

POTENSI *Trichoderma harzianum* DAN *Gliocladium* sp. SEBAGAI AGENS HAYATI TERHADAP *Botryodiplodia* sp. PENYEBAB PENYAKIT MATI PUCUK PADA JABON (*Anthocephalus cadamba* (ROXB.) MIQ)

Potency of Biological Agent Trichoderma harzianum and Gliocladium sp. on Pathogenic Fungi Botryodiplodia sp. causes Dieback Disease of Jabon (Anthocephalus cadamba (Roxb.) Miq.)

Eti Artiningsih Octaviani, Achmad dan Elis Nina Herliyana

Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRACT

Botryodiplodia sp. is causes dieback disease of jabon (Anthocephalus cadamba (Roxb.) Miq). Dieback disease causes a decrease in the quality and economic value of jabon seedlings in the nursery. Research on control of the disease is still rare. Control of the disease is divided into three ways, namely chemical, physical, and biological. One biological control can be biological agents. Biological agents are used in this study is Trichoderma harzianum and Gliocladium sp. on in vitro test. The test results showed that T. harzianum antagonism with the direct method able to inhibit the growth of Botryodiplodia sp. with the average 52.53% and 35.99% respectively on PDA and Czapek Agar, while Gliocladium sp. able to inhibit the growth of Botryodiplodia sp. Average 46.46% and 28.51% respectively on the PDA and Czapek Agar for 7 days of observation. Results of antagonist test with indirect methods showed that the filtrate of T. harzianum and Gliocladium sp. has the ability to inhibit the growth of Botryodiplodia sp. at 13.42% and 10.25% PDB media significantly different from controls. T. harzianum and Gliocladium sp. have ability to inhibit the growth of Botryodiplodia sp. greatly.

Key words : Botryodiplodia sp., Gliocladium sp., in vitro test, Trichoderma harzianum

PENDAHULUAN

Hutan rakyat merupakan salah satu solusi dalam menyelesaikan masalah penyediaan kayu untuk berbagai keperluan. Selain itu, hutan rakyat yang dikelola masyarakat mampu membuka peluang usaha baru yang potensial dan berperan dalam pengembalian fungsi hutan. Dewasa ini, salah satu jenis kayu yang dibudidayakan pada hutan rakyat adalah jabon putih (*Anthocephalus cadamba*). Jabon menjadi salah satu jenis pohon yang banyak diminati untuk dibudidayakan dan dikembangkan. Jabon termasuk *fast growing species* (FGS) yang memiliki nilai manfaat secara ekologi dan ekonomi. Jabon memiliki kemudahan dalam pemeliharaan karena dapat mengalami pemangkasan alami serta pemasarannya relatif mudah. Menurut Herusansono dan Wahono (2011), harga kayu jabon siap panen bisa mencapai Rp 1.2-1.4 juta/m³. Potensi ekonomi tersebut ini diperkuat dengan penelitian Krisnawati *et al.* (2011) yaitu tegakan jabon umur 5 tahun yang ada di daerah Kalimantan Selatan dan Jawa, memiliki riap diameter rata-rata 1.2-11.6 cm/tahun dengan riap tinggi rata-rata 0.8-7.9 m/tahun. Data tersebut juga menggambarkan potensi jabon sebagai jenis yang dapat diperuntukkan dalam kegiatan penghijauan maupun reklamasi lahan bekas tambang. Hal ini terkait langsung dengan ketersediaan bibit jabon.

Kebutuhan pasar akan kayu telah mendorong usaha budidaya jabon ini untuk terus ditingkatkan produktivitasnya. Salah satu faktor keberhasilan

budidaya jabon adalah penyediaan bibit berkualitas yang dilakukan dalam lingkup persemaian. Tingkat kerentanan bibit jabon terhadap hama dan penyakit dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas bibit yang dihasilkan. Beberapa penyakit penting di persemaian bibit tanaman jabon yang telah dilaporkan adalah penyakit mati pucuk yang disebabkan *Rhizoctonia solani* (Rahman *et al.* 1997) dan penyakit bercak daun yang disebabkan *Colletotrichum* sp. (Anggraeni 2009).

