

PENGARUH PEMASTEURAN TANAH TUNGGAL ATAU DIGABUNG AGENSIA HAYATI TERHADAP PENYAKIT BUSUK HATI DI PEMBIBITAN PISANG

The Effect of Soil Pasteurization Alone or in Combination with Biological Agents on Heart Rot Disease of Banana Seedlings

Oleh:

Joko Haryono¹⁾, Nur Prihatiningsih²⁾, Rahman A. Wardhana³⁾ dan Loekas Soesanto²⁾

¹⁾ Perkebunan Ampanas Estate PT. Gunta Samba Group, Kutai, Kalimantan Timur

²⁾ Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

³⁾ PT. Nusantara Tropical Fruit, Lampung Timur.

Alamat Korespondensi: Loekas Soesanto (lukassus26@gmail.com)

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pemasteuran medium digabung dengan agensia hayati dan agensia hayati yang paling efektif terhadap penyakit busuk hati. Penelitian dilakukan di PT Nusantara Tropical fruit, Lampung Timur dengan rancangan Petak Terbagi dan diulang tiga kali. Petak utama adalah medium dipasteur atau tidak. Anak-petak adalah control dengan air steril, *Trichoderma harzianum* isolat jahe dan pisang, *Pseudomonas fluorescens* P60, dan *Fusarium equiseti* diisolasi dari akar pisang. Peubah yang diamati adalah masa inkubasi, intensitas penyakit, populasi konidium *Fusarium* akhir, akar berpotensi terinfeksi, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah akar primer dan sekunder, panjang akar, dan berat akar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan gabungan memberikan hasil positif khususnya menurunkan intensitas penyakit sampai 43,57%. Agensia hayati *T. harzianum* isolat pisang dan *P. fluorescens* P60 yang digabung dengan pemasteuran medium dapat menekan intensitas penyakit masing-masing sebesar 63,08 dan 59,75%. Agensia hayati yang paling efektif adalah *T. harzianum* isolat pisang karena menekan kepadatan *Fusarium*, meningkatkan tinggi tanaman, dan meningkatkan berat akar masing-masing sebesar 41,12, 39,00, dan 98,86%.

Kata kunci: busuk hati, bibit pisang, pemasteuran, agensia hayati

ABSTRACT

The objectives of this research were to know the effect of pasteurized media combined with biological agents and the most effective biological agent on heart rot disease. The research was carried out at PT Nusantara Tropical Fruit, East Lampung designed by Split Plot Design and repeated three times. The main plot was pasteurized and unpasteurized media. The subplot was control with sterile water or fungicide, *Trichoderma harzianum* isolated from ginger or banana, *Pseudomonas fluorescens* P60, and *Fusarium equiseti* isolated from banana root. Variables observed were incubation period, disease intensity, late *Fusarium* conidial population, potentially infected root, crop height, leave numbers, primary or secondary root numbers, root length, and root weight. Result of the research indicated that the combination treatments gave positively result specially to reduce disease intensity of 43.57%. Biological agents of *T. harzianum* banana isolate and *P. fluorescens* P60 combined with the pasteurisation could suppress disease intensity of 63.08 and 59.57%, respectively. The most effective biocontrol agent was *T. harzianum* banana isolate because of suppressing *Fusarium* density, increasing plant height, and increasing root weight as 41.12, 39.00, and 98.86%, respectively.

Key words: heart rot, banana seedlings, pasteurization, biological agents

PENDAHULUAN

Pisang sebagai salah satu komoditas buahan banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia dan dunia. Hal ini karena

dukungan sumber vitamin dan zat nabati yang dikandungnya untuk pemenuhan gizi. Produksi pisang terus meningkat dari tahun ke tahun, dengan produksi nasional di

tahun 2003 sebesar 4.177.155 ton dengan luas area 85.690 ha (Departemen Pertanian, 2004).

Upaya peningkatan produksi pisang banyak menghadapi kendala, terutama masalah penyakit tanaman. Salah satunya adalah penyakit busuk hati di pembibitan pisang, yang dapat menyebabkan kerugian mencapai 40% (Perez and Vicente, 2003). Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Gansalves, 2003; Viljoen *et al.*, 2004). Pengendalian dengan menggunakan fungisida sintesis telah digunakan, tetapi belum berhasil; sedangkan dengan agensia hayati belum pernah dicoba untuk patogen busuk hati.

