuan *Trichoderma* spp. mulai berhenti tumbuh.

Dari hasil analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa penghambatan *Trichoderma* spp. dan fungisida berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol (Tabel 2). Isolat *T. koningii* memiliki daya hambat paling tinggi meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dibandingkan dengan dua *Trichoderma* spp. lainnya ($P = 0,05$). Hal ini dapat dilihat bahwa pada konsentrasi terendah yang dipakai (10^3 spora/ml), *T. koningii* mempunyai daya hambat tertinggi,

yakni sebesar 96,78%. Sedangkan *T. harzianum* adalah isolat kedua efektivitasnya setelah *T. koningii*, dengan penghambatan sebesar 95,13%; 93,98%; dan 93,49% untuk konsentrasi 10^5 , 10^4 dan 10^3 spora/ml. *T. reesei* kurang efektif dibanding kedua isolat lainnya meskipun perbedaan daya hambat yang ada di antara ketiganya tidak signifikan.

Pada penelitian sebelumnya (Widyastuti *et al.*, 1998b) uji antagonisme secara kultur ganda (*dual culture*) antara *Trichoderma* spp. dengan *R. lignosus*, dengan cara *Trichoderma* spp. ditanam 48 jam setelah *R. lignosus*, *T. harzianum* merupakan isolat yang lebih baik dibandingkan isolat *T. koningii* dalam menekan pertumbuhan miselium *R. lignosus*. Sedangkan pada penelitian ini, dengan pencampuran suspensi spora ke dalam medium, *T. koningii* menunjukkan daya hambat paling baik. Perbedaan ini terjadi mungkin karena dengan metode ini distribusi spora *Trichoderma* spp. tersebar di seluruh medium, yang memungkinkan *Trichoderma* spp. lebih cepat tumbuh dan lebih efektif menghambat pertumbuhan *R. lignosus*.

Tabel 2. Daya hambat *Trichoderma* spp. dan fungisida terhadap *R. lignosus* pada medium PDA empat hari setelah tanam

Perlakuan <i>Trichoderma</i> ¹⁾	Daya Hambat (%)			
	K0	K1	K2	K3
<i>T. koningii</i> (T ₁)	0,00 e	96,78 a	97,25 a	97,91 a
<i>T. reesei</i> (T ₁₃)	0,00 e	87,24 a	92,79 a	93,96 a
<i>T. harzianum</i> (T ₂₇)	0,00 e	93,49 a	93,98 a	95,13 a
Fungisida ²⁾	K0	K1	K2	K3
Kaptafol ⁱ⁾	0,00 e	88,35 a	95,02 a	95,24 a
Benomil ⁱⁱ⁾	0,00 e	19,56 d	23,81 d	89,11 a
PCNB ⁱⁱⁱ⁾	0,00 e	49,75 c	77,75 b	90,45 a

Keterangan: Angka diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan perbedaan signifikan pada taraf kepercayaan 0,05 (uji Duncan).

1) K0, K1, K2, K3 pada ¹⁾ menunjukkan kerapatan spora/ml dalam medium PDA, yakni kontrol, 10^3 , 10^4 , dan 10^5 spora/ml.

2) K0, K1, K2, dan K3 pada ²⁾ merupakan konsentrasi fungisida dalam medium PDA.

ⁱ⁾: kontrol; 0,2 ppm; 20 ppm; dan 2000 ppm.

ⁱⁱ⁾: kontrol; 0,5 ppm; 25 ppm; dan 500 ppm.

ⁱⁱⁱ⁾: kontrol; 1 ppm; 10 ppm; dan 100 ppm.

Pada hasil penelitian dengan fungisida, kaptafol merupakan fungisida yang paling efektif menghambat pertumbuhan *R. lignosus* dengan daya hambat sebesar 95,24% dan 95,02% pada konsentrasi 2.000 ppm dan 20 ppm. PCNB pada konsentrasi 100 ppm mampu menghambat pertumbuhan miselium jamur sebesar 90,46% sedangkan benomil 500 ppm mampu menghambat 89,11%.