Penyakit mati pucuk dapat terjadi pada bibit jabon yang masih *succulent* sehingga dapat menyebabkan kematian pada bibit tersebut. Hal ini dapat menyebabkan penurunan kualitas bibit hingga kematian pada bibit tersebut. Selain itu, *Botryodiplodia* sp. dikenal sebagai patogen dengan lebih dari 500 inang (Abdollahzadeh *et al.* 2010; Ismail *et al.* 2012). Cendawan ini dilaporkan telah menyebabkan penyakit mati pucuk pada tanaman mangga (Khanzada *et al.* 2004), shisham (Muehlbach *et al.* 2010), pir (*Pyrus sp.*) (Shah *et al.* 2010), karet (Rahman *et al.* 1997), dan kakao (Mbenoun *et al.* 2008). Serangan yang terjadi di persemaian rentan dengan penyebaran yang meluas sehingga dapat menimbulkan kerugian ekonomi yang besar bagi pelaku usaha persemaian. Gejala penyakit awal adalah membusuknya bagian daun pada satu atau beberapa spot membusuk. Spot tersebut selanjutnya akan berkembang secara berangsur-angsur, hingga akhirnya bergabung dengan beberapa spot yang lain membentuk area nekrosis yang lebih besar. Setelah itu, daun akan mati secara simultan. Oleh karena itu, perlu

dilakukan langkah pengendalian penyakit mati pucuk untuk menekan potensi kematian sekaligus meminimalkan kerugian yang diakibatkan oleh serangan tersebut. Salah satu cara pengendalian penyakit yang efektif dan ramah lingkungan yaitu pengendalian secara hayati. Pengendalian hayati dapat dilakukan dengan aplikasi agens hayati yang bersifat antagonis terhadap patogen *Botryodiplodia* sp.. *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. merupakan cendawan yang telah dikenal sebagai agens hayati.

Studi tentang identifikasi agen penyebab penyakit dan pengujian patogenisitas serta virulensinya telah dilakukan oleh Aisah (2014) sehingga diperlukan studi lanjut tentang pengendalian penyakit mati pucuk khususnya secara hayati. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan agens hayati yang paling efektif di antara *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. dalam menghambat pertumbuhan patogen secara *in vitro* sebagai salah satu acuan dalam penentuan langkah pengendalian hayati penyakit mati pucuk.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada percobaan berupa isolat cendawan agens hayati yaitu *T. harzianum* dan *Gliocladium* sp.. Keduanya hasil isolasi dari tanah yang merupakan koleksi SEAMEO Biotrop. Isolat cendawan patogen *Botryodiplodia* sp. hasil isolasi dari bibit jaban yang terindikasi penyakit mati pucuk. Bahan penelitian lainnya berupa air steril, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Potato Dextrose Broth* (PDB), *Czapex Agar*, kertas saring *Whatman* no.1, kertas saring standar dan *syringe filter* 0.2 μ m.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya *laminar air flow*, *autoclave*, oven, cawan petri, tabung reaksi, penggaris, jarum oose, *cork borer*, sudip, botol semprot, labu erlenmeyer, dan inkubator.

Metode Kerja

Peremajaan Cendawan Patogen dan Agens Hayati

Isolat *Botryodiplodia* sp., *Trichoderma harzianum*, dan *Gliocladium* sp. ditumbuhkan pada media PDA dalam cawan petri. Koloni patogen yang tumbuh dimurnikan pada media PDA. Selanjutnya, patogen diinkubasi pada suhu 25°C untuk digunakan pada uji antagonisme *in vitro*.

Antagonisme *In vitro* Metode Langsung

Uji antagonisme *in vitro* dengan metode langsung dilakukan dengan uji ganda (*dual culture*) (Benhamou & Chet 1993 dalam Purwantisari & Hastuti 2009) pada media PDA dan *Czapex Agar*. Penggunaan kedua media dikarenakan adanya hipotesis bahwa ekspresi antibiosis pada antagonisme *in vitro* dipengaruhi oleh media yang digunakan. Achmad *et al.* (2010) mempelajari antagonisme pada media padat yang melibatkan *T. harzianum*, zona penghambatan terbentuk baik pada PDA maupun MEA, akan tetapi zona penghambatan pada antagonisme yang melibatkan *T. pseudokoningii*

hanya terbentuk pada MEA. Agens hayati *T. harzianum* dan *Gliocladium* sp. diinokulasikan pada media dengan jarak 3 cm dari koloni cendawan patogen *Botryodiplodia* sp.. Tiap perlakuan dilakukan sebanyak 3 ulangan. Pengamatan dilakukan dengan mengukur jari-jari koloni cendawan patogen yang menjauhi koloni agens hayati (R1) dan jari-jari koloni cendawan patogen yang mendekati agens hayati (R2), serta menghitung penghambatan agens hayati (H). Pengamatan dimulai 12 jam setelah kedua isolat uji ditumbuhkan pada media PDA sampai hari ketujuh setelah perlakuan.

