

PENURUNAN KEPARAHAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG PADA LADA AKIBAT APLIKASI BAHAN ORGANIK DAN *TRICHODERMA HARZIANUM*

Cipta Ginting & Tri Maryono

Bidang Proteksi Tanaman Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
E-mail: cginting@yahoo.com

ABSTRACT

Decrease of disease severity of foot rot of black pepper due to application of organic matter and *Trichoderma harzianum*. Foot rot of black pepper (*Piper nigrum* L.) caused by *Phytophthora capsici* Leonian is commonly considered as one of the most important problems in black pepper production. The objectives of this research was to determine the influence of organic matter and *Trichoderma* spp. on the severity of foot rot of black pepper. On the first experiment, five *Trichoderma* mycelial plugs were applied on planting medium consisting of soil, organic matter, and sand (2:2:1, v/v), then incubated for 7 days. Black pepper plants were transferred to the planting medium and after 14 days were inoculated on the stems. The variable observed was disease severity on the stem. On the second test, *Trichoderma* that was grown on broken rice (*menir*) as starter was applied into the planting medium which consists of soil and sand (2:1, v/v). Two weeks later, black pepper plants were inoculated on the leaves and stems. The variables observed were the diameter of necrotic on the leaves and disease severity on the stem. On the first experiment when 15 isolates of *Trichoderma* spp. were tested, five isolates (*T. harzianum* isolates 6, 8, 9, 10, and 15) significantly reduced disease severity. However, on the second test when four out of the five effective isolates were retested, none was found to significantly reduce disease severity on leaves or stems.

Key words: foot rot of black pepper, *Phytophthora capsici*, *Trichoderma*, organic matter

ABSTRAK

Penurunan keparahan penyakit busuk pangkal batang pada lada akibat aplikasi bahan Organik dan *Trichoderma harzianum*. Busuk pangkal batang lada (*Piper nigrum* L.) yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici* Leonian merupakan salah satu masalah pokok dalam budidaya lada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi bahan organik dan *Trichoderma* spp. terhadap keparahan penyakit busuk pangkal batang lada. Pada percobaan pertama, lima potongan miselium *Trichoderma* berdiameter 1 cm diaplikasikan pada media tanam yang terdiri atas tanah, bahan organik, dan pasir (2:2:1, v/v) dalam wadah plastik. Setelah inkubasi selama 7 hari, media dimasukkan ke dalam pot plastik berdiameter 17 cm dan bibit lada ditanam. Dua minggu kemudian, batang lada 5 cm di atas permukaan tanah diinokulasi dengan miselium *P. capsici*. Peubah yang diamati ialah keparahan penyakit pada batang lada. Pada percobaan kedua, *Trichoderma* diformulasikan pada media *menir* sebagai *starter* dan diaplikasikan dalam media tanam (tanah dan pasir (2:1, v/v)). Peubah yang diamati ialah diameter bercak pada daun tersebut dan keparahan penyakit pada batang. Pada percobaan pertama, pada saat 15 isolat *Trichoderma* spp. diuji, 5 isolat yakni *T. harzianum* isolat 6, 8, 9, 10 dan 15 secara nyata menurunkan keparahan penyakit pada tanaman uji. Akan tetapi, pada uji kedua untuk mengonfirmasi kemampuan empat dari lima isolat tersebut, analisis ragam terhadap data keparahan penyakit pada daun dan batang menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan tidak nyata terhadap peubah yang diamati.

Key words: busuk pangkal batang, *Phytophthora capsici*, *Trichoderma*, bahan organik

PENDAHULUAN

Tanaman lada (*Piper nigrum* L.) merupakan tanaman rempah penting di Indonesia khususnya di Provinsi Lampung. Lada menghasilkan buah yang bernilai ekonomi tinggi sebagai komoditas ekspor dan sebagai komoditas perdagangan di dalam negeri. Pada 2006, ekspor lada hitam dari Provinsi Lampung sebanyak 28.199 ton yang menyumbang devisa sebesar 46.42 juta dolar Amerika (Anonim, 2007). Selain sebagai komoditas

ekspor dan perdagangan penting, lada juga penting dalam proses produksinya yang menyerap banyak tenaga kerja (BPTP Lampung, 2008).

