

UJI KESESUAIAN EMPAT ISOLAT *TRICHODERMA* SPP. DAN DAYA HAMBAT *IN VITRO* TERHADAP BEBERAPA PATOGEN TANAMAN

Loekas Soesanto¹, Endang Mugiastuti¹, Ruth Feti Rahayuniati¹, & Ratna Stia Dewi²

¹Fakultas Pertanian dan ²Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman
Jl. dr. Suparno, Karangwangkal, Purwokerto 53123
E-mail: lukassus26@gmail.com

ABSTRACT

Compatibility test of four *Trichoderma* spp. Isolates and in vitro inhibition ability on several plant pathogens. *In vitro* descriptive compatibility research was carried out to know the compatibility among *Trichoderma* spp. isolates and their inhibition ability toward several plant pathogens. Four *Trichoderma* spp. isolates used were ginger, shallot, banana, and pineapple isolates; while the pathogens used were pathogenic fungi (*Fusarium*, *Colletotrichum*, *Phytophthora*, and *Sclerotium*), bacteria (*Ralstonia*), and nematode (*Meloidogyne* dan *Globodera*). Observation was done toward inhibition zone between *Trichoderma* spp. isolates, colony radial growth, mycelial dry weight, and nematode mortality. Result of the research indicated that the four *Trichoderma* spp. isolates were compatible and no growth inhibition was observed. The inhibition ability of all *Trichoderma* spp. isolates varied and the ginger isolate had the highest inhibition ability and mortality on all fungal species and the nematodes, while on the pathogenic bacteria there was no inhibition.

Key words: compatibility, inhibition ability, plant pathogens, *Trichoderma* spp. isolates

ABSTRAK

Uji kesesuaian empat isolat *Trichoderma* spp. dan daya hambat in vitro terhadap beberapa patogen tanaman. Penelitian deskripsi *in vitro* dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antar-isolat *Trichoderma* spp. dan uji daya hambatnya terhadap beberapa patogen tanaman. Empat isolat *Trichoderma* spp. digunakan, yaitu isolat jahe, bawang merah, pisang, dan nenas; sedangkan patogen tanaman yang digunakan antara lain dari kelompok jamur (*Fusarium*, *Colletotrichum*, *Phytophthora*, dan *Sclerotium*), bakteri (*Ralstonia*), dan nematoda (*Meloidogyne* dan *Globodera*) patogen. Pengamatan dilakukan terhadap ada tidaknya zona hambatan antar-isolat *Trichoderma* sp., pertumbuhan jejari koloni, dan berat kering miselium untuk jamur patogen serta tingkat mortalitas untuk nematoda patogen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keempat isolat *Trichoderma* spp. yang digunakan mempunyai kesesuaian, tidak terdapat penghambatan pertumbuhan. Daya hambat keempat isolat *Trichoderma* spp. beragam dan isolat jahe mempunyai daya hambat dan mortalitas tertinggi terhadap semua spesies jamur dan nematoda patogen, sedangkan bakteri patogen tidak ada penghambatan.

Kata kunci: daya hambat, isolat *Trichoderma* spp., kesesuaian, patogen tanaman

PENDAHULUAN

Patogen tanaman banyak menjadi masalah penting di dalam budidaya tanaman, karena dapat menurunkan produksi tanaman (Champoiseau *et al.*, 2009). Banyak usaha telah dilakukan untuk mengendalikan patogen tanaman, baik dengan penggunaan tanaman tahan maupun pestisida sintetis. Akan tetapi, tanaman tahan terhadap patogen tanaman jarang tersedia, sedangkan pestisida sintetis jika digunakan dengan tidak bijaksana akan banyak menimbulkan masalah, baik terhadap lingkungan, produk tanaman, maupun kesehatan manusia. Oleh karena itu, agensia pengendali hayati merupakan salah satu pilihan

pengendalian patogen tanaman yang menjanjikan karena murah, mudah didapat, dan aman terhadap lingkungan.

Trichoderma sp. merupakan salah satu agensia pengendali hayati yang telah banyak digunakan untuk mengendalikan mikroba patogen tanaman (Elad *et al.*, 1982; Sharon *et al.*, 2001; Soesanto *et al.*, 2005). Eksplorasi agensia pengendali hayati selain *Trichoderma* spp. telah banyak dilakukan, dan pada umumnya ditemukan banyak mikroba dari kelompok jamur (Soesanto *et al.*, 2011a). Penggunaannya secara tunggal atau gabungan telah juga diteliti, dan umumnya penggunaan secara gabungan lebih efektif dibandingkan secara tunggal (Kloepper *et al.*, 1997; Raupach & Kloepper, 1998; Soesanto, 2000).

