

Uji *In-vitro* Pengendalian Hayati oleh *Trichoderma* spp. terhadap *Ganoderma* yang Menyerang Sengon

In-vitro Test of Biological Control by *Trichoderma* spp. Toward *Ganoderma* that attacked Sengon

Elis Nina Herliyana¹, Ratna Jamilah¹, Darmono Taniwiryo²
dan Muhammad Alam Firmansyah

¹Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan, IPB

²Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia

* Corresponding author:

E-mail : elisherliana@yahoo.com; elishe@ipb.ac.id

ABSTRACT

Ganoderma infection, red root-rot fungi or basal stem rot disease is becoming more prevalent and causing significant loss in sengon (*Falcataria moluccana*) in Indonesia. *Trichoderma* spp. is the alternative choice in the biological control of *Ganoderma* sp. The objectives of the research were to study the potential of biological agents antagonism *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma pseudoconingii* against *Ganoderma* that attacked Sengon with *in vitro* method. Antagonism test of *Trichoderma* spp with co-culture method modification to five *Ganoderma* isolates on PDA medium was conducted in Forest Pathology Laboratory, IPB, Bogor. The potential biological agents for protecting *Ganoderma* spp. on sengon were *T. harzianum* strain DT38 and *T. pseudoconingii* DT39. The research results showed that the *Trichoderma* spp. inhibit growth of five *Ganoderma* isolates that were attacked sengon tree from Lampung (*Ganoderma* L12, L6, L3) and Kalimantan Selatan (K2, dan K1) between 11,7 – 48,8%.

Keywords: Biological Control, *Falcataria moluccana*, *Ganoderma* sp., *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma pseudokoningii*,

PENDAHULUAN

Peran Hutan Tanaman Industri (HTI) sebagai penyedia bahan baku kayu di Indonesia kini semakin meningkat. Bagian terbesar kayu dari HTI luar Jawa adalah untuk kayu pulp yang didominasi oleh *Acacia mangium*, *Acacia crassiparva*, *Eucalyptus pellita*, *Eucalyptus urophylla* dan *Falcataria moluccana* (sengon) (Rimbawanto 2008). Saat ini, sengon merupakan salah pohon yang banyak dikembangkan pada program pembangunan hutan, baik hutan tanaman maupun hutan rakyat di Indonesia. Pohon sengon mempunyai pertumbuhan yang cepat dan kegunaan kayunya yang beragam diantaranya untuk bahan konstruksi di bawah atap, mebel sederhana, peti kemas, dan papan sambung. Sengon juga mempunyai manfaat yang cukup besar dalam upaya rehabilitasi lahan kritis, maka pemerintah, melalui Departemen Kehutanan, telah lama mencanangkan program ‘sengonisasi’ (Atmosuseno 1998). HTI tersebut umumnya dilakukan secara monokultur dan seringkali dihubungkan dengan peningkatan resiko serangan hama penyakit, terutama bila benihnya berasal dari induk pohon yang secara genetik keragamannya rendah atau berkerabat (Rimbawanto 2008).

Serangan penyakit busuk akar yang disebabkan oleh jamur *Ganoderma* spp. pada tanaman sengon telah banyak dilaporkan (Solomon *et al.* 1993; Basset dan Peters 2003; Widyastuti 2007; Herliyana *et al.* 2012). Serangan *Ganoderma* sp. di lapangan sulit di deteksi

karena gejalanya mirip dengan gejala kekeringan. Meskipun tanaman sudah menunjukkan gejala sakit, namun terkadang tubuh buah *Ganoderma* spp. belum terbentuk. Dan di lain pihak, pada tanaman yang tampak sehat ditemukan tubuh buah *Ganoderma* spp. di pangkal batangnya (Bassett dan Peters 2003).