Dalam bercocok tanam lada, terdapat berbagai masalah, salah satunya ialah penyakit busuk pangkal batang pada lada (BPBL). Penyakit BPBL disebabkan oleh *Phytophthora capsici* Leonian (sinonim: *P. palmivora* var. *Piperis*), jamur tular tanah. BPBL dapat menimbulkan kerugian yang besar karena penyakit ini dapat merusak tanaman mulai dari masa pembibitan dan

tanaman lada muda sampai tanaman yang telah berbuah. Tanaman yang terserang dapat layu dan mati jika penyakit yang terjadi pada akar atau pangkal batang. (Manohara *et al.*, 2005; Semangun, 2000). Menurut BPTP Lampung, produksi lada di Lampung menurun dari 27.926 ton pada 2002 menjadi 18.432 pada 2006 meskipun luas areal meningkat dari 55.675 ha pada 2002 menjadi 64.929 ha pada 2006. Penurunan ini disebabkan, antara lain, oleh BPBL (BPTP Lampung, 2008).

Sejauh ini, BPBL dirasakan sebagai penyakit yang sulit dikendalikan di lapangan meskipun berbagai siasat dan cara telah direkomendasikan (a.l. Semangun, 2000). Hal ini disebabkan karena BPBL sulit dideteksi pada awal perkembangan penyakit dan cepat berkembang jika kondisi lingkungan mendukung. Jika pangkal batang lada yang terserang, tanaman dapat layu dan mati dalam waktu yang relatif singkat. Dengan demikian, siasat dan cara baru perlu terus diteliti dan dikembangkan.

Trichoderma telah lama dikenal sebagai agensia hayati untuk mengendalikan penyakit tanaman dan meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Mekanisme pengendalian penyakit yang paling banyak dipelajari ialah antagonisme termasuk antibiosis, mikoparasitisme, dan kompetisi (Cook & Baker, 1983). Strain tertentu mengkolonisasi permukaan akar dan menembus epidermis serta kemudian melepas berbagai senyawa yang mengimbas (*induce*) respon tahan (*resistant*) secara lokal atau sistemik. *Trichoderma* sering meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan akar, produktifitas tanaman, resistensi terhadap stres abiotik serta penyerapan dan pemanfaatan nutrisi (Harman *et al.*, 2004a; Harman, 2000).

Perkembangan penelitian pada beberapa tahun terakhir menunjukkan terdapatnya mekanisme pengendalian dalam inokulasi kompos dengan *Trichoderma* yaitu melalui ketahanan terimbas (Hoitink, 2005). *T. harzianum* T-39 mengimbas ketahanan pada tanaman tomat, cabai, tembakau, dan lain-lain terhadap *Botrytis cinerea* (De Meyer *et al.*, 1998). *T. harzianum* mengimbas ketahanan pada tanaman cabai terhadap *Phytophthora capsici* (Ahmed *et al.*, 2000). *T. harzianum* T-22 mengimbas ketahanan pada tanaman jagung terhadap *Colletotrichum graminicola* (Harman *et al.*, 2004b). Kasus lain ialah yang dilaporkan Horst *et al.* (2005) yang berhasil mengendalikan penyakit hawar daun botrytis pada tanaman begonia dengan menginokulasikan kompos sebagai media tumbuh tanaman dengan *T. harzianum* 382 (T-382). Kompos tanpa inokulasi dengan T-382 tidak menurunkan keparahan hawar, sedangkan kompos yang diinokulasi menurunkan keparahan penyakit pada dedaunan meskipun T-382 tidak berada pada dedaunan, tetapi

hanya pada kompos. Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa aplikasi *T. harzianum* 382 pada media tanam menyebabkan terjadinya ketahanan terimbas yang sistemik (*induced systemic resistance* atau ISR) sehingga keparahan penyakit pada dedaunan menurun.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi bahan organik dan *Trichoderma* spp. terhadap keparahan penyakit busuk pangkal batang lada.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada Agustus 2010 sampai Maret 2012.