Jamur antagonis *T. harzianum* isolat jahe dapat digabung dengan serbuk daun cengkeh untuk mengendalikan penyakit busuk rimpang pada jahe yang disebabkan oleh *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi* (Soesanto *et al.*, 2005). Penggunaan *T. harzianum* isolat jahe juga mampu menekan perkembangan penyakit layu Fusarium pada jahe (Amalia *et al.*, 2004; Soesanto *et al.*, 2005), kencur (Prabowo *et al.*, 2006), bibit pisang Ambon Kuning (Soesanto & Rahayuniati, 2009), pisang (Ivayani *et al.*, 2013), subang bunga gladiol (Wardhana *et al.*, 2009), dan bawang merah (Latifah *et al.*, 2012), serta penyakit blas pada padi (Waluyo *et al.*, 2005). Sementara itu, *Trichoderma* sp. isolat pisang mampu menekan penyakit busuk hati pada bibit pisang (Haryono *et al.*, 2008). Isolat *T. harzianum* lain mampu menekan perkembangan penyakit busuk pangkal batang lada karena *Phytophthora capsici* (Ginting & Maryono, 2012) dan mampu menekan penyakit layu fusarium pada tanaman tomat di rumah kaca (Rahayuniati & Mugiastuti, 2009).

Keberadaan beberapa isolat *Trichoderma* spp. yang telah dieksplorasi belum pernah dilakukan uji antagonis terhadap berbagai patogen tanaman. Selain itu, antar-isolat *Trichoderma* spp. belum diketahui kesesuaiannya, sehingga belum dapat diketahui penggunaannya secara gabungan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui kesesuaian antar-isolat *Trichoderma* spp. dan uji daya hambatnya terhadap beberapa patogen tanaman, dari golongan jamur, bakteri, dan nematoda.

METODE PENELITIAN

Penyiapan Isolat Antagonis. Isolat jamur antagonis *Trichoderma* spp. yang digunakan adalah isolat jahe (Soesanto *et al.*, 2005), pisang (Haryono *et al.*, 2008), nenas (koleksi L. Soesanto), dan bawang merah (Santoso *et al.*, 2007). Masing-masing isolat ditumbuhkan pada medium PDA (Tuite, 1969) dan diinkubasi pada suhu kamar selama 5-7 hari di Laboratorium Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto, untuk kemudian digunakan dalam penelitian ini.

Penyiapan Isolat Patogen. Jamur patogen yang diuji meliputi *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp., *Colletotrichum capsici*, *Pythium* sp., dan *Sclerotium rolfsii* (koleksi L. Soesanto dan Laboratorium Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman). Patogen tersebut masing-masing ditumbuhkan pada medium PDA yang dipergunakan dengan

100 mg streptomisin sulfat (Sigma) (Papavizas, 1967) untuk *Fusarium* sp., *Colletotrichum capsici*, *Pythium* sp., dan *Sclerotium rolfsii* serta medium V8 Jus untuk *Phytophthora* sp. (Tuite, 1969). Bakteri patogen yang diuji yaitu *Ralstonia solanacearum* yang ditumbuhkan pada medium NA (French *et al.*, 1995), diinkubasi pada suhu kamar selama 2-3 hari. Nematoda yang diuji adalah *Meloidogyne* sp. dan nematoda sista kentang, yang diperoleh dari tanah sekitar tanaman kentang.

Pengujian Kesesuaian Antar-isolat *Trichoderma* spp. Pengujian dilakukan dengan menumbuhkan secara bersama *Trichoderma* spp. tersebut pada medium PDA dalam cawan Petri, dan diulang lima kali. Variabel yang diamati adalah ada tidaknya zona hambat. Apabila tidak terbentuk zona hambat, hal ini menunjukkan bahwa mikroba antagonis yang diuji saling sesuai dan dapat digabungkan.