Jamur pelapuk kayu dan penyebab penyakit pada pohon hutan sebagian besar berasal dari beberapa spesies *Ganoderma* sp.. *Ganoderma* sp. merupakan jamur tingkat tinggi yang tergolong dalam kelas Basidiomycetes ordo Polyporales family Ganodermataceae. *Ganoderma* sp. mempunyai daerah penyebaran tempat tumbuh yang cukup luas dan dikenal sebagai penyebab penyakit akar pada banyak jenis tanaman berkayu. Di hutan alam, jamur ini cenderung menyerang pohon-pohon tua atau yang telah mengalami penurunan pertumbuhan, dan juga dapat menyebabkan pembusukan kayu yang sudah mati. Pada HTI dan perkebunan jamur ini telah dilaporkan menjadi patogen akar yang potensial dan telah banyak menyerang beberapa jenis tanaman (Semangun 2000). Pada tahun 2009 sampai 2011, tubuh buah *Ganoderma* ditemukan pada beberapa pohon sengon di daerah Lampung dan Kalimantan Selatan. Di Lampung, selain itu juga ditemukan pada jengkol, nangka, alpukat dan kihiang. Di Kalimantan juga ditemukan pada pohon lainnya (Herliyana *et al.* 2009, tidak dipublikasikan).

Infeksi patogen pada tanaman umumnya lebih mudah terjadi melalui luka dan lentisel, yang sering ditemukan pada bagian leher akar yang pecah, dan ini

merupakan tempat yang baik bagi infeksi jamur. Patogen kemudian menyebar ke bagian yang lebih dalam dari akar. Serangan akan lebih tinggi ditemukan pada tanaman hasil okulasi dibandingkan dengan tanaman hasil biji. Hal ini disebabkan pada tanaman hasil okulasi ada bagian-bagian luka, sehingga memudahkan *Ganoderma* sp. untuk mengadakan infeksi (Sinulingga 1989). Infeksi atau penularan penyakit ini terjadi melalui kontak akar tanaman sehat dengan sumber infeksi di dalam tanah seperti potongan akar dan batang yang mengandung koloni patogen (Widyastuti 2007; Herliyana *et al.* 2012, Herliyana 2012).

Pengendalian hayati menggunakan agen antagonis dengan satu kali pemakaian dapat menekan pertumbuhan dan perkembangan patogen untuk jangka waktu yang relatif panjang tanpa menimbulkan pencemaran lingkungan (Baker dan Cook 1974; Achmad *et al.* 2009). Pengendalian hayati merupakan pengendalian penyakit yang ramah lingkungan karena bersifat tidak membahayakan kehidupan makhluk hidup dan lingkungan. Pengendalian *Ganoderma* sp. secara hayati dapat dilakukan dengan cara pemanfaatan mikroorganisme atau agens antagonis *Trichoderma* sp. merupakan pilihan alternatif yang dapat meminimalkan gangguan terhadap keseimbangan biologis disamping menurunkan biaya pengendalian. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui potensi *Trichoderma* spp. sebagai agen pengendalian *Ganoderma* sp. secara hayati.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi atau efektifitas agens antagonis *Trichoderma* spp. dalam menghambat pertumbuhan *Ganoderma* sp. yang menyerang sengon yang berasal dari Kalimantan Selatan dan Lampung. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berkaitan dengan kemampuan isolat *Trichoderma* sp. sebagai agen antagonis terhadap *Ganoderma* sp.. Hasil penelitian diharapkan dapat diaplikasikan dalam budidaya sengon, sehingga untuk perkembangan selanjutnya dapat meningkatkan kualitas dari tanaman sengon.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Kegiatan uji antagonis *Trichoderma* spp. terhadap *Ganoderma* sp. dilaksanakan di Laboratorium Patologi Hutan IPB dan Laboratorium Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor.

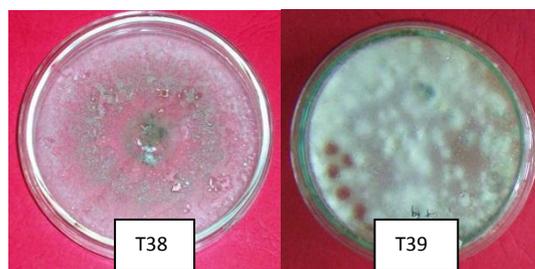
Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, media PDA Steril, isolat patogen *Ganoderma* sp. yang menyerang sengon di Kalimantan Selatan (K1 dan K2), isolat *Ganoderma* sp. yang menyerang sengon di, di Lampung (L12, L3, dan L6) (Gambar 1), isolat agens antagonis *Trichoderma harzianum* (T38) dan *Trichoderma pseudokoningii* (T39) koleksi Dr Ir Darmono Taniwiryono

(Gambar 2), cawan Petri, autoclave, dan laminar air flow.



Gambar 1 Isolat *Ganoderma* sp. yang menyerang sengon di Kalimantan Selatan (K1 dan K2), isolat *Ganoderma* sp. yang menyerang sengon di, di Lampung (L12, L3, dan L6).