Seleksi Isolat *Trichoderma*. Penapisan isolat *Trichoderma* spp. dilakukan terhadap 15 isolat, yaitu T1 sampai T15 (Tabel 1). Perlakuan terdiri atas kontrol (tanpa infestasi dengan isolat *Trichoderma*) dan infestasi dengan satu isolat *Trichoderma*. Isolat *Trichoderma* yang diuji ialah *T. viride* (isolat T1, T3, T13, dan T14), *T. koningi* (isolat T2 dan T5), *T. harzianum* (isolat T4, T6, T7, T8, T9, T10, T12, dan T15). Prosedur eksplorasi dan isolasi *Trichoderma* spp. dan *P. capsici* yang digunakan pada penelitian ini telah dilaporkan sebelumnya (Ginting & Maryono, 2011). Pada percobaan ini, masing-masing isolat *Trichoderma* diaplikasikan hanya pada media tanam lada lalu dilihat apakah aplikasi *Trichoderma* dan bahan organik dapat menurunkan kepadatan penyakit pada bagian tajuk tanaman (daun dan batang bagian atas). Pengujian dilakukan dengan menggunakan media tanah, bahan organik, dan pasir (2:2:1, v/v). Bahan organik yang digunakan ialah campuran bahan organik dengan komposisi yang sama (v/v) yang terdiri atas sekam padi, jerami, kulit kopi, *A. pintoi*, dan pupuk kandang.

Media tanam diautoklaf selama satu jam pada dua hari berturut-turut. Setelah itu, media tersebut diinfestasi dengan lima potongan miselium *Trichoderma* berukuran 1 cm, lalu diinkubasi selama tujuh hari. Setelah inkubasi, media dimasukkan ke dalam pot plastik berdiameter 17 cm dan pada setiap pot ditanam satu bibit lada varitas Belantung yang berumur lima bulan. Dua minggu setelah ditanam, batang lada 5 cm di atas permukaan tanah dilukai dengan jarum steril sepanjang 1 cm dan sedalam 1 mm lalu diinokulasi dengan cuplikan miselium berdiameter 1 cm yang diambil dari kultur *P. capsici* pada media agar kentang dekstroza (PDA) berumur 5 hari. Perlakuan disusun dalam rancangan acak lengkap dengan enam ulangan. Pengamatan dilakukan setiap hari mulai dari hari kedua setelah

inokulasi. Pengamatan dilakukan dengan mengukur nekrosis yang terjadi pada situs inokulasi dan dengan menggunakan skor penyakit yang dapat dilihat pada Tabel 1 (Saylendra *et al.*, 2001). Data yang diperoleh diolah secara statistika dengan uji ragam dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan ($P \leq 0,05$).

Uji Isolat *Trichoderma* Terpilih. Percobaan lain dilakukan untuk menguji empat isolat terbaik dari 15 isolat yang diuji sebelumnya. Perlakuan sebanyak lima yang terdiri atas empat isolat *T. harzianum* (isolat T6, T8, T9, dan T15) dan satu kontrol. Pada percobaan ini, perlakuan disusun dalam rancangan acak kelompok dengan enam ulangan. Tanaman uji yang digunakan ialah bibit berumur lima bulan.

Media tanam yang digunakan terdiri atas tanah dan pasir (2:1, v/v) yang diautoklaf selama satu jam dua hari berturut-turut. Setelah diautoklaf, media tanam dimasukkan ke dalam pot plastik berdiameter 25 cm yang digunakan, lalu tiga bibit lada varitas Belantung sebagai satu satuan percobaan dipindahkan ke masing-masing pot. Dua minggu kemudian, *Trichoderma* diaplikasikan dengan memberikan starter (menir beras yang telah diinfestasi *Trichoderma*) yang disiapkan menurut Ginting (1997) yang dimodifikasi, sebagai berikut. Mula-mula kultur *T. harzianum* dari koleksi diremajakan pada