Beberapa agensia hayati yang berpotensi telah ditemukan, seperti *Pseudomonas fluorescens* P60, *Trichoderma harzianum*, dan *Fusarium equiseti* (Soesanto dan Termorshuizen, 2001; Soesanto, 2004). *P. fluorescence* P60 mampu menekan perkecambahan sklerotium dari *Sclerotium rolfsii* *in vitro* hingga 98.2% (Soesanto *et al.*, 2003) dan menekan intensitas penyakit layu *Fusarium* pada gladiol sebesar 88,3% (Wardhana, 2006). *T. harzianum* mampu mengendalikan penyakit layu *Fusarium* pada gladiol (Nuryani dan Djatnika, 1999; Soesanto *et al.*, 2008) dan jahe (Soesanto *et al.*, 2005).

Selain itu, pengurangan inokulum patogen di dalam tanah di pembibitan dengan pemasteuran tanah belum pernah dicoba. Pemasteuran tanah adalah perlakuan panas pada rentang suhu tertentu dan waktu tertentu, yang dilakukan untuk mematikan mikroba yang tidak dikehendaki (Mac, 2001) dan mengembalikan kesehatan tanah (Pankhrust *et al.*, 1997).

Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh tunggal atau gabungan dari agensia hayati dan pemasteuran tanah terhadap penyakit busuk hati pada pisang di pembibitan.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu

Penelitian dilakukan di pembibitan pisang PT Nusantara Tropical Fruit, Lampung Timur dan persiapannya dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Penelitian dilaksanakan dari bulan Mei sampai Juli 2007.

Penyiapan dan perbanyakan isolat antagonis

Jamur antagonis *T. harzianum* isolat jahe (Soesanto *et al.*, 2005) dan isolat pisang (koleksi L. Soesanto) disiapkan pada medium PDA dan diperbanyak dalam medium beras steril. Beras setelah dicuci,

direndam dalam air mendidih selama satu jam, dan dimasukkan ke dalam plastik sebanyak 200 g. Beras kemudian disterilkan dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C. Setelah dingin, beras diinokulasi dengan jamur *T. harzianum* dan diinkubasi pada suhu kamar. Bakteri antagonis *P. fluorescens* P60 (Soesanto, 2000) dibiakkan pada medium King's B. Perbanyakannya dilakukan pada medium King's B cair dalam labu Erlenmeyer dan digoyang (Selecta) dengan kecepatan 125 rpm pada suhu kamar selama dua hari. *F. equiseti* isolat pisang (koleksi L. Soesanto) disiapkan pada medium PDA dan perbanyakannya pada medium beras steril seperti pada *T. harzianum*.

Penyiapan inokulum patogen

Inokulum patogen busuk hati disiapkan dengan mencacah atau mengiris kecil-kecil bonggol bibit pisang yang terinfeksi patogen busuk hati. Selanjutnya, dicampurkan ke medium tanam dengan ukuran tiga bonggol untuk setiap polibag.

Penyiapan bibit pisang

Bibit pisang yang digunakan adalah bibit pisang varietas Cavendish CJ20 yang disiapkan dari hasil kultur jaringan. Penanaman pada medium tanam dilakukan dalam lubang tanam sedalam 4-5 cm, disiram sampai kapasitas lapang, dan diletakkan pada tempat dengan pencahayaan 20-25% dengan pemberian

para-para. Pemupukan diberikan dengan pupuk NPK 15:15:15 dosis 2 g per tanaman.

Pemasteuran tanah pembibitan

Pemasteuran medium tanam dilakukan dengan menggunakan pemanas uap air dari drum berkapasitas 250 l, selama rentang waktu 50 menit pada suhu 70-80°C (Dewi, 2002). Uap air panas kemudian disuntikkan selama 10 menit dan ditunggu selama 15 menit, kemudian diulangi penyuntikan selama 1 menit dan ditunggu 15 menit. Selanjutnya, medium didinginkan dan siap digunakan untuk pengisian polibag.