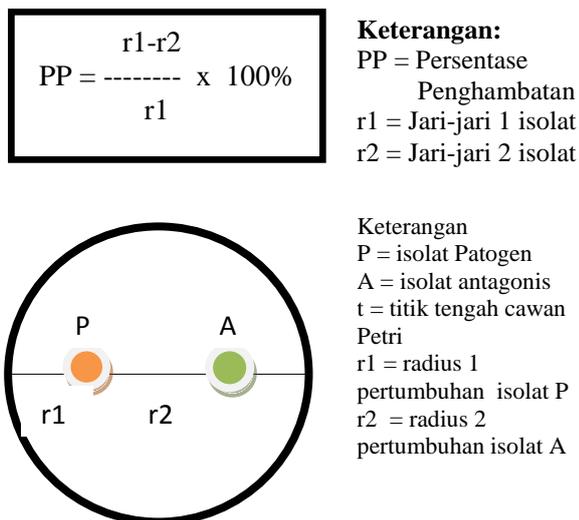
Gambar 2 Isolat *Trichoderma harzianum* (T38) dan *Trichoderma pseudokoningii* (T39).

Metode Penelitian

Metode Uji Antagonis

Uji antagonisme dalam penelitian ini dilakukan dengan cara metode biakan ganda dengan perbandingan 1 : 1 secara *in-vitro* dalam satu cawan konfrontasi atau modifikasi *co-culture method* (Johnson 1957 dalam Widyastuti 2007). Koloni patogen *Ganoderma* sp. diinokulasikan dalam cawan konfrontasi terlebih dahulu sebelum memasukan koloni cendawan antagonis dengan masa inkubasi selama 3 sampai 5 hari sehingga isolat patogen *Ganoderma* sp. berukuran cukup besar. Kemudian isolat antagonis *Trichoderma* sp. ditumbuhkan pada cawan konfrontasi pada sisi yang berlawanan dengan jarak 4 cm dari koloni fungi patogen (Gambar 3). Jari-jari koloni dari kedua isolat diukur panjangnya setiap 24 jam sampai hari kelima semenjak kedua isolat disatukan. Kemudian setelah hari kelima dilakukan pengamatan zona penghambatan dan persen penghambatan.

Zona penghambatan adalah panjang wilayah dalam cawan konfrontasi yang tidak ditumbuhi oleh kedua isolat yang saling antagonis. Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur panjang dari zona kosong tersebut. Persentase Penghambatan dihitung dengan rumus yang dipakai Rohana (1998) :



Gambar 3 Pola Penempatan isolat *Ganoderma* sp. dan *Trichoderma* sp. pada cawan konfrontasi.

Kelima isolat *Ganoderma* sp. (L12, L6, L3, K2, dan K1) ditanamkan dalam cawan konfrontasi bersama dengan isolat *Trichoderma* sp. (T38 dan T39). Masing-masing perlakuan memiliki tiga ulangan. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1 Jenis perlakuan uji antagonis

Perlakuan	Keterangan
L12 x T38	Isolat <i>Ganoderma</i> Sp L12 ditanamkan bersama Isolat <i>Trichoderma</i> sp. T38
L12 x T39	Isolat <i>Ganoderma</i> Sp L12 ditanamkan bersama Isolat <i>Trichoderma</i> sp. T39
L6 x T38	Isolat <i>Ganoderma</i> Sp L6 ditanamkan bersama Isolat <i>Trichoderma</i> sp. T38
L6 x T39	Isolat <i>Ganoderma</i> Sp L6 ditanamkan bersama Isolat <i>Trichoderma</i> sp. T39
L3 x T38	Isolat <i>Ganoderma</i> Sp L3 ditanamkan bersama Isolat <i>Trichoderma</i> sp. T38
L3 x T39	Isolat <i>Ganoderma</i> Sp L3 ditanamkan bersama Isolat <i>Trichoderma</i> sp. T39
K1 x T38	Isolat <i>Ganoderma</i> Sp K1 ditanamkan bersama Isolat <i>Trichoderma</i> sp. T38
K1 x T39	Isolat <i>Ganoderma</i> Sp K1 ditanamkan bersama Isolat <i>Trichoderma</i> sp. T39
K2 x T38	Isolat <i>Ganoderma</i> Sp K2 ditanamkan bersama Isolat <i>Trichoderma</i> sp. T38
K2 x T39	Isolat <i>Ganoderma</i> Sp K2 ditanamkan bersama Isolat <i>Trichoderma</i> sp. T39