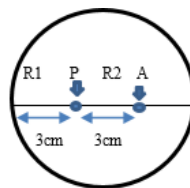
Keterangan :

P : Koloni patogen

A : Koloni agens hayati

R1 : Jari-jari koloni patogen yang menjauhi koloni agens hayati (mm)

R2 : Jari-jari koloni patogen yang mendekati koloni agens hayati (mm)



Interaksi cendawan agens hayati dengan cendawan patogen dalam pengendalian hayati terjadi dalam bentuk antibiosis, kompetisi, dan mikoparasitisme (Baker & Cook 1974). Zona penghambatan yang terbentuk antara koloni patogen dan koloni agens hayati pada pengujian antagonisme *in vitro* merupakan indikasi bekerjanya mekanisme antibiosis (Fravel 1988). Zona penghambatan tersebut secara visual berupa zona bening. Besarnya daya hambat agens hayati terhadap patogen dihitung dengan menggunakan rumus persentase:

$$H = \frac{(R1-R2)}{R1} \times 100\%$$

Keterangan :

H : Persentase penghambatan agens hayati (%)

R1 : Jari-jari koloni patogen yang menjauhi koloni agens hayati (mm)

R2 : Jari-jari koloni patogen yang mendekati koloni agens hayati (mm)

Catatan : bila koloni pertumbuhan patogen sudah tertutup oleh koloni agens hayati, maka dianggap persentase penghambatan agens hayati (H) = 100%.

Antagonisme Metode Tak Langsung

Uji Antagonisme metode tak langsung dilakukan untuk mengamati pengaruh filtrat biakan agens hayati terhadap pertumbuhan patogen berdasarkan metode Achmad (1997). Media yang digunakan dalam tahap ini adalah PDB. Tiga potong koloni agens hayati berumur 7 hari (\varnothing 7mm) dimasukkan ke dalam 100 mL media PDB dalam labu erlenmeyer 250 mL kemudian diinkubasi selama 7 hari pada suhu kamar. Setelah masa inkubasi, suspensi media PDB dipisahkan dari biomassa isolat dengan menggunakan kertas saring *Whatman* no. 1. Suspensi media selanjutnya disentrifuse dengan kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit untuk mendapatkan supernatan filtrat tersebut. Hasil proses tersebut disaring kembali dengan *syringe filter* berukuran pori membran sebesar 0.2 μ m. Filtrat agens hayati diambil sebanyak 3 mL dan ditambahkan 20 mL media PDB di dalam labu erlenmeyer 50 mL. Tiga

potong koloni patogen ditanam di dalamnya. Kontrol dibuat dengan mengganti media perlakuan dengan media PDB dengan volume yang sama. Labu perlakuan maupun kontrol diinkubasi selama 7 hari pada suhu kamar. Miselia patogen disaring lalu ditentukan bobotnya setelah dikeringkan dalam oven 60°C selama 24 jam. Persentase penghambatan ditunjukkan oleh selisih bobot miselia perlakuan terhadap bobot miselia kontrol dibagi bobot miselia kontrol.

Analisis Statistik

Rancangan percobaan yang digunakan pada tahap uji antagonis secara *in vitro* metode langsung adalah Rancangan Acak Lengkap “dalam waktu” (RAL *in time*) sedangkan metode tak langsung menggunakan RAL. Analisis yang dilakukan menggunakan Uji F (ANOVA), apabila hasil menunjukkan perlakuan berbeda nyata maka dilakukan Uji Perbandingan Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*). Analisis dilakukan pada selang kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) menggunakan Microsoft Excel dan *software* SAS versi 9.1.3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Antagonis *in vitro* metode langsung

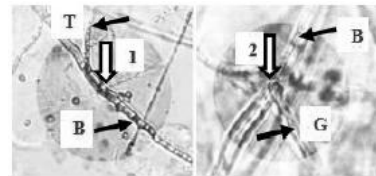
Hasil uji antagonis dengan metode langsung menunjukkan bahwa *T. harzianum* menghambat pertumbuhan *Botryodiplodia* sp. pada 5 HSI hingga 99.2% dan 70.4% berturut-turut pada PDA dan *Czapex Agar*, sedangkan *Gliocladium* sp. mampu menghambat *Botryodiplodia* sp. sebesar 86.4% dan 63% berturut-turut pada PDA dan *Czapex Agar* (Tabel 1). Hasil tersebut menunjukkan daya hambat agens hayati terhadap *Botryodiplodia* sp. lebih tinggi dibandingkan daya hambat terhadap *Cylindrocladium* sp. yaitu sebesar 24.2% dan 19.3% berturut-turut oleh *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. pada media PDA (Amalia *et al.* 2008). Pertumbuhan *Botryodiplodia* sp. dan cendawan agens hayatinya pada media PDA memiliki dinamika yang teratur daripada media *Czapex Agar*. Hal ini diduga terjadi berkaitan dengan perbedaan nutrisi antara PDA dan *Czapex Agar*. Media PDA mengandung nutrisi yang kaya sehingga daya hambat dapat mencapai 100%. Hal ini sesuai dengan Achmad (1997) yang menyatakan bahwa media PDA merupakan media terbaik untuk menumbuhkan cendawan.