Pengujian Daya Hambat. Pengujian daya hambat *Trichoderma* spp. terhadap masing-masing patogen dilakukan dengan metode *dual culture*. Setiap antagonis *Trichoderma* spp. pada medium PDA dipotong dengan diameter 5 mm diletakkan pada bagian tepi cawan Petri dengan jarak 3 cm, kemudian diinkubasi selama 3 hari pada suhu kamar. Setiap cawan Petri diinokulasi dengan masing-masing patogen berdiameter 5 mm dan diletakkan 3 cm dari antagonis (Evans *et al.*, 2003). Perlakuan tersebut diulang sebanyak 5 kali. Cawan Petri kemudian diinkubasi selama 3 hari pada suhu kamar. Pertumbuhan patogen dicatat dan data diperoleh dari persentase penghambatan pertumbuhan jejari dengan rumus:

$$PP = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100$$

dengan:

PP = Penghambatan pertumbuhan (%)

R1 = pertumbuhan jejari patogen kontrol, dan

R2 = pertumbuhan jejari patogen dalam *dual culture* dengan antagonis (Royle & Ries, 1977).

Selanjutnya, di akhir pengamatan dilakukan penghitungan berat kering miselium jamur patogen (Lilly & Barnett, 1951; Sutton & Starzyk, 1972). Selain itu, juga diamati mortalitas nematode akibat perlakuan dengan *Trichoderma* spp.

Analisis Data. Data dianalisis secara deskriptif untuk uji kesesuaian antar-isolat *Trichoderma* spp. dan uji daya hambat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kesesuaian Antar-Isolat *Trichoderma* spp.

Berdasarkan uji kesesuaian antar-isolat *Trichoderma* spp., yaitu isolat bawang merah, jahe, pisang, dan nenas, semua isolat yang ditumbuhkan bersama pada tempat yang sama tidak ada yang saling menghambat. Hal ini menunjukkan bahwa semua isolat *Trichoderma* spp. Adalah sesuai satu dengan yang lain (Tabel 1).

Keempat isolat *Trichoderma* spp. yang digunakan diduga mempunyai sifat dan ciri-ciri yang sama atau hamper sama, termasuk juga kemampuannya di dalam menghasilkan senyawa metabolit sekunder. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Soesanto *et al.* (2011b), yang menyatakan bahwa sifat morfologi dan fisiologi empat isolat *Trichoderma* spp. adalah sama. Hasil penelitian Gomez *et al.* (1997) menunjukkan bahwa pengamatan langsung secara makroskopis terhadap semua isolat *Trichoderma* spp. sangat mirip laju pertumbuhan jejari, pola pensporaasi dan warna spora, dan tidak ada isolat yang tumbuh saling menutupi. Pendapat tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang

menunjukkan pertumbuhan keempat isolat *Trichoderma* spp. yang diuji tidak saling menghambat (Gambar 1).

Tidak adanya perbedaan di dalam kemampuan menghambat dari keempat isolat tersebut berkaitan erat dengan sifat genetiknya. Pasangan strain *Trichoderma* yang sesuai secara vegetatif dan peleburan protoplas memperlihatkan kesesuaian sederhana yang terbatas. Keterbatasan kesesuaian menurunkan sifat penggabungan ulang paraseksual tetapi tidak menghasilkan kemungkinan manipulasi genetiknya oleh peleburan protoplas (Stasz *et al.*, 1989).

Uji Daya Hambat Isolat *Trichoderma* spp.

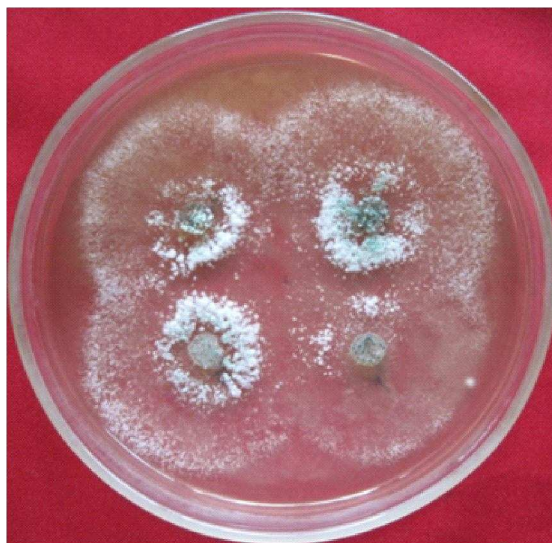
Berdasarkan kemampuan penghambatannya, semua isolat *Trichoderma* spp. yang dicoba mempunyai kemampuan menghambat semua patogen tanaman yang diuji, kecuali terhadap bakteri patogen (Tabel 2). Hal ini ditunjukkan dengan daya hambat yang beragam untuk masing-masing patogen dan isolat *Trichoderma* spp.