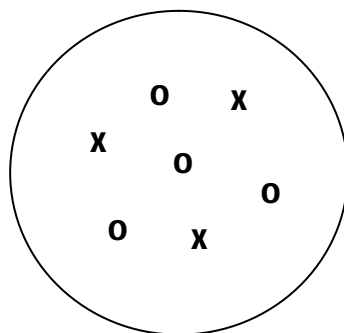
media PDA. Sementara itu, menir beras dicuci dengan air keran dan dikukus sampai setengah matang, lalu dimasukkan ke kantong-kantong plastik tahan autoklaf. Menir beras dalam kantong plastik diautoklaf, lalu setelah disimpan selama satu malam diinfestasikan dengan memberikan tiga cuplikan miselium *T. harzianum* yang berumur empat hari. Setelah itu, kantong plastik diikat dan campuran diinkubasikan selama 11 hari dengan setiap dua hari diratakan pertumbuhan koloni *T. harzianum* dengan memecah dan meratakan gumpalan kultur jamur dalam media menir beras tersebut.

Aplikasi *T. harzianum* dilakukan dengan menaburkan 5 g menir yang merupakan inokulum *T. harzianum* di antara ketiga tanaman lada dalam setiap pot. Sebelum penaburan, sebuah batang kaca berdiameter 0,5 cm ditusukkan ke dalam tanah sedalam 5 cm pada empat titik (Gambar 1) untuk membuat lubang agar *Trichoderma* tersebar di rizosfer lada.

Dua minggu kemudian, daun tanaman diinokulasi dengan potongan miselium berdiameter 5 mm yang diambil dari kultur *P. capsici* berumur 3–5 hari. Isolasi dilakukan dengan menempelkan cuplikan miselium pada selotif, lalu menempelkan selotif pada bagian bawah daun sedemikian rupa sehingga permukaan agar dengan miselium udara menempel pada permukaan bawah daun.

Tabel 1. Skor penyakit yang digunakan untuk mengukur keparahan penyakit pada batang

Skor penyakit	Gejala atau nekrosis (x)
0	Tidak ada gejala
1	Timbul nekrosis sepanjang 0,5 cm atau kurang
2	$0,5 < x < 1$ cm, nekrosis tidak melingkari batang
3	$x > 1$ cm, nekrosis tidak melingkari batang
4	Nekrosis melingkari batang
5	Tanaman layu atau mati



Gambar 1. Ilustrasi situs aplikasi inokulum *Trichoderma*. x ialah tanaman lada dan o ialah lubang yang dibuat dengan menusukkan batangan kaca berdiameter 0,5 cm sedalam 5 cm untuk membantu penyebaran inokulum *Trichoderma* pada rizosfer lada.

Daun diamati setiap hari dan peubah yang diukur ialah diameter bercak pada daun.

Setelah inokulasi dan pengamatan pada daun selesai, batang tanaman 5 cm di atas permukaan tanah juga diinokulasi dengan cuplikan miselium dengan prosedur seperti pada percobaan sebelumnya, yang dijelaskan di atas. Peubah yang diukur ialah keparahan penyakit pada batang dengan menggunakan skor (Tabel 1). Data yang diperoleh diolah secara statistika dengan uji ragam ($P \leq 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada percobaan pertama untuk menapis 15 isolat *Trichoderma* spp. tanaman pada sebagian perlakuan menunjukkan gejala BPBL berupa nekrotik pada batang yang diinokulasi, sementara pada perlakuan lain gejala tidak terjadi. Analisis ragam atas data keparahan penyakit ini menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap keparahan penyakit pada batang lada. Berdasarkan hasil analisis data ini, isolat *Trichoderma* spp. yang menurunkan secara nyata keparahan penyakit pada tanaman ialah *T. harzianum* isolat 6, 8, 9, 10 dan 15 (Tabel 2).