Analisis Statistik

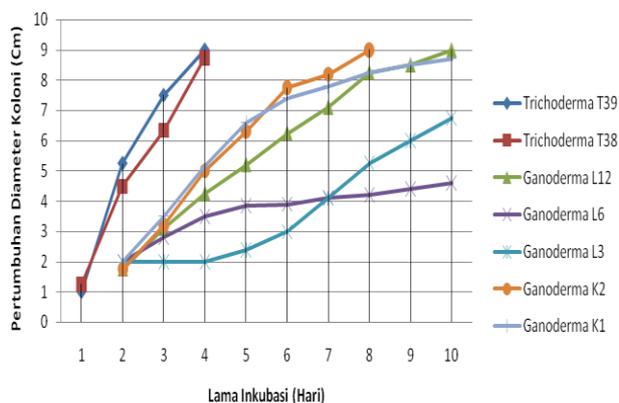
Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah persen penghambatan. Penelitian ini menggunakan analisis statistik dengan model RAL (Rancangan Acak Lengkap) dua faktor. Faktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah faktor jenis isolat *Ganoderma* sp. dan faktor jenis isolat *Trichoderma* sp.. Faktor jenis isolat *Ganoderma* sp. terdiri dari isolat L12, L6, L3, K2, dan K1. Faktor jenis isolat *Trichoderma* sp. terdiri dari isolat T38 dan T39. Pengolahan data menggunakan software SAS 9.

Pengolahan data dimulai dengan analisis sidik ragam dengan tingkat kepercayaan 95%, apabila blok atau

faktor berbeda nyata, pengolahan data dilanjutkan dengan uji lanjut. Uji lanjut digunakan untuk membandingkan perlakuan mana yang paling baik dalam percobaan. Pengujian lanjut ini menggunakan uji Duncan karena uji inilah yang paling sering digunakan dalam pengujian lanjut analisis sidik ragam. Analisis Statistik bertujuan untuk melihat pengaruh dari masing-masing isolat *Ganoderma* sp. dan *Trichoderma* sp. terhadap variabel persen penghambatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

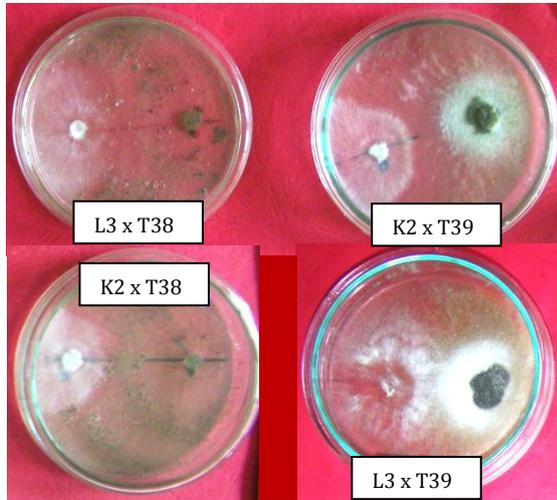
Kedua cendawan agens antagonis isolat *Trichoderma* T38 dan T39 mempunyai pertumbuhan diameter koloni rata-rata lebih cepat dibanding kelima isolat patogen *Ganoderma* pada media PDA. *Trichoderma* T38 dan T39 dapat memenuhi permukaan cawan Petri berukuran diameter 9 cm dalam waktu lebih kurang 4 (empat) hari inkubasi. Pertumbuhan diameter koloni isolat-isolat *Ganoderma* dari yang paling cepat ke yang paling lambat berturut-turut adalah *Ganoderma* K2, L12, K1, L3 and L6. Isolat-isolat *Ganoderma* dapat memenuhi permukaan cawan Petri berukuran diameter 9 cm dalam waktu lebih dari 8 (delapan) hari inkubasi (Gambar 4).



Gambar 4 Pertumbuhan diameter koloni dua isolat cendawan antagonis *Trichoderma* dibanding dengan lima isolat patogen *Ganoderma* pada media PDA.