Tabel 1 Daya hambat *T. harzianum* dan *Gliocladium* sp. terhadap pertumbuhan *Botryodiplodia* sp. pada media PDA dan *Czapex Agar* pada uji *in vitro* setelah 5 hari perlakuan

Agens hayati	Media	Rata-rata Penghambatan (%)
<i>T. harzianum</i>	PDA	99.2 ^a
	<i>Czapex Agar</i>	70.4 ^b
<i>Gliocladium</i> sp.	PDA	86.4 ^b
	<i>Czapex Agar</i>	63.0 ^b

Menurut Widyastuti dan Sumardi. (1999), bahwa kemampuan isolat *Trichoderma* spp. dalam menghambat *S. rolfsii* berbeda-beda. Hal ini sangat dimungkinkan terjadi pada kemampuan *T. harzianum* dan *Gliocladium* sp. dalam menghambat berbagai patogen memberikan hasil yang berbeda-beda. Pertumbuhan *Botryodiplodia* sp. dan cendawan agens hayatinya pada media PDA memiliki dinamika yang teratur daripada media *Czapex Agar*. Alam *et al.* (2001) melaporkan bahwa kecepatan pertumbuhan radial miselium *B. theobromae* menurun seiring dengan bertambahnya kadar glukosa pada media kultur.

Menurut Baker dan Cook (1974), terdapat tiga pola antagonis yaitu kompetisi, antibiosis, dan mikoparasit. Mekanisme penghambatan oleh *T. harzianum* dan *Gliocladium* sp. terhadap *Botryodiplodia* sp. adalah kompetisi dan mikoparasit. Hasil uji antagonis antara agens hayati dan *Botryodiplodia* sp. diduga terdapat mekanisme kompetisi dan mikoparasit (Gambar 1).



Gambar 1 Mekanisme mikoparasit secara mikroskopik antara *T. harzianum* (T) dan *Gliocladium* sp.(G) terhadap *Botryodiplodia* sp.(B) di mana pada 1 dan 2 terjadi penetrasi hifa patogen oleh agens hayati

Mekanisme kompetisi terjadi pada awal pertumbuhannya dikarenakan *T. harzianum* dan *Gliocladium* sp. terhadap *Botryodiplodia* sp. memiliki pertumbuhan yang sama cepatnya. Agens hayati dan patogen memiliki kecepatan tumbuh yang sama yaitu dalam waktu 48-72 jam mampu memenuhi cawan berdiameter 9 cm pada penelitian pendahuluan. Hal ini sangat memungkinkan terjadinya kompetisi. Kompetisi juga terjadi pada pola penghambatan *T. harzianum* dan *Gliocladium* sp. terhadap *Cylindrocladium* sp. (Amalia *et al.* 2008). Kompetisi merupakan mekanisme yang terjadi bila terdapat persaingan mendapatkan faktor tumbuh baik berupa ruang dan nutrisi antara patogen dan agens hayati.

Mekanisme mikoparasit terjadi apabila cendawan mampu memproduksi enzim ekstraselular untuk merusak dinding sel cendawan lain yang kemudian digunakan sebagai sumber makanan. Agens hayati *T. harzianum* mempunyai kemampuan untuk menghasilkan enzim hidrolitik β -1,3-glukanase, kitinase, dan selulase. Enzim-enzim inilah yang secara aktif merusak sel-sel cendawan lain yang sebagian besar tersusun dari 1,3 glukan (linamirin) dan kitin sehingga dengan mudah *T. harzianum* dapat melakukan penetrasi ke dalam hifa cendawan inangnya (Elad *et al.* 1983). Degradasi kitin *T. harzianum* dilakukan secara bertahap. Hal tersebut menunjukkan dihasilkannya kitinase secara terus-menerus (Achmad 1997). Hal ini terjadi pula pada antagonisme antara *Trichoderma reesei* terhadap