Penghambatan *Trichoderma* spp. isolat pisang, bawang merah, jahe, dan nenas terhadap masing-masing patogen jamur dan nematoda berkisar antara

Tabel 1. Kesesuaian antar-isolat *Trichoderma* spp.

Isolat <i>Trichoderma</i> spp.	Bawang merah	Jahe	Pisang	Nenas
Bawang merah	+	+	+	+
Jahe	+	+	+	+
Pisang	+	+	+	+
Nenas	+	+	+	+

+ = sesuai/kompatibel; - = tidak sesuai.



Gambar 1. Uji konfrontasi langsung empat isolat *Trichoderma* spp.

33,33 – 62,46%, 20,50 – 67,76%, 29,53 – 64,44%, dan 22,26 – 65,56% untuk jamur patogen dan 81,69 – 233,3%, 64,72 – 166,7%, 76,34 – 200,0%, dan 68,39 – 156,7% untuk nematoda patogen. Berdasarkan Tabel 2 tampak bahwa masing-masing isolat *Trichoderma* spp. mempunyai daya hambat yang berbeda terhadap masing-masing patogen tanaman. Terhadap jamur patogen *Fusarium*, *Trichoderma* spp. isolat nenas nampak yang terbaik daya hambatnya, yang ditunjukkan dengan daya hambat tertinggi sebesar 61,82%, sedangkan pada patogen *Colletotrichum*, isolat pisang yang menunjukkan daya hambat tertinggi, yaitu sebesar 33,33%. *Trichoderma* spp. isolat pisang menunjukkan daya hambat tinggi terhadap patogen *Phytophthora*, dan isolat bawang merah terbaik daya hambatnya terhadap *Sclerotium*.

Kemampuan isolat *Trichoderma* spp. di dalam menghambat pertumbuhan isolat jamur patogen dipengaruhi oleh kemampuannya bertindak sebagai antagonis, dengan mekanisme yang dimiliki, seperti persaingan dan antibiosis. Gomez *et al.* (1997) menduga bahwa perbedaan kemampuan *Trichoderma* spp. adalah karena belum diketahuinya faktor pembatas yang berpengaruh terhadap banyak proses yang dapat menuju kepada keragaman. Sementara itu, Goes *et al.* (2002) dan Samuels *et al.* (2002) menyatakan bahwa keragaman antar-isolat *Trichoderma* spp. sangat tinggi dan tidak ada hubungannya antar-polimorfisme yang

dijumpai dalam isolat tersebut. Hasil penelitian Latifah *et al.* (2012) juga mendukung adanya keragaman kemampuan masing-masing isolat *Trichoderma* spp. yang dicoba.

Kemampuan masing-masing isolat *Trichoderma* spp. di dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *in vitro* diperlihatkan pada Tabel 3, kaitannya dengan perbedaan berat kering jamur patogen. Pada Tabel 3 nampak bahwa dibandingkan kontrol, berat kering miselium jamur patogen mengalami penurunan akibat penghambatan oleh isolat *Trichoderma* spp.

Apabila dilihat rerata berat kering masing-masing jamur patogen, penurunan berat kering tertinggi terjadi karena *Trichoderma* spp. isolat jahe pada semua jamur patogen, yaitu sebesar 39,7, 84,9, 83,3, dan 85,4% masing-masing untuk jamur *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Phytophthora*, dan *Sclerotium*, dibandingkan dengan isolat *Trichoderma* spp. lainnya. Penurunan tertinggi berat kering karena *Trichoderma* spp. isolat jahe terjadi pada jamur *Sclerotium*. Sementara itu, isolat *Trichoderma* spp. lainnya juga mampu menurunkan berat kering miselium jamur patogen, namun penurunan terkecil terjadi pada jamur *Sclerotium*, khususnya pada isolat bawang merah dan pisang, dibandingkan dengan jamur patogen lain. Adanya perbedaan kemampuan antar-isolat *Trichoderma* di dalam menghambat pertumbuhan dan berat kering miselium jamur patogen diduga disebabkan oleh keragaman yang tinggi antar-