Kemampuan antagonistik *Trichoderma* spp. dibandingkan dengan fungisida terhadap *Ganoderma* sp. Miselium *Ganoderma* sp. pada pengujian dengan *Trichoderma* spp. terhenti pertumbuhannya pada hari ketiga dan pada hari keempat *Trichoderma* mulai tumbuh di atas *Ganoderma*. Oleh karena itu untuk selanjutnya perhitungan efektivitas daya hambat perlakuan *Trichoderma* spp. dan fungisida diambil dari data pengukuran hari ketiga, meskipun sebenarnya miselium *Ganoderma* pada perlakuan kontrol memenuhi cawan Petri pada hari kesepuluh.

Tiga isolat *Trichoderma* yang diuji sampai dengan pengamatan hari ketiga memiliki kemampuan cukup tinggi dalam menghambat pertumbuhan *Ganoderma* sp. *T. reesei* pada konsentrasi spora 10^4 per ml memiliki tingkat daya hambat 93,11% yang berarti lebih tinggi dibandingkan dengan *T. koningii* dan *T. harzianum* pada konsentrasi 10^5 spora/ml (91,86% dan 91,29%) meskipun perbedaan di antaranya tidak signifikan (Tabel 3).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya (Widyastuti *et al.*, 1998a; 2000), bahwa *T. reesei* mempunyai potensi antagonistik tertinggi terhadap delapan penyakit akar tanaman kehutanan dibandingkan dengan isolat *T. koningii* dan *T. harzianum*. Widyastuti & Sumardi (1998) juga melaporkan bahwa *T. reesei* memiliki potensi antagonistik tertinggi terhadap miselium 11 patogen akar (*Ganoderma* spp.) yang diuji (96,64%) dibandingkan dengan isolat T₁ (92,67%) dan T₂₇ (82,79%).

Tabel 3. Rerata daya hambat *Trichoderma* spp. dan fungisida terhadap *Ganoderma* sp. pada medium PDA tiga hari setelah tanam

Perlakuan <i>Trichoderma</i> ¹⁾	Daya Hambat (%)			
	K0	K1	K2	K3
<i>T. koningii</i> (T ₁)	0,00 i	75,02 de	88,06 bc	91,86 ab
<i>T. reesei</i> (T ₁₃)	0,00 i	81,21 cd	93,11 ab	92,92 ab
<i>T. harzianum</i> (T ₂₇)	0,00 i	88,77 bc	89,84 bc	91,29 ab
Fungisida ²⁾	K0	K1	K2	K3
Kaptafol ¹⁾	0,00 i	63,86 f	89,05 bc	100,00 a
Benomil ⁱⁱ⁾	0,00 i	13,49 h	96,41 ab	100,00 a
PCNB ⁱⁱⁱ⁾	0,00 i	47,28 g	59,02 f	67,90 ef

Keterangan: Angka diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan perbedaan yang signifikan pada taraf kepercayaan 0,05 (uji Duncan).

1) K0, K1, K2, K3 pada ¹⁾ menunjukkan kerapatan spora/ml dalam medium PDA, yakni kontrol, 10^3 , 10^4 , dan 10^5 spora/ml.

2) K0, K1, K2, dan K3 pada ²⁾ merupakan konsentrasi fungisida dalam medium PDA.

ⁱ⁾: kontrol; 0,2 ppm; 20 ppm; dan 2000 ppm.

ⁱⁱ⁾: kontrol; 0,5 ppm; 25 ppm; dan 500 ppm.

ⁱⁱⁱ⁾: kontrol; 1 ppm; 10 ppm; dan 100 ppm.

Penelitian terhadap kemampuan antagonistik *Trichoderma* spp. yang dilakukan oleh Arifin *et al.* (1989) pada *G. philippii* yang menyerang teh membuktikan hifa *Trichoderma* spp. mampu mengadakan kontak langsung dan menyebabkan lisisnya dinding sel hifa inang. Pada penelitian sebelumnya (Harjono *et al.*, 2001) diketahui bahwa *T. reesei* (T₁₃) memproduksi enzim endokitinase pada saat menghambat pertumbuhan *G. philippii*, di samping mekanisme interaksi hifa yang secara sinergis membuat sel jamur inang mengalami lisis.