Fusarium sp. (Harjono *et al.* 2001), *T. reesei* dan *T. harzianum* terhadap *R. solani* (Widyastuti 2007), *Trichoderma* spp. terhadap *S. rolfii* pada tusam (Widyastuti *et al.* 2003) dan *Fusarium* sp. pada cendana (Widyastuti & Hariani 2006 dalam Widyastuti 2007), *Gliocladium* sp. terhadap *Ganoderma boninense* (Hadiwiyono 1996) dan *Cylindrocladium* sp. penyebab penyakit lodoh pada bibit *Acacia mangium* Wild. (Anggraeni *et al.* 2009) dan *Gliocladium fimbriatum* terhadap *Marasmius palmivorus* Sharples penyebab busuk buah tandan kelapa sawit (Sitompul 2013) serta *T. harzianum* dan *Gliocladium virens* terhadap *Botryodiplodia theobromae* dan *Phytophthora citrophthora* penyebab busuk pangkal batang jeruk (Retnosari 2011). Selain itu, Gupta *et al.* (1998) menyatakan bahwa sebagian besar mekanisme antagonis terhadap *B. theobromae* oleh *Trichoderma* spp., *Gliocladium* sp. dan *Laetisaria* sp. adalah mikoparasit.

Mekanisme mikoparasit terlihat dari hasil pengamatan secara mikroskopik. Hifa dari kedua agens hayati yaitu *Gliocladium* sp. dan *T. harzianum* mampu melakukan penetrasi ke dalam dinding sel *Botryodiplodia* sp. (Gambar 1). Mekanisme mikoparasit terjadi pula pada *Botryodiplodia theobromae* penyebab penyakit pada *mulberry* di India. Proses mikoparasit diawali dari apresoria *T. harzianum* menempel pada hifa patogen kemudian terjadi penetrasi sehingga hifa *B. theobromae* mengalami kerusakan. Mikoparasit yang dilakukan oleh *Gliocladium virens* menyebabkan hifa *B. theobromae* kehilangan turgor dan isi sel keluar (Gupta *et al.* 1999). Selain itu, *Gliocladium* sp. TNC73 yang diisolasi sebagai agen biokontrol alami dari tanah supresif terhadap fitopatogen *Phytophthora capsici* dan terisolasi berdasarkan kemampuannya untuk menghasilkan kitinase. Produksi kitinase diberikan *Gliocladium* sp. TNC73 mampu menjadi mikoparasit patogen *Fusarium* sp. (Nugroho 2006). Bentuk lain dari mekanisme mikoparasit ditunjukkan oleh hifa *T. harzianum* (Elad *et al.* 1983) dan *T. reesei* (Widyastuti 2007) yang mampu membelit dan melubangi hifa cendawan inangnya. Selain itu, kontak pertama dengan antagonis mampu menginduksi enzim endokitinase yang dihasilkan *Trichoderma* spp. (Carsolio 1994 dalam Widyastuti 2007).

Antagonisme dengan metode tak langsung

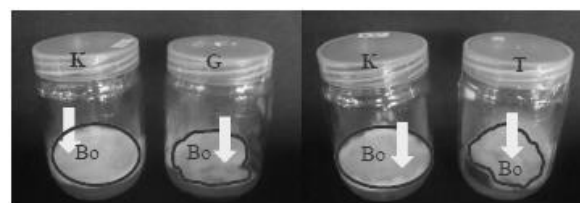
Hasil uji antagonis dengan metode tak langsung menunjukkan bahwa filtrat *T. harzianum* dan *Gliocladium* sp. memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Botryodiplodia* sp. sebesar 13.42% dan 10.25% pada media PDB. Kemampuan penghambatan ditentukan dengan pengukuran bobot kering miselia *Botryodiplodia* sp. antara kontrol dibandingkan dengan bobot kering miselia yang diberikan perlakuan penambahan filtrat agens hayati. Penghambatan kedua agens hayati berbeda nyata terhadap kontrol sedangkan penghambatan oleh filtrat *T. harzianum* lebih tinggi dibandingkan *Gliocladium* sp. walaupun tidak berbeda nyata.