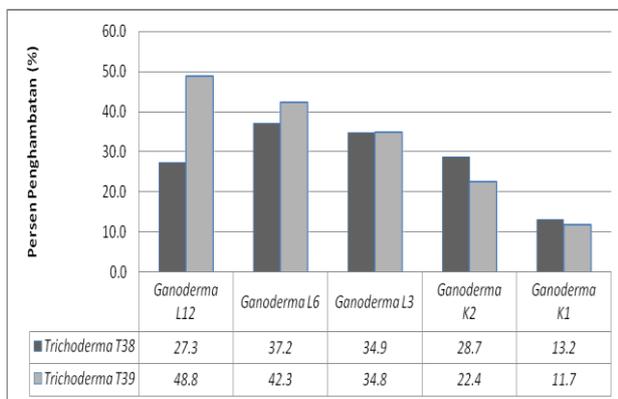
Perlakuan kontrol koloni *Ganoderma* sp. menunjukkan pertumbuhan jari-jari koloni patogen yang lebih lambat dibandingkan pertumbuhan jari-jari koloni *Trichoderma* sp.. Setelah dilakukan pengujian pada satu cawan konfrontasi, hasil pengamatan visual uji antagonisme *Trichoderma* sp. dengan *Ganoderma* sp. memperlihatkan bahwa pertumbuhan jari-jari koloni *Ganoderma* sp. ke arah titik tengah cawan konfrontasi lebih lambat dibanding pertumbuhan jari-jari koloni *Trichoderma* sp.. Purwantisari dan Hastuti (2009) menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. merupakan jenis yang potensial untuk pengendalian penyakit secara hayati. Hasil penelitian yang dilakukan mendukung pendapat tersebut, dimana *Trichoderma* sp. T38 dan

T39 mampu menghambat pertumbuhan koloni patogen *Ganoderma* spp. berdasarkan hasil uji *in-vitro* pada PDA (Gambar 5). Cendawan yang tumbuh cepat mampu berkompetisi mengungguli dalam penguasaan ruang dan nutrisi pada akhirnya bisa menekan pertumbuhan cendawan lawannya. Kompetisi tersebut dalam memperoleh nitrogen dan karbon (Harman *et al.* 2008).



Gambar 5 Pengamatan visual uji antagonisme hari ke 5 inkubasi. Gambar atas kiri dan kanan: Patogen L3 x antagonis T38 dan patogen K2 x antagonis T39. Gambar bawah kiri dan kanan: Patogen K2 x antagonis T38 dan patogen L3 x antagonis T39.

Dari kedua jenis jamur antagonis yang diuji, *Trichoderma* sp. T39 memiliki potensi antagonistik yang kuat dibandingkan dengan *Trichoderma* sp. T38. Isolat *Ganoderma* sp. L12 dan L6 merupakan isolat yang pertumbuhannya paling terhambat dibanding isolat yang lain (Gambar 6) (Tabel 2).



Gambar 6 Persen penghambatan secara *in-vitro* pertumbuhan ke-lima isolat *Ganoderma* oleh *Trichoderma* T38 and T39 pada media PDA.

Tabel 2 Hasil uji Duncan pengaruh jenis isolat *Trichoderma* sp. terhadap persen penghambatan

Jenis isolat <i>Trichoderma</i> sp.	Rata-rata persen penghambatan (%)
T39	32.6 a
T38	27.4 a

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang angka menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, faktor yang lebih mempengaruhi daya penghambatan adalah faktor jenis isolat *Ganoderma* sp. (Tabel 3 dan 4). Perbedaan daya hambat menggambarkan perbedaan kemampuan dari masing-masing isolat untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme pesaing. Perbedaan ini diduga dipengaruhi oleh jenis, jumlah, dan kualitas dari antibiotik atau zat lain yang dihasilkan *Trichoderma* sp. yang dapat menghambat pertumbuhan *Ganoderma* sp.. Adanya penghambatan terhadap pertumbuhan diameter koloni patogen *Ganoderma* sp. diduga karena adanya enzim dan senyawa metabolit yang terdapat pada fungi antagonis *Trichoderma* sp. yang mampu merusak dinding sel patogen *Ganoderma* sp. sehingga menyebabkan pertumbuhan diameter koloni patogen menjadi lambat. Menurut Harman *et al.* (2008), *Trichoderma* spp. mempunyai mekanisme pengendalian utama sebagai mikoparasit atau memarasit miselium cendawan lain dengan menembus dinding sel dan masuk ke dalam sel untuk mengambil zat makanan dari dalam sel sehingga cendawan akan mati.