Pada perlakuan dengan fungisida hasil yang berbeda nyata juga diperoleh. Benomil 500 ppm dan kaptafol 2.000 ppm merupakan dosis yang mematikan *Ganoderma*. Pada penelitian ini benomil 25 ppm merupakan dosis yang menunjukkan proporsi mematikan sebagian jamur dengan efektivitas tertinggi, dan mempunyai nilai rerata daya hambat sebesar 96,41%. Dari hasil rerata daya hambat fungisida kaptafol dan benomil pada K₂ (20 ppm; 25 ppm) sudah menunjukkan angka yang tinggi (89,05%; 96,41%), maka dosis yang mematikan bagi *Ganoderma* sp. dapat diperkirakan tidak berbeda jauh dari dosis K₂ kedua fungisida tersebut. PCNB pada konsentrasi tertinggi (100 ppm) mampu menghambat sebesar 67,90%. Mekanisme aktivitas fungisida pada dosis yang mematikan sebagian adalah menekan laju pertumbuhan miselium *Ganoderma* sehingga pertumbuhannya terhambat. Dari ketiga konsentrasi yang ada, rerata daya hambat *Trichoderma* spp. lebih tinggi dan merata bila dibandingkan dengan aktivitas fungisida. Ini karena *Trichoderma* adalah jasad hidup yang mampu terus berkembang populasinya dalam habitat yang sesuai.

Interaksi antara *Trichoderma* dengan jamur Basidiomycetes merupakan pembelitan (*coiling*) yaitu dengan jalan hifa *Trichoderma* membelit hifa Basidiomycetes sehingga pertumbuhan hifa menjadi terhambat. Harjono *et al.* (2001) mencatat

bahwa *T. reesei* tidak melakukan penetrasi ke dalam sel *G. philippii*, namun hifa *Trichoderma* secara sederhana membelit hifa jamur ini. Mekanisme penghambatan pertumbuhan miselium ini adalah mikoparasitisme, di mana jamur mikoparasitik menghasilkan endokitinase ketika terjadi interaksi sehingga pertumbuhan miselium patogen terhambat atau dalam konsentrasi tinggi menjadi hancur (Harjono *et al.*, 2001).

Kemampuan antagonistik *Trichoderma* spp. dibandingkan dengan fungisida terhadap *S. rolfsii*. Jamur *S. rolfsii* merupakan jamur yang cepat pertumbuhannya, dan pada hari keempat miselium jamur pada perlakuan kontrol sudah memenuhi permukaan medium PDA. Hasil uji lanjut perlakuan *Trichoderma* spp. terhadap *S. rolfsii* yang diperoleh dari data pengamatan hari ketiga diketahui bahwa *T. harzianum* pada konsentrasi 10⁵ spora/ml memiliki persentase daya hambat tertinggi yaitu sebesar 91,89%. Sedangkan *T. reesei* pada konsentrasi 10⁴ dan 10⁵ spora/ml menempati peringkat di bawahnya walaupun tidak berbeda nyata, yaitu 89,26% dan 89,84% (Tabel 4). Adapun *T. koningii* menempati peringkat terendah di antara ketiga isolat.

Elad *et al.* (1979) mengemukakan bahwa *T. harzianum* memiliki daya antagonistik yang tinggi dan sanggup menyebabkan lisisnya miselium *S. rolfsii* dan *Rhizoctonia solani* pada kondisi temperatur yang rendah (< 27⁰C) dan pada konsentrasi PCNB tinggi (10–30 ppm), atau level pH tinggi yang lebih cocok untuk pertumbuhan *T. harzianum*. Miselium *S. rolfsii* yang terhambat menjadi terlisis, yakni hancurnya dinding sel miselium sehingga miselium tampak tipis kemudian hancur. Meskipun demikian miselium muda mampu tumbuh lagi dan menjalar di antara koloni *Trichoderma*, walaupun akhirnya berhenti dan terkoloni *Trichoderma* spp.

Tabel 4. Rerata daya hambat *Trichoderma* spp. dan fungisida terhadap *S. rolfsii* pada medium PDA tiga hari setelah tanam

Perlakuan <i>Trichoderma</i> ¹⁾	Daya Hambat (%)			
	K0	K1	K2	K3
<i>T. koningii</i> (T ₁)	0,00 g	64,13 de	73,32 cd	84,35 abc
<i>T. reesei</i> (T ₁₃)	0,00 g	73,29 cd	89,26 ab	89,84 ab
<i>T. harzianum</i> (T ₂₇)	0,00 g	74,16 cd	77,28 bcd	91,89 ab
Fungisida ²⁾	K0	K1	K2	K3
Kaptafol ⁱ⁾	0,00 g	15,18 g	98,97 a	100,00 a
Benomil ⁱⁱ⁾	0,00 g	11,26 gg	7,47 g	49,88 e
PCNB ⁱⁱⁱ⁾	0,00 g	34,61 f	58,25 e	97,95 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan perbedaan yang signifikan pada taraf kepercayaan 0,05.