Menurut Achmad (1997), daya hambat oleh filtrat *T. harzianum* pada media cair ME terhadap *R. solani* dan *F. oxysporum* berturut-turut sebesar 86.87% dan

60.87%. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian yang menunjukkan daya hambat filtrat *T. harzianum* terhadap *Botryodiplodia* sp. relatif kecil. Dengan demikian, dapat diduga bahwa nilai penghambatan oleh *T. harzianum* akan lebih tinggi bila dilakukan di dalam media ME dibandingkan bila dilakukan di dalam media PDB. Kemungkinan lain yang terjadi yaitu masa inkubasi mempengaruhi besarnya metabolit yang dikeluarkan. Aktifitas β -1,3-glukanase yang bersifat antipatogen dipengaruhi oleh waktu tetapi tidak berhubungan dengan pertumbuhan cendawan itu sendiri (Widyastuti & Budiarti 2005 dalam Widyastuti 2007). Pengaruh metabolit sekunder akan ternetralisir bila ditumbuhkan pada media PDA (Achmad 1997). Proses netralisir juga dimungkinkan terjadi pada media PDB, yang memiliki bahan dasar yang sama yaitu *Potato Dextrose*.

Tabel 2 Penghambatan filtrat biakan cendawan agens hayati terhadap pertumbuhan miselia cendawan patogen

Perlakuan	Rataan Bobot Miselia Kering (g)	Penghambatan (%)
Filtrat <i>T. harzianum</i>	0.177	13.42 ^a
Filtrat <i>Gliocladium</i> sp.	0.184	10.25 ^a



Gambar 2 Miselia *Botryodiplodia* sp. (Bo) setelah 7 hari inkubasi Kontrol (K), penambahan filtrat *Gliocladium* sp. (G), penambahan filtrat *T. harzianum* (T)

Beberapa mekanisme biokontrol telah diidentifikasi pada pengendalian hayati, yaitu mikoparasitisme yang melibatkan enzim pendeградasi dinding sel, kompetisi nutrisi, produksi metabolit sekunder yang bertindak sebagai antibakteri atau antijamur, dan produksi metabolit yang dapat menginduksi ketahanan tanaman (Shoresh *et al.* 2010 dalam Widyastuti 2007). Pemodelan dan studi penelitian telah menunjukkan bahwa pengendalian hayati yang efektif harus mampu melakukan lebih dari satu mekanisme biokontrol (Xu *et al.* 2011). Mekanisme mikoparasitisme pada *Trichoderma* spp. belum diketahui secara lengkap namun ekspresi enzim ekstraseluler pengurai dinding sel terbukti memiliki peranan kunci dalam proses penghambatan patogen. Enzim ekstraseluler yang dikeluarkan dapat berupa enzim-enzim kitinase. Hal tersebut diperkuat dengan pernyataan Achmad *et al.* (1999) bahwa *T. harzianum* dan *T. pseudokoningii* mampu menekan pertumbuhan *R. solani* dan *F. oxysporum* melalui mekanisme mikoparasitisme dengan memproduksi enzim kitinase. Menurut Lewis dan Papavizas (1984), *Trichoderma* sp. menghasilkan sejumlah besar enzim ekstraseluler β -1,3-glukanase dan kitinase selama tumbuh aktif yang dapat melarutkan dinding sel patogen. *Trichoderma* spp. memiliki enzim

endokitinase yang merupakan tipe enzim kitinase yang mempunyai aktivitas lisis dan antifungi yang tertinggi (Lorito *et al.* 1996 dalam Widyastuti 2007). Elad *et al.* (1982) menyatakan bahwa *T. harzianum* dan *T. hamatum* mampu menghasilkan enzim kitinase dan β -1,3-glukanase yang sinergis dalam lisis dinding sel dari *S. rolfii* dan *R. solani* sehingga dapat menghambat pertumbuhan kedua patogen tersebut.

Gliocladium sp. merupakan cendawan saprofitik yang dapat berperan sebagai antagonis efektif untuk mengendalikan patogen tanaman, terutama patogen tular tanah. Senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan *Gliocladium* sp. antara lain gliotoksin, viridian, dan paraquinon yang bersifat fungitoksik. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. mampu menghambat pertumbuhan patogen antara lain *Cylindrocladium* sp. (Amalia *et al.* 2008) dan *Phytium* sp. (Octriana 2011). Beberapa spesies *Gliocladium* juga memproduksi siklik peptida dengan sifat antibakteri, seperti diketopiperazine (Koolen *et al.* 2011). Senyawa lain bersifat antibiotik yang dihasilkan beberapa spesies *Gliocladium* lainnya adalah p-terphenyl (Guo *et al.* 2007) dan poliketida (Kohno *et al.* 2000). Antibiotik yang menghambat *Erwinia carotovora* diproduksi oleh *Gliocladium* sp. TNC73 lebih cenderung menjadi bentuk diketopiperazine atau bentuk peptida siklik lainnya, terphenyl atau poliketida, daripada peptaibol linier. Selain itu, *Gliocladium* sp. memproduksi kitinase dan menghasilkan metabolit sekunder yang memiliki sifat antibakteri terhadap bakteri *Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus aureus*. Eksplorasi kemampuan *Gliocladium* sp. TNC73 untuk pengendalian penyakit tanaman yang disebabkan oleh bakteri dilakukan dengan mengekstrak etil asetat dari media fermentasi *Gliocladium* sp. TNC73. Ekstrak tersebut dianalisis kemampuannya untuk menghambat bakteri gram negatif *E. carotovora* yang menyebabkan penyakit busuk lunak pada tanaman pangan (Saputra *et al.* 2013).