Tabel 3 Rekapitulasi hasil sidik ragam terhadap variabel yang diamati

Variabel	Isolat <i>Ganoderma</i> sp. (G)	Isolat <i>Trichoderma</i> sp. (T)	G*T
Persen penghambatan	*	tn	tn

Keterangan : ***= Berbeda nyata pada taraf uji 0,01; **= Berbeda nyata pada taraf uji 0,05; *= Berbeda nyata pada taraf uji 0,1; tn= Tidak berbeda nyata

Tabel 4 Hasil uji Duncan pengaruh jenis isolat *Ganoderma* sp. terhadap persen penghambatan

Jenis isolat <i>Ganoderma</i> sp.	Rata-rata persen penghambatan (%)
L6	39.6 a
L12	38.1 a
L3	30.4 ab
K2	29.4 ab
K1	12.4 b

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang angka menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

Terbentuknya zona penghambatan antar organisme pada media padat merupakan indikasi bekerjanya mekanisme antibiosis. Bekerjanya mekanisme antibiosis dikuatkan oleh tertekannya pertumbuhan cendawan patogen pada media padat. Harman *et al.* (2008) melaporkan juga bahwa *Trichoderma* spp. dapat menghasilkan antibiotik seperti alameticin, paracelsin, trichotoksin yang dapat menghancurkan sel cendawan melalui pengrusakan terhadap permeabilitas membran sel, serta menghasilkan enzim khitinase yang dapat menyebabkan lisis dinding sel serta dapat melakukan interfensi hifa. Pada penelitian ini tidak ditemukannya zona penghambatan, hal ini dapat disebabkan karena media yang digunakan adalah PDA. PDA dapat menetralkan pengaruh metabolit penghambat pertumbuhan patogen (Achmad 1991). Tetapi dapat juga disebabkan tidak terjadinya mekanisme antibiosis, dan *Trichoderma* sp. diduga tidak menghambat pertumbuhan koloni *Ganoderma* sp. setelah terjadi kontak hifa.

Menurut Smith dan Moss (1985), beberapa anggota genus *Trichoderma* sp. menghasilkan toksin (*mycotoxin*) yaitu *trichodermin*. Toksin ini dihasilkan oleh cendawan, bila berada atau hidup pada tanaman hidup, bahan yang mengurai, dan produk-produk yang disimpan di gudang. Selain itu, adanya aktifitas metabolik hifa yang tinggi pada bahan organik dapat juga menyerang dan menghancurkan propagul patogen yang ada disekitarnya (Lewis dan Papavizas 1984).

Lambatnya pertumbuhan diameter koloni patogen *Ganoderma* sp. pada perlakuan pemberian fungi antagonis *Trichoderma* sp. diduga karena telah terjadi reaksi antara senyawa toksik dari fungi antagonis *Trichoderma* sp terhadap patogen *Ganoderma* sp. *Trichoderma* sp. adalah suatu jenis yang baik sebagai pengendali hayati karena terdapat di mana-mana, mudah diisolasi dan dibiakkan, tumbuh dengan cepat pada beberapa macam substrat, mempengaruhi patogen tanaman, jarang bersifat patogenik pada tanaman tingkat tinggi, bereaksi sebagai mikroparasit, bersaing dengan baik dalam hal makanan, tempat dan menghasilkan antibiotik (Wells 1988). Anggraeni (2004) menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. dapat digunakan sebagai agen biokontrol melawan beberapa cendawan petogenik tular tanah. Selama *Trichoderma* sp. tumbuh aktif menghasilkan sejumlah besar enzim ekstra selular β (1.3) glukonase, dan kitinase, yang dapat melarutkan dinding sel patogen (Lewis dan Papavizas 1984).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari kedua jenis jamur antagonis yang diuji *Trichoderma* sp. T39 memiliki potensi antagonistik yang lebih kuat dibanding *Trichoderma* sp. T38 dengan kemampuan menghambat pertumbuhan jamur patogen dengan persentase penghambatan lebih tinggi pada isolat *Ganoderma* sp. L12 dan L6. Uji antagonis pada media PDA ini tidak diperoleh zona penghambatan.