Pada percobaan kedua, inokulasi dengan prosedur yang digunakan pada percobaan ini berhasil

menimbulkan gejala pada daun. Dua hari setelah inokulasi (HSI), gejala sudah sangat jelas dengan diameter nekrosis lebih dari 0,5 cm dan pada 6 HSI diameter nekrosis pada sebagian daun telah mencapai 4 cm (Gambar 2). Gejala yang ditimbulkan pada daun berupa bercak daun berwarna coklat tua atau kehitaman dengan tepi bergerigi yang merupakan gejala khas BPBL. Analisis ragam terhadap data diameter bercak daun menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan tidak nyata terhadap peubah diameter bercak tersebut (Gambar 2).

Gejala pada batang lada juga sangat jelas mulai 2 hsi (Gambar 3). Gejala berupa bercak berwarna kehitaman. Analisis ragam terhadap data keparahan penyakit pada batang lada juga menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan tidak nyata terhadap peubah diameter bercak tersebut (Gambar 3).

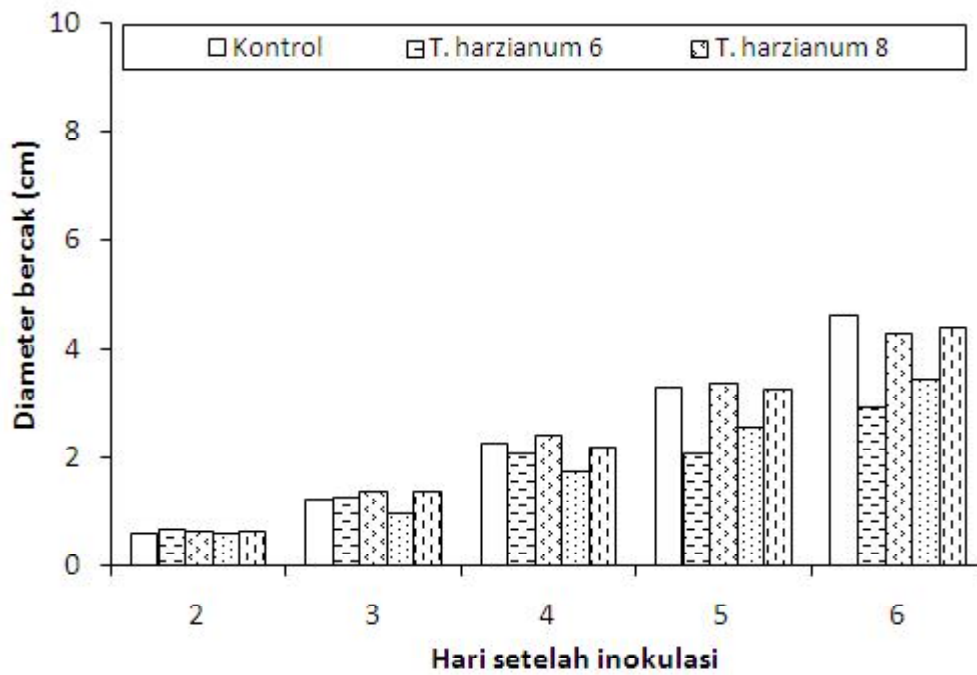
Tampak bahwa hasil percobaan pertama dan kedua tidak konsisten. Pada percobaan pertama, hasil percobaan menunjukkan penurunan keparahan penyakit pada tanaman yang diperlakukan dengan masing-masing lima isolat *T. harzianum*. Mengingat infestasi *T. harzianum* hanya dilakukan pada media tanam dan tidak berkontak langsung dengan patogen, penurunan keparahan penyakit tersebut tidak disebabkan oleh mekanisme antagonis atau kompetisi. Salah satu kemungkinan ialah bahwa penurunan keparahan penyakit

Tabel 2. Keparahan penyakit pada batang dengan 15 isolat *Trichoderma* dan kontrol