SIMPULAN

Agens hayati *T. harzianum* dan *Gliocladium* sp. pada uji *in vitro* mampu menghambat pertumbuhan patogen *Botryodiplodia* sp. sebagai penyebab mati pucuk pada jabon yaitu sebesar 99.2% dan 86.4% berturut-turut pada media PDA. Mekanisme penghambatan yang dilakukan oleh kedua agens hayati diduga merupakan kompetisi dan mikoparasit.

SARAN

Penelitian ini membuka peluang dalam pengembangan pengendalian penyakit mati pucuk oleh *Botryodiplodia* sp. pada jabon secara hayati. Oleh karena itu, sebaiknya diperkaya dengan penelitian selanjutnya berupa aplikasi *T. harzianum* dan *Gliocladium* sp. pada bibit jabon di persemaian.

Aplikasi tersebut dapat berupa tindakan pencegahan maupun pengendalian penyakit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Beasiswa *fresh-graduate* Dikti dan Himpunan Alumni Fakultas Kehutanan IPB (HAE IPB) yang telah memberikan bantuan dana untuk pelaksanaan studi penulis. Selain itu, kepada seluruh staf Silviculture IPB dan Laboratorium Patologi Hutan terutama kepada Ai Rosah Aisah S.Hut, MSi yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad. 1997. Mekanisme serangan patogen dan ketahanan inang serta pengendalian hayati penyakit lodoh pada *Pinus merkusii* [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Achmad, Hadi, S Harran, E Gumbira Sa'id, B Satiawiharja, MK Kardin. 2010. Aktivitas antagonisme *in vitro* *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma pseudokoningii* terhadap patogen lodoh *Pinus merkusii*. *J Penelitian Hut Tan.* 7(5):233-240.
- Aisah AR. 2014. Identifikasi dan patogenisitas cendawan penyebab primer penyakit mati pucuk pada bibit Jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq) [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Alam MS, Begum MF, Sarkar MA, Islam MR. 2001. Effect of temperature, light and media on growth, sporulation, formation of pigments and pycnidia of *Botryodiplodia theobromae* Pat. *Pakistan Journal of Biological Sciences.* 4(10):1224-1227.
- Amalia R, Herliyana EN, Anggraeni I. 2008. Potensi *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. sebagai jamur antagonis terhadap *Cylindrocladium* sp. penyebab penyakit lodoh pada persemaian secara in-vitro. *J Penelitian Hut Tan.* 5(1):63-74.
- Anggraeni I, Wibowo A. 2009. Pengendalian *Cylindrocladium* sp. penyebab penyakit lodoh pada bibit *Acacia mangium* wild. dengan fungi antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp.. *J Penelitian Hut Tan.* 6 (4) : 241 – 249.
- Baker KP, Cook RJ. 1974. *Biological Control of Plant Pathogens.* San Fransisco (US): WH Freeman & Company.
- Elad Y, Chet I, Boyle P, Henis Y. 1983. Parasitism of *Trichoderma* spp. on *Rhizoctonia Solani* and *Sclerotium rolfii*. Scanning electron microscopy and fluorescence microscopy. *Phytopathol.* 73:85-88.
- Fravel DR. 1988. Role of antibiosis in the biocontrol of diseases. *Ann Rev Phytopathol.* 26:75-81.
- Guo H, Hu H, Liu S, Liu X, Zhou Y, Che Y. (2007). Bioactive p-terphenyl derivatives from a *Cordyceps*-colonizing isolate of *Gliocladium* sp.. *J Natural Products.* 70:1519-1521.
- Gupta VP, SK Tewari, Govindaiah, AK Bajpai. 1999. Ultrastructure of Mycoparasitism of *Trichoderma*,