1) K0, K1, K2, K3 pada ¹⁾ menunjukkan kerapatan spora/ml dalam medium PDA, yakni kontrol, 10³, 10⁴, dan 10⁵ spora/ml.

2) K0, K1, K2, dan K3 pada ²⁾ merupakan konsentrasi fungisida dalam medium PDA.

i): kontrol; 0,2 ppm; 20 ppm; dan 2000 ppm.

ii): kontrol; 0,5 ppm; 25 ppm; dan 500 ppm.

iii): kontrol; 1 ppm; 10 ppm; dan 100 ppm.

Kemampuan miselium *S. rolfsii* untuk bertahan tertinggi pada *T. koningii*, sedangkan pada isolat lainnya miselium *S. rolfsii* tampak lebih tertekan. Hifa *Trichoderma* spp. melekat atau membelit pada hifa inang dan mengeluarkan enzim glukukanase dan kitinase yang menyebabkan lisisnya hifa inang. Adanya lubang penetrasi juga didapatkan pada hifa jamur patogen.

Perlakuan dengan kaptafol pada dosis 20 ppm sudah memiliki daya hambat yang tinggi (98,97%), sehingga pada dosis 2000 ppm *S. rolfsii* tidak mampu hidup. Sedangkan PCNB 100 ppm mempunyai daya hambat sebesar 97,96%. Dalam penelitian ini benomil diketahui tidak efektif terhadap *S. rolfsii*, karena dari rerata daya hambat untuk ketiga konsentrasi fungisida yang dipakai paling rendah bila dibandingkan dengan kaptafol dan PCNB. Dari hasil statistik diketahui bahwa konsentrasi 0,5 ppm dan 25 ppm tidak menunjukkan perbedaan nilai daya hambat yang signifikan terhadap kontrol. Pemberian fungisida 500 ppm pun memiliki daya hambat terendah di antara ketiga fungisida, yakni sebesar 49,879%.

Pengamatan lanjut terhadap pertumbuhan miselium setelah kontrol penuh menunjukkan bahwa miselium tetap mampu tumbuh walaupun lambat dan tidak terjadi peristiwa lisis seperti pada perlakuan *Trichoderma*.

Perlakuan tingkat konsentrasi spora *Trichoderma* spp. dalam medium PDA menghasilkan bentuk koloni yang berbeda. Konsentrasi spora 10³ dan 10⁴ spora/ml menghasilkan koloni dengan pembentukan konidium yang sempurna, sedangkan pada konsentrasi 10⁵ spora/ml tampak *Trichoderma* spp. kurang mampu membentuk konidium. Kondisi ini dimungkinkan karena kandungan nutrisi makanan dan terutama kondisi ruang tumbuh dalam cawan Petri terlalu sempit untuk konsentrasi spora 10⁵/ml, sehingga terjadi kompetisi nutrisi dan ruang antar-*Trichoderma*. Konidium *Trichoderma* spp. memerlukan nutrisi dari luar (*exogenous*) agar berkecambah (Danielson & Davey, 1973b). Ko & Lockwood (1967) telah mempelajari kemampuan konidium jamur untuk berkecambah di dalam tanah dan menyimpulkan bahwa ketersediaan nutrisi yang dapat digunakan merupakan faktor pembatas.

Pengaruh fungisida terhadap pertumbuhan *Trichoderma* spp.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui toleransi *Trichoderma* spp. terhadap bahan kimia tertentu yang biasa digunakan untuk perawatan tanah. Menurut Munnecke (1972), jenis *Trichoderma* dikenal lebih toleran pada berbagai macam bahan kimia yang biasa digunakan dalam perlakuan tanah, seperti karbon disulfida, kaptan, formalin, alil alkohol, metil bromida, dan semesan. Pada kondisi tertentu, populasi *Trichoderma* setelah fumigasi tanah meningkat dan dominan. Adanya toleransi pada fumigan dan peningkatan kolonisasi pada waktu tidak ada atau lemahnya mikrobia pesaing akan sangat membantu aplikasi pengendalian hayati dengan *Trichoderma* (Munnecke *et al.*, 1981).