Tabel 2. Kemampuan menghambat *Trichoderma* spp. terhadap perkembangan patogen jamur dan bakteri serta mortalitas nematode dibandingkan kontrol

Patogen	Kemampuan menghambat <i>Trichoderma</i> (%)			
	Isolat pisang	Isolat bawang merah	Isolat jahe	Isolat nenas
<i>Fusarium</i>	41,76	39,12	57,54	61,82
<i>Colletotrichum</i>	33,33	20,50	29,53	22,26
<i>Phytophthora</i>	60,40	59,44	52,54	28,15
<i>Sclerotium</i>	62,46	67,78	64,44	65,56
<i>Ralstonia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Meloidogyne</i>	81,69	84,72	76,34	68,39
<i>Globodera</i>	233,3	166,7	200,0	156,7

Tabel 3. Rerata berat kering miselium jamur patogen akibat perlakuan *Trichoderma* spp.

Patogen	Kontrol	Berat kering miselium patogen pada perlakuan <i>Trichoderma</i> (mg)			
		Isolat pisang	Isolat bawang merah	Isolat jahe	Isolat nenas
<i>Fusarium</i>	0,0664	0,05	0,03	0,04	0,04
<i>Colletotrichum</i>	0,0662	0,02	0,03	0,01	0,02
<i>Phytophthora</i>	0,1195	0,06	0,07	0,02	0,03
<i>Sclerotium</i>	0,0961	0,05	0,08	0,01	0,04

isolat *Trichoderma*, yang sesuai dengan pendapat Samuels *et al.* (2002).

Kemampuan yang tinggi dari *Trichoderma* spp. isolat jahe di dalam menghambat *Sclerotium* sesuai dengan pendapat Elad *et al.* (1982), yang menyatakan bahwa *T. harzianum* mensekresikan enzim β -1,3-glukanase dan kitinase pada dinding sel patogen *Sclerotium rolfisii* sebagai sumber karbon utamanya. Lebih lanjut dikemukakan, bahwa aktivitas enzim lipase dan kitinase ditemukan ketika antagonis menyerang miselium *S. rolfisii*. Selain itu, *T. harzianum* juga mengeluarkan enzim hidrolisis yang berbeda ketika menyerang miselium jamur patogen *S. rolfisii*, *Rhizoctonia solani*, dan *Pythium aphanidermatum* di dalam tanah.

Trichoderma spp. isolat jahe terbukti mempunyai kemampuan penghambatan lebih baik terhadap jamur patogen *in vitro* dibandingkan isolat lainnya. Hal ini didukung oleh beberapa penelitian yang telah dilakukan, seperti Soesanto *et al.* (2005), Waluyo *et al.* (2005), Prabowo *et al.* (2006), dan Wardhana *et al.* (2009) masing-masing terhadap penyakit layu Fusarium pada tanaman jahe, penyakit utama tanaman padi, penyakit layu fusarium pada tanaman kencur, dan penyakit layu Fusarium pada tanaman bunga gladiol.

Sementara itu, semua isolat *Trichoderma* spp. mempunyai daya hambat atau mortalitas terhadap telur nematoda yang diuji, dan yang tertinggi daya hambatnya ditunjukkan oleh isolat pisang, yaitu 81,69 dan 233,3% masing-masing untuk *Meloidogyne* dan *Globodera* (Tabel 2). Kemampuan *Trichoderma* spp. di dalam mengendalikan nematoda patogen tanaman diduga disebabkan oleh kemampuannya menghasilkan enzim, yang dapat melisiskan dinding sel telur nematoda. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sharon *et al.* (2001) dan Szabo *et al.* (2013), yang menyatakan bahwa semua strain *Trichoderma* memperlihatkan kemampuan mengkoloni telur dan juvenil stadium dua *Meloidogyne javanica* dalam uji *in vitro* steril, serta mempenetrasi massa telur. Hal ini karena peran enzim protease dari *Trichoderma* spp. yang berfungsi sama seperti nematisida.

Pemanfaatan *Trichoderma* spp. mempunyai potensi baik untuk diaplikasikan karena kemampuannya di dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen, khususnya jamur dan nematoda. Namun demikian, perbedaan dan keragaman antar-isolat *Trichoderma* spp. di dalam menghambat pertumbuhan patogen menjadi kendala di dalam aplikasi antagonis di lapangan. Kajian keragaman antar-isolat ini penting dilakukan untuk lebih mengetahui sifat dan daya hambatnya. Sementara itu, kesesuaian antar-isolat

Trichoderma spp. dapat digunakan untuk penggabungan isolat dalam aplikasinya, agar dapat diperoleh peningkatan daya kelolanya terhadap patogen tanaman.