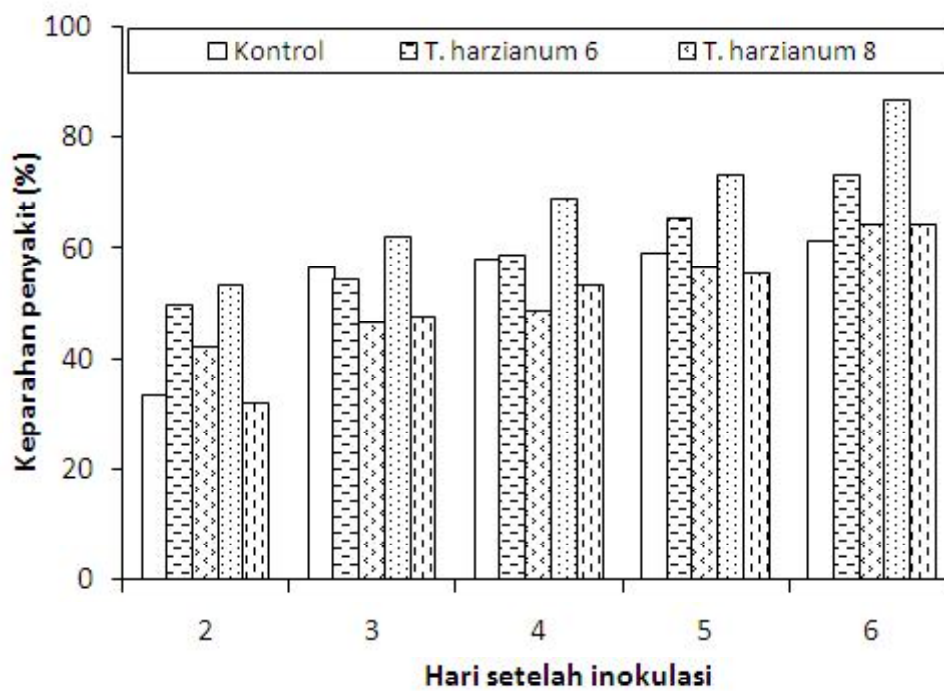
Perlakuan ¹⁾	Keparahan Penyakit (%) 3 – 7 HSI ²⁾				
	3	4	5	6	7
T1	0 a	13,3 ab	13,3 ab	26,7 abc	40 bc
T2	6,7 ab	7,3 ab	20 abc	20 abc	53,3 bc
T3	0 a	0 a	0 a	6,7 ab	20 abc
T4	0 a	0 a	0 a	0 a	6,7 ab
T5	6,7 ab	6,7 ab	6,7 ab	6,7 ab	6,7 ab
T6	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
T7	26,7 bc	33,3 bc	40 bc	40 bc	40 bc
T8	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
T9	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
T10	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
T11	20 abc	20 abc	26,7 abc	33,3 abc	33,3 abc
T12	0 a	0 a	0 a	0 a	6,7 ab
T13	0 a	0 a	6,7 ab	6,7 ab	6,7 ab
T14	0 a	0 a	6,7 ab	20 abc	40 bc
T15	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Kontrol	46,7 c	60 c	80 c	80 c	100 c

¹⁾Perlakuan terdiri atas Kontrol yakni tanpa infestasi dengan isolat *Trichoderma* dan infestasi dengan satu isolat *Trichoderma*. Isolat *Trichoderma* yang diuji ialah *T. viride* (isolat T1, T3, T13, dan T14), *T. koningi* (isolat T2 dan T5), *T. harzianum* (isolat T4, T6, T7, T8, T9, T10, T12, dan T15).

²⁾HSI = hari setelah inokulasi.



Gambar 2. Diameter bercak pada daun lada yang diperlakukan dengan berbagai isolat *T. harzianum* dan kontrol.



Gambar 3. Keparahan penyakit BPBL pada batang lada yang diperlakukan dengan berbagai isolat *T. harzianum* dan kontrol.

dapat dilihat sebagai indikasi terjadinya ketahanan terimbas pada tanaman lada oleh isolat *T. harzianum* terhadap patogen. Dugaan tersebut sejalan dengan beberapa laporan sebelumnya (Hoitink *et al.*, 2006; Harman *et al.*, 2004b; Harman, 2000) bahwa *Trichoderma* dapat mengimbas terjadinya ketahanan pada tanaman terhadap beberapa patogen. Dilaporkan juga bahwa kebanyakan ketahanan terimbas menunjukkan terjadinya ketahanan sistemik karena terjadinya pengendalian penyakit pada situs yang jauh dari lokasi *Trichoderma*. Pengimbasan ketahanan tanaman terjadi karena *Trichoderma* memproduksi setidaknya tiga kelas senyawa, yaitu peptida, protein, dan senyawa berbobot molekul rendah (Hoitink *et al.*, 2006). Lebih daripada itu, kemampuan mengimbas ketahanan, di samping kompetensi rizosfer, pada *Trichoderma* juga memungkinkan proteksi tanaman dalam jangka waktu yang lama.