Berbeda dengan uji daya hambat fungisida pada jamur patogen, pada pengujian ini konsentrasi fungisida untuk ketiga fungisida yang dipakai tidak dibedakan. Hal ini didasarkan pertimbangan praktis agar batas toleransi *Trichoderma* spp. untuk berbagai fungisida yang akan digunakan sebagai agens pengendali dapat diketahui dengan cepat. Dari pengamatan dan data yang diperoleh dapat dilihat perbedaan toleransi *Trichoderma* spp. terhadap fungisida yang

dipergunakan, dengan menghitung penghambatan yang terjadi.

Pada konsentrasi 20 ppm, *T. reesei* tampak terhambat pertumbuhannya oleh benomil dan PCNB, sedang untuk kaptafol, konsentrasinya 200 ppm. Pada konsentrasi rendah (0,2 ppm) kaptafol dan benomil justru memacu pertumbuhan *T. reesei* masing-masing sebesar 25,49% dan 10,15%. Seperti halnya pada *T. reesei*, benomil dengan konsentrasi 0,2 ppm juga memacu pertumbuhan *T. harzianum* sebesar 19,65% dan pada konsentrasi 20 ppm menghambat 100% (Tabel 5).

Perlakuan fungisida pada uji ini ternyata merangsang pembentukan konidium *Trichoderma* (sporulasi) lebih awal. Menurut Betina & Farkas (1998), sporulasi *Trichoderma* dapat diinduksi melalui dua cara, pertama karena kondisi kurangnya nutrisi (*starvation*), dan kedua karena stimulasi cahaya. Perlakuan fungisida akan memberikan tanggapan bagi *Trichoderma* untuk membentuk spora sebagai mekanisme bertahan. *T. viride* yang tumbuh dalam kondisi gelap dan diinduksi dengan pengurangan nutrisi (*starvation*), area sporulasi hijau gelap muncul pada koloni bagian tengah yang lebih tua, yang mana nutrisi telah jauh berkurang.

Tabel 5. Pengaruh fungisida terhadap *Trichoderma* spp. dua hari setelah tanam

Perlakuan	Rerata daya hambat pertumbuhan <i>Trichoderma</i> spp. >< Fungisida (%)					
	Kontrol	0,2 ppm	2 ppm	20 ppm	200 ppm	
<i>T. reesei</i> (T ₁₃) ><						
a. Kaptafol	0,00 fg	-25,49 gh	22,37 e	61,29 cd	96,67 a	
b. Benomil	0,00 fg	-10,15 gh	55,77 d	100,00 a	100,00 a	
c. PCNB	0,00 fg	47,59 d	67,42 c	96,01 a	97,54 a	
<i>T. harzianum</i> (T ₂₇) ><						
a. Kaptafol	0,00 fg	19,33 ef	81,81ab	92,86 a	98,31 a	
b. Benomil	0,00 fg	-19,65 gh	68,97 c	100,00 a	100,00 a	
c. PCNB	0,00 fg	45,05 d	69,54 c	83,77 ab	97,49 a	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 (uji Duncan).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. *Trichoderma* spp. yang diuji memiliki efektivitas yang mampu bersaing dengan fungisida dalam menghambat pertumbuhan *Rigidoporus lignosus*, *Ganoderma* sp., dan *Sclerotium rolfsii*.
2. Pada uji pengaruh fungisida terhadap pertumbuhan *Trichoderma* spp., toleransi isolat yang diuji (T₁₃ dan T₂₇) berbeda-beda untuk setiap perlakuan yang diberikan. Pada konsentrasi rendah (0,2 ppm) benomil memacu pertumbuhan *T. reesei* dan *T. harzianum*, sedangkan pada konsentrasi 20 ppm keduanya tidak mampu tumbuh.