- Gliocladium* and *Laetisaria* species on *Botryodiplodia theobromae*. *Phytopathol* (147):19-24.
- Hadiwiyono. 1996. Pengendalian hayati *Ganoderma boninense* Pat. (Penyebab busuk pangkal batang kelapa sawit) oleh *Trichoderma*, *Gliocladium*, dan *Pseudomonas* kelompok fluoresen [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Harjono, SM Widyastuti, S Margino. 2001. Pemurnian dan Karakteristik Enzim Endokitinase dari Agen Pengendali Hayati *Trichoderma reesei*. *J Perlintan Indonesia*. 7(2):114-120.
- Herusansono W, Wahono T. 2011 Februari 10. Kayu jabol jadi tanaman penghijauan [internet]. [diunduh: 2013 April 11]. *Kompas.com*. Tersedia pada:<http://regional.kompas.com/read/2011/02/10/2027540/Kayu.Jabol.Jadi.Tanaman.Penghijauan>.
- Kohno J, Nishio M, Kishi N, Okuda T, Komatsubara S. (2000). Biosynthesis of the fungal polyketide antibiotics TMC-151s: origin of the carbon skeleton. *J Antibiotics*. 53:1301-1304.
- Koolen HH, Soares ER, Silva FM, Souza AQ, Medeiros LS, Filho ER, Almeida RA, Ribeiro IA, Pessoa CO, Morais MO, Costa PM, Souza AD. (2011). An antimicrobial diketopiperazine alkaloid and co-metabolites from an endophytic strain of *Gliocladium* isolated from *Strychnos* of cf. *toxifera*. *Natural Products Research*. 26:2013-2019.
- Krisnawati H, Kallio M, Kanninen M. 2011. *Anthocephalus cadamba* (Miq.) *Ekologi, Silviculture, dan Produktivitas* [internet]. [diunduh: 2011 Oktober 11]. Bogor (ID): Center of International Forestry Research. Tersedia pada: http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/Bkrisnawati1108.pdf.
- Lewis JA, GC Papavizas. 1984. A new approach to stimulate population proliferation of *Trichoderma* sp. and other potensial biocontrol fungi introduced into natural soil. *Phytopathol*. 54:74-80.
- Nugroho T, Jasril Abdullah, C Saryono, Tanzil M, dan Muzeliati (2006). Perbandingan dua metode ekstraksi antibiotik dari media fermentasi *Gliocladium* sp. T.N.C73. *J Natur Indonesia*, 9:16-21.
- Octriana L. 2011. Potensi agen hayati dalam menghambat pertumbuhan *Phytium* sp. secara *in vitro*. *Bul Plasma Nutrafah*. 17:2.
- 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. *Bioma*. 11(1):24-32.
- Rahman MA, Baksha MW, Ahmed FU. 1997. Diseases and pests of tree species in forest nurseries and plantations in Bangladesh [internet]. Dhaka (BD): Bangladesh Agricultural Research Council. [diunduh: 2013 Januari 21]. Tersedia pada:http://mapbangla.com/mapadmin/publications/163_040_Diseases%20and%20pests%20of%20ree%20species%20in%20forest%20nurseries%20and%20plantations%20in%20Bangladesh.pdf.
- Retnosari E. 2011. Identifikasi penyebab busuk pangkal batang jeruk (*Citrus* spp) serta uji antagonisme *in vitro* dengan *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium virens* [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Saputra H, Puspita F, Nugroho TT. 2013. Production of an antibacterial compound against the plant pathogen *Erwinia carotovora* subs. *carotovora* by the biocontrol strain *Gliocladium* sp. T.N.C73. *J Agricult Technol*. 9(5):1157-1165.
- Sitompul SK. 2013. Evaluasi Keefektifan Penghambatan Beberapa Agens Biokontrol terhadap Pertumbuhan *Marasmius palmivorus* Sharples [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Widyastuti SM, Sumardi. 1999. *Trichoderma* spp. as decomposing and biological control agents isolated from dipterocarp forest in Jambi. Proc. Of the Int. Sem. On Ecological Approach for Productivity and Sustainability of Dipterocarp Forest. Yogyakarta (ID). pp:58-60.
- Widyastuti SM, Harjono, Sumardi, Yuniarti D. 2003. Biological control of *Sclerotium rolfsii* damping-off with three isolates of *Trichoderma* spp. *Online J Biol Sc*.3(1):95-102.
- Widyastuti SM. 2007. *Peran Trichoderma* spp. dalam *Revitalisasi Kehutanan di Indonesia*. Yogyakarta (ID): UGM Pr.
- Xu XM, Jeffries P, Pautasso M, Jeger MJ. (2011). Combined use of biocontrol agents to manage plant diseases in theory and practice. *Phytopathol* 101:1024-1031.