Akan tetapi, pada percobaan kedua pada saat empat isolat yang efektif pada percobaan pertama diuji ulang, hasilnya menunjukkan bahwa tidak satupun isolat yang efektif menekan penyakit BPBL. Perbedaan hasil pada kedua percobaan ini mengindikasikan penekanan keparahan penyakit pada percobaan pertama akibat ketahanan terimbas. Pada percobaan kedua, bahan organik tidak diberikan dan hasilnya menunjukkan bahwa tidak ada isolat yang efektif. Dengan demikian, penurunan penyakit akibat infestasi lima isolat pada percobaan pertama mungkin disebabkan karena keefektifan kelima isolat tersebut dalam menggunakan bahan organik yang diberikan bersama isolat *Trichoderma*. Nurbailis & Martinius (2011) menunjukkan bahwa bahan organik ampas tebu dan beras meningkatkan populasi *T. viride* dan hal ini secara nyata menekan keparahan penyakit layu fusarium pada bibit pisang.

Kemungkinan lain ialah bahwa ketahanan terimbas yang terjadi pada percobaan pertama terjadi hanya dengan kandungan bahan organik yang relatif banyak pada medium tanam seperti dilakukan pada percobaan pertama, namun tidak dibuat pada percobaan kedua. Telah dilaporkan bahwa kemampuan *Trichoderma* spp. untuk menimbulkan ketahanan terimbas dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu substrat tempat penanaman, aras ketahanan tanaman terhadap penyakit, dan kemampuan *Trichoderma* untuk berkembang di lapangan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pengendalian penyakit dedaunan oleh *Trichoderma* lebih baik jika ditanam pada kompos sebagai media tanam yang memungkinkan *Trichoderma* berkembang pesat jika dibandingkan dengan bahan organik dengan kapasitas yang lebih rendah untuk

mendukung perkembangan mikroba (Hoitink *et al.*, 2006).

Temuan yang tidak konsisten ini mengindikasikan pentingnya dilakukan penelitian ulang untuk memastikan kemampuan *Trichoderma* dalam mengimbas ketahanan pada tanaman lada. Berbagai media dengan kandungan beberapa jenis bahan organik dan tanpa bahan organik tambahan sebaiknya diteliti. Selain itu, dalam pengamatan perlu ditambah peubah yang secara langsung dapat menunjukkan terjadinya ISR seperti mengukur aktivitas enzim peroksidase (Chen *et al.*, 2000) atau kandungan senyawa fenol seperti glikosida, saponin, dan tannin (Soesanto *et al.*, 2009).

SANWACANA

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengembangan Masyarakat (Dit. Litabmas) yang telah memberikan dana untuk penelitian ini dalam program penelitian Hibah Bersaing. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Rusdi Evizal yang memberi masukan dalam diskusi tentang tanaman lada dan mahasiswa yang terlibat dalam penelitian yaitu Febriansyah Effendi Saputra dan Wika Tri Widiyanti Pertiwi. Selain itu, kami juga berterima kasih kepada karyawan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, yakni Widyaningrum, Paryadi, dan Giwantoro.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed SA, Sanchez CP & Candela ME. 2000. Evaluation of induction of systemic resistance in pepper plants (*Capsicum annum*) to *Phytophthora capsici* using *Trichoderma harzianum* and its relation with capsidiol accumulation. *Abstract Eur. J. of Plant Pathol.* 106 (9): 817 – 824.
- Anonim. 2007. Penerimaan devisa lada hitam Lampung naik. [Http://www.kapanlagi.com/h/0000190060](http://www.kapanlagi.com/h/0000190060). Diakses pada 18 Maret 2008.
- BPTP Lampung. 2008. Penangkaran bibit lada unggul Natar 1. BPTP Lampung. <http://www.bbp2tp.litbang.deptan.go.id/?pag=teknologi&id=30>. Diakses pada 18 Maret 2008.
- Chen C, Belanger RR, Benhamou N & Paulitz TC. 2000. Defense enzymes induced in cucumber roots by treatment with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and *Pythium*