SIMPULAN

Keempat isolat *Trichoderma* spp. yang digunakan mempunyai kesesuaian, atau dengan kata lain terdapat penghambatan pertumbuhan. Daya hambat keempat isolat *Trichoderma* spp. beragam dan isolat jahe mempunyai daya hambat dan mortalitas tertinggi terhadap semua spesies jamur dan nematoda patogen yang diuji, sedangkan bakteri patogen tidak mengalami penghambatan.

SANWACANA

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian utama yang didanai dari Hibah Kompetensi Batch I Tahun 2013, Direktorat Perguruan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan; untuk itu diucapkan terimakasih untuk dukungan finansialnya. Terimakasih juga disampaikan kepada Sri Utari Fahila, Tita Siti Nurhasanah, Anggit An Nashirul, dan Chairul Basir atas semua bantuan teknisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia R, Djatmiko HA, & Soesanto L. 2004. Potensi beberapa antagonis dalam menekan *Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp. *zingiberi* Trujillo pada tanaman jahe. *Dalam: L. Soesanto (Ed.), Prosiding Simposium Nasional I tentang Fusarium*. Hlm.301-312. Purwokerto, 26-27 Agustus 2004.
- Champoiseau PG, Jones JB, & Allen C. 2009. *Ralstonia solanacearum* race 3 biovar 2 causes tropical losses and temperate anxieties. Online *Plant Health Progress*. DOI: 10.1.94/PHP-2009-0313-01-RV.
- Elad Y, Chet I, & Henis Y. 1982. Degradation of plant pathogenic fungi by *Trichoderma harzianum*. *Canadian Journal of Microbiology* 28(7): 719-725. Doi: 10.1139/m82-110.
- Evans HC, Holmes KA, & Thomas SE. 2003. Endophytes and mycoparasites associated with an indigenous forest tree, *Theobroma gileri*, in Ecuador and a preliminary assessment of their potential as biocontrol agents of cocoa diseases. *Mycological progress* 2: 149-160.