Saran

Pengamatan mikroskopis disarankan dilakukan juga. Penelitian ini bisa dilanjutkan dengan penelitian lanjutan yaitu berupa pembuatan formula dan aplikasinya di lapangan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian kami yang didanai KKP3T Badan Litbang Pertanian tahun 2009. Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebut satu persatu, yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad S. 1991. Kemampuan *Rhizopogon* sp. untuk Perlindungan Hayati terhadap Penyebab Penyakit Lodoh pada *Pinus merkusii* [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, IPB.
- Achmad, S. Hadi, S. Harran, E. Gumbira Sa'id, B. Satiawihardja, M. Kosim Kardin. 2009. Pengendalian Hayati Penyakit Lodoh Pada Semai *Pinus Merkusii* : Potensi Antagonistik *In-vitro* *Trichoderma harzianum* DAN *Trichoderma pseudokoningii*. Jurnal Litbang Tanaman.
- Anggraeni I. 2004. Identifikasi dan Patogenitas Penyakit Akar pada *Acacia mangium* Willd. *Buletin Penelitian Hutan*. 645: 61-73.
- Atmosuseno BS. 1998. Budi Daya, Kegunaan, dan Prospek Sengon. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Baker KF, Cook RJ. 1974. Biology Control of Plant Pathogens. San Fransisco: W.H. Freeman and Co.
- Basset K, Peters. 2003. *Ganoderma*: A Significant Root Pathogen. Arborilogical Services Inc. Publication. <http://www.arborilogical.com/articles/ganoderma.htm> [6 Februari 2010].
- Harman GE, Björkman T, Ondik K, Shores M. 2008. *Trichoderma* spp. for Biocontrol. Changing paradigms on the mode of action and uses of *Trichoderma* spp. for biocontrol. Research Information. Cornell University, USA. DOI:10.1564/19feb00.
- Herliyana EN, Taniwiryono D, Minarsih H, Firmansyah MA, Sukanto S. 2009. Pengembangan Teknik Perlindungan Tanaman Sengon Sebagai Pelindung Tanaman Kopi dan Kakao dari Serangan *Ganoderma* spp.. Laporan Akhir KKP3T. IPB dan Badan Litbang Pertanian. 73 halaman.
- Herliyana EN, Taniwiryono D, Minarsih H. 2012. *Root diseases Ganoderma sp. on the Sengon in West and East Java*. *Journal of Tropical Forest Management* 18 (2):94-99. DOI:10.7226/jtfm.18.2.94.
- Herliyana EN. 2012. Early Report of Red Root Rot of *Ganoderma* sp. on *Agathis* sp. (Damar) in Mount Walat Education Forest, Sukabumi, West Java. *Jurnal Silvikultur Tropika* 3(2): 102-107.

- Lewis JA, Papavizas GC. 1983. Production of Clamidospores and Conidia by *Trichoderma sp.* In Liquid and Solid Growth Media. *J. Soil Biology and Biochemistry*, 15 (4): 351-357.
- Purwantisari S, Hastuti RB. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang Dengan Menggunakan *Trichoderma spp.* Isolat Lokal. *J. BIOMA* 11(1): 24-32.
- Rimbawanto A. 2008. Pemuliaan tanaman dan ketahanan penyakit pada sengon. Yogyakarta: Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Rohana I. 1998. Efektifitas Penggunaan *Trichoderma harzianum* dan Fungisida Mankozeb untuk Pengendalian *Rhizoctonia solani* Penyebab Penyakit Lodoh pada *Acacia mangium* [Skripsi]. Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Semangun H. 2000. *Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan Indonesia*. Yogyakarta: Gajah Mada Univ Press.
- Sinulingga, W. 1989. *Pengendalian Biologi Penyakit Cendawan Akar Putih pada Tanaman Karet*. Pusat Penelitian Perkebunan Sei. Putih, Galang. Hal. 1-7.
- Smith JE, Moss MO. 1985. *Mycotoxin, Formation Analysis and Significant*. John Willey and Sons, inc. New York.
- Solomon, JD, Leininger TD, Wilson AD, Anderson RL, Thompson LC, McCracken FI. 1993. *Ash Pests: A Guide to Major Insect, Diseases, Air Pollution Injury and Chemical Injury*. Gen. Tech. Rep. SO-96. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 45p.
- Widyastuti SM. 2007. *Peran Trichoderma spp. Dalam Revitalisasi Kehutanan di Indonesia*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 255p.
- Wells HD. 1998. *Trichoderma as A Biocontrol Agent*. dalam *Biocontrol of Plant Disease*, Vol 1. Mukerji KG, Garg KL (ed.). CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 72-79.