- aphanidermatum*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 56:13-23.
- Cook RJ & Baker KF. 1983. *The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens*. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.
- De Meyer G, Bigirimana J, Elad Y & Hofte M. 1998. Induced systemic resistance in *Trichoderma harzianum* T39 biocontrol of *Botrytis cinerea*. *Abstract Eur. J. of Plant Pathol.* 104 (3):279-286.
- Ginting C. 1997. Screening for fungal biocontrol agents against *Phytophthora capsici* Leonian (*P. palmivora* MF4) causing root rot on black pepper. Hlm. 406-410 Dalam: Kusuma SSH, ed. *Prosiding Kongres dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*. Palembang, 27-28 Oktober 1997.
- Ginting C & Maryono T. 2011. Efektifitas *Trichoderma* spp. dengan bahan organik dalam pengendalian penyakit busuk pangkal batang pada lada. *J. HPT Tropika* 11:147-156.
- Harman GE. 2000. Myths and dogmas of biocontrol. Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. *Plant Dis.* 84:377-393.
- Harman GE, Howell CR, Viterbo A, Chet I & Lorito M. 2004a. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews, Microbiol.* 2:43-56.
- Harman GE, Petzoldt R, Comis A & Chen J. 2004b. Interaction between *Trichoderma harzianum* T22 and maize inbred line Mo17 and effects of these interactions on diseases caused by *Pythium ultimum* and *Colletotrichum graminicola*. *Phytopathol.* 94:147-153.
- Hoitink HAJ, Madden LV & Dorrance AE. 2006. Systemic resistance induced by *Trichoderma* spp.: Interaction between the host, the pathogen, the biocontrol agent, and soil organic matter quality. *Phytopathol.* 96:186-189.
- Hoitink HAJ. 2005. Disease suppression with compost: History, principle, and future. <http://plantpath.osu.edu/faculty-and-staff/faculty-directory/hoitink-harry-a-j/leonpaperfinalhajh1.pdf>. 16 pp. Diakses pada 9 Januari 2006.
- Horst LE, Locke J, Krause CR, McMahan RW, Madden LV & Hoitink HAJ. 2005. Suppression of *Botrytis* blight of begonia by *Trichoderma hamatum* 382 in peat and compost-amended potting mixes. *Plant Dis.* 89:1195-1200.
- Manohara D, Wahyuno D & Noveriza R. 2005. Penyakit busuk pangkal batang tanaman lada dan strategi pengendaliannya. *Perkembangan Teknologi TRO* 17:41-51.
- Nurbailis & Martinius. 2011. Pemanfaatan bahan organik sebagai pembawa untuk peningkatan kepadatan populasi *Trichoderma viride* pada rizosfer pisang dan pengaruhnya terhadap layu fusarium. *J. HPT Tropika* 11:177-184
- Saylendra A, Utami MW & Ginting C. 2001. Kepadatan jamur dan bakteri tanah dan keparahan busuk pangkal batang pada lada yang ditanam dengan tapak liman, serai wangi, atau temu hitam. Hlm. 400-403 Dalam: Purwantara A, Sitepu D, Mustika I, Mulya K, Sudjono MS, Machmud M, Hidayat SH, Supriadi & Widodo, ed. *Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah PFI*. Bogor, 22-24 Agustus 2001.
- Semangun H. 2000. *Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 835 hlm.
- Soesanto L, Mugiastuti E & Rahayuniati RF. 2009. Kajian mekanisme antogonis *Pseudomonas fluorescens* P60 terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* pada tanaman tomat *in vivo*. *J. HPT Tropika* 10:108-115.