- French EB, Gutarra L, Aley P, & Elphinstone J. 1995. Culture media for *Ralstonia solanacearum* isolation, identification, and maintenance. *Fitopatologia* 30(3): 126-130. (On-line). <http://www.cipotato.org/Training/Materials/Bacterial/Bacterial8.PDF> diakses 1 November 2013.
- Ginting C & Maryono T. 2012. Penurunan keparahan penyakit busuk pangkal batang pada lada akibat aplikasi bahan organik dan *Trichoderma harzianum*. *J. HPT Tropika* 12(2): 162-168.
- Goes LB, da Costa ABL, de Carvalho Freire LL, & de Oliveira NT. 2002. Randomly amplified polymorphic DNA of *Trichoderma* isolates and antagonism against *Rhizoctonia solani*. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 45(2): 151-160.
- Gomez I, Chet I, & Herrera-Estrella A. 1997. Genetic diversity and vegetative compatibility among *Trichoderma harzianum* isolates. *Mol. Gen. Genet.* 256: 127-135.
- Haryono J, Prihatiningsih N, Wardhana RA, & Soesanto L. 2008. Pengaruh pemasteuran tanah tunggal atau digabung agensia hayati terhadap penyakit busuk hati di pembibitan pisang. *Agrin* 12(2): 199-211.
- Ivayani, Ginting C, & Yusnita. 2013. Aplikasi *Trichoderma* spp. dan bahan organik untuk pengendalian hayati penyakit layu fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) pada tanaman pisang. Makalah disampaikan pada *Seminar dan Kongres Nasional ke-XXII Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*, Padang, 7-10 Oktober 2013.
- Kloepper JW, Tuzun S, Zehnder GW, & Wei G. 1997. Multiple disease protection by rhizobacteria that induce systemic resistance-historical precedence. *Phytopathology* 87(2): 136-137.
- Latifah A, Kustantinah, & Soesanto L. 2012. Pemanfaatan beberapa isolat *Trichoderma harzianum* sebagai agensia pengendali hayati penyakit layu Fusarium pada bawang merah in *Planta. Eugenia* 17(5): 86-94.
- Lilly VG & Barnett HL. 1951. *Physiology of the Fungi*. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.
- Papavizas GC. 1967. Evaluation of various media and anti-microbial agents for isolation of *Fusarium* from soil. *Phytopathology* 57(8): 848-852.
- Prabowo AKE, Prihatiningsih N, & Soesanto L. 2006. Potensi *Trichoderma harzianum* dalam mengendalikan Sembilan isolat *Fusarium oxysporum* Schlecht.f.sp. *zingiberi* Trujillo pada kencur. *Jurnal Ilmu-IlmuPertanian Indonesia* 8(2): 76-84.
- Rahayuniati RF. & Mugiastuti E. 2009. Pemanfaatan jamur antagonis dan pupuk organik untuk mengendalikan penyakit layu Fusarium tomat. *Jurnal Pembangunan Pedesaan* 9(1): 25-34.
- Raupach GS & Kloepper JW. 1998. Mixture of plant growth-promoting rhizobacteria enhance biological control of multiple cucumber pathogens. *Phytopathol.* 88: 1158-1164.
- Royse DJ & Ries SM. 1977. The influence of fungi isolated from peach twigs on the pathogenicity of *Cytosporacinata*. *Phytopathol.* 63: 603-607.
- Samuels GJ, Dodd SL, Gams W, Castlebury LA, & Petrini O. 2002. *Trichoderma* species associated with the green mold epidemic of commercially grown *Agaricus bisporus*. *Mycologia* 94(1): 146-170.
- Santoso SE, Soesanto L, & Haryanto TAD. 2007. Penekanan hayati penyakit moler pada bawang merah dengan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, dan *Pseudomonas fluorescens* P60. *J. HPT Tropika* 7(1): 53-61.
- Sharon E, Bar-Eyal M, Chet I, Herrera-Estrella A, Kleifeld O, & Spiegel Y. 2001. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology* 91(7): 687-693.
- Soesanto L. 2000. Ecological and Biological Control of *Verticillium dahliae*. [Thesis]. Wageningen University, Wageningen. 120 p.
- Soesanto L & Rahayuniati RF. 2009. Pengimbasan ketahanan bibit pisang Ambon Kuning terhadap penyakit layu fusarium dengan beberapa jamur antagonis. *J. HPT Tropika* 9(2): 130-140.
- Soesanto L, Soedharmono, Prihatiningsih N, Manan A, Iriani E, & Pramono J. 2005. Potensi agensia hayati dan nabati dalam mengendalikan penyakit busuk rimpang jahe. *J. HPT Tropika* 5(1): 50-57.

- Soesanto L, Mugiastuti E, & Rahayuniati RF. 2011a. Inventarisasi dan identifikasi patogen tular-tanah pada pertanaman kentang di Kabupaten Purbalingga. *J Hort.* 21(3): 254-264.
- Soesanto L, Utami DS, & Rahayuniati RF. 2011b. Morphological characteristics of four *Trichoderma* isolates and two endophytic *Fusarium* isolates. *Can J Sci. and Industrial Res.* 2(8): 294-304.
- Stasz TE, Harman GE, & Gullino ML. 1989. Limited vegetative compatibility following intra- and interspecific protoplast fusion in *Trichoderma*. *Experim. Mycol.* 13(4): 364-371.
- Sutton III LM & Starzyk MJ. 1972. Procedure and analysis of a useful method in determining mycelia dry weight from agar plates. *Appl. Microbiol.* 24(6): 1011-1012.
- Szabó M, Urbán P, Virányi F, Kredics L, & Fekete C. 2013. Comparative gene expression profiles of *Trichoderma harzianum* proteases during *in vitro* nematode egg-parasitism. *Biological Control* 67(3): 337-343.
- Tuite J. 1969. *Plant Pathological Methods: Fungi and Bacteria*. Burgess Publ. Co., Minneapolis, Minnesota.
- Waluyo KA, Soesanto L, & Djatmiko HA. 2005. Keefektifan tebukonazol dan *Trichoderma harzianum* tunggal atau gabungan terhadap tiga penyakit penting karena jamur pada padi sawah. *Tropika* 13(2): 128-136.
- Wardhana DW, Soesanto L, & Utami DS. 2009. Penekanan hayati penyakit layu fusarium pada subang gladiol. *J. Hortikultura* 19(2): 304-311.