Saran.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang efektivitas *Trichoderma* spp. pada skala rumah kaca dan lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi atas pembiayaan penelitian melalui Proyek Penelitian Hibah Bersaing-P4M, No. 19/P2IPT/DPPM/99/PHB VI/3/VI/1999.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 1988. *Plant Pathology*. Academic Press Inc., San Diego, California. 803 p.
- 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) X*. Denpasar, 14-16 November 1989.
- Betina, V. & V. Farkas. 1998. Sporulation and Light-Induced Development in *Trichoderma*, p. 75-94. *Dalam* Kubicek & Harman (eds.), *Trichoderma and Gliocladium*. Taylor & Francis Ltd. UK.
- Cook, R.J. & K.F. Baker. 1983. *The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens*. APS Press, Am. Phyt. Soc., Minnesota. 539 p.
- Danielson, R.M. & C.B. Davey. 1973b. Non-Nutritional Factors Affecting the Growth of *Trichoderma* in Culture. *Soil Biol. Biochem.* 5: 485-494.
- Elad, Y., I. Chet, & J. Katan. 1979. *Trichoderma harzianum*: A Biological Control Agent Effective against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 70 (2).
- Guzman, D.E. 1981. Important Forest Tree Diseases and Their Control. *Proc. Regional Training Course in Forest Pathology*, Philippine. 19 p.
- Harjono, S.M. Widyastuti & S. Margino. 2001. Pemurnian dan Karakterisasi Enzim Endokitinase dari Agen Pengendali Hayati *Trichoderma reesei*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 7 (2) (In press).
- Ko, W. & Lockwood, J.L. 1967. Soil Fungistasis: Relation to Fungal Spore Nutrition. *Phytopathology* 57: 894-901.
- Munnecke, D.E. 1972. Factors Affecting the Efficacy of Fungicides in Soil. *Ann. Rev. Phytopathol.* 10: 375-398.
- Munnecke, D.E., M.J. Kolbezen, W.D. Wilbur & Ohr, H.D. 1981. Interactions Involved in Controlling *Armillaria mellea*. *Plant Dis.* 65: 384-389.
- Nakas, J.P. & C. Hagedom. 1990. *Biotechnology of Plant-Microbe Interactions*. McGraw-Hill, USA. 348 p.
- Old, K.M, I.A. Hood & Q.Y. Zi. 1996. Diseases of Tropical Acacias in Northern Queensland, p. 1-22. *Dalam* Old, K.M., Lee S.S. & J.K. Sharma (eds.), *Diseases of Tropical Acacias*. Proc. Internat. Workshop, Subanjeriji (South Sumatera), CIFOR, Jakarta.

- Patrich, Z.A. & T.A. Toussoun. 1970. Plant Residues and Organic Amendments in Relation to Biological Control, p. 440-459. Dalam Baker, K.F. & W.C. Snyder (eds.), *Ecology of Soil Borne Plant Pathogens*. Univ. California Press, Berkeley.
- Semangun, H. 1991. *Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Gadjah Mada Univ. Press, Yogyakarta. 317 p.
- Smith, W.H. 1970. *Tree Pathology: A Short Introduction*. Acad. Press, London. 309 p.
- Webster, J. & C. Dennis. 1971. Antagonistic Properties of the Different Species Group of *Trichoderma*. II. Production of Volatile Antibiotics. *Trans. Mycol. Soc.* 57 (1): 41-48.
- Widyastuti, S.M. & Sumardi. 1998. Antagonistic Potential of *Trichoderma* spp. against Root Rot Pathogen of Forest Tree Species. *Asian J. Sustainable Agric.* 2 (2): 1-8.
- Widyastuti, S.M. & Sumardi. 1999. *Trichoderma* spp. as Decomposing and Biological Control Agents Isolated from Dipterocarp Forest in Jambi, p. 58-60. *Proc. Int. Sem. Ecol. Approach for Productivity and Sustainability of Dipterocarp Forest*. Yogyakarta, Indonesia.
- Widyastuti, S.M., Sumardi & Harjono. 1999. Potensi Antagonistik Tiga *Trichoderma* spp. terhadap Delapan Penyakit Akar Tanaman Kehutanan. *Bul. Kehut.* 41: 2-10.
- Widyastuti, S.M., Sumardi & N. Hidayati. 1998b. Kemampuan *Trichoderma* spp. untuk Pengendalian Hayati Jamur Akar Putih pada *Acacia mangium* secara *in vitro*. *Bul. Kehut.* 36: 24-38.
- Widyastuti, S.M., Sumardi, A. Sulthoni & Harjono. 1998a. Pengendalian Hayati Penyakit Akar Merah pada Akasia dengan *Trichoderma*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 4 (2): 65-72.