Rancangan penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Petak Terbagi dengan rancangan dasar Rancangan Acak Lengkap yang diulang tiga kali. Sebagai petak utama adalah pemasteuran (A1) dan tanpa pemasteuran medium tanam (A0). Sebagai anak-petak adalah macam agensia hayati, yaitu kontrol hanya dengan air steril (K0), kontrol dengan fungisida mankozeb (K1), *T. harzianum* isolat jahe (K2), *T. harzianum* isolat pisang (K3), *P. fluorescens* P60 (K4), dan *F. equiseti* isolat pisang (K5). Jumlah unit penelitian adalah 12 dan masing-masing unit penelitian terdiri atas 150 bibit pisang varietas Cavendish CJ20 hasil kultur jaringan setelah aklimatisasi I. Aplikasi agensia hayati *T. harzianum* dan *F. equiseti* dengan cara mencampur ke

medium tanam, dengan kedalaman 6-7 cm atau di bawah agak samping perakaran bibit, dengan dosis 20 g polibag⁻¹. Aplikasi *P. fluorescens* P60 dilakukan dengan merendam bibit ke dalam larutan bakteri antagonis (kepadatan 10⁷ upk ml⁻¹) sebelum tanam selama 15 menit (BPTB, 2007).

Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan tanaman dilakukan sesuai prosedur yang berlaku di PT NTF, yaitu meliputi pemupukan dengan pupuk NPK 15:15:15 dosis 2 g tanaman⁻¹ diberikan saat tanam dan umur 2 minggu setelah tanam (mst). Pupuk Urea, ZA, dan KCl diberikan masing-masing dengan konsentrasi 5, 10, dan 4 g l⁻¹ yang diberikan secara bersama dengan dosis 50 ml tanaman⁻¹. Pupuk daun diberikan saat bibit berumur 2 mst dengan dosis 2 g l⁻¹. Penyiangan gulma dilakukan setiap hari secara manual. Penyiraman dilakukan pagi dan sore sesuai kondisi. Penjarangan dilakukan saat tanaman berumur 4 mst dengan jarak 20 x 20 cm. Penambahan medium tanam dilakukan setelah tanaman berumur 5 mst, dengan rerata penambahan sebanyak 0,25 l (0,25 x volume awal). Pengendalian serangga hama dilakukan dengan penyemprotan chlorpyrifos dosis 1 ml l⁻¹ saat umur 3 mst dengan interval satu minggu sekali. Penguatan bibit dilakukan saat tanaman berumur 9 mst dan siap dipindah.

Peubah yang diamati

Peubah yang diamati meliputi masa inkubasi, intensitas penyakit dengan rumus $IP = (a/b) \times 100\%$ dengan IP = intensitas penyakit (%), a = jumlah tanaman terinfeksi, dan b = jumlah total tanaman, kepadatan *Fusarium* awal dan akhir, akar berpotensi terinfeksi, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah akar primer dan akar sekunder, panjang akar, dan berat akar, serta peubah penunjang.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan uji F dan bila berbeda nyata, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, nampak bahwa pemasteuran medium tanam berpengaruh nyata terhadap masa inkubasi, intensitas penyakit, jumlah akar berpotensi infeksi, tinggi tanaman, dan sangat nyata pengaruhnya terhadap panjang akar. Namun, tidak berpengaruh terhadap kepadatan patogen, jumlah daun, jumlah akar primer, dan akar sekunder, serta berat akar.

Perlakuan agensia hayati berpengaruh nyata terhadap intensitas penyakit, kepadatan populasi *Fusarium* akhir, tinggi tanaman, dan berat akar, tetapi tidak terhadap masa inkubasi, jumlah akar berpotensi infeksi, jumlah daun,

Tabel 1. Pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diamati

Perlakuan	Peubah									
	Masa inkubasi (hari)	Intensitas penyakit (%)	Kepadatan Fusarium akhir ($\times 10^2$ upk g^{-1} tanah)	Jumlah akar berpotensi infeksi	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Jumlah akar primer	Jumlah akar sekunder	Panjang akar (cm)	Berat akar (g)
A	*	*	tn	*	*	tn	tn	tn	**	tn
K	tn	**	**	tn	**	tn	tn	tn	tn	**
A x K	tn	*	**	tn	**	tn	tn	tn	tn	**

Keterangan: A = pemasteuran medium tanam (petak utama), K = agensia hayati (anak-petak), * = berbeda nyata, ** = berbeda sangat nyata, tn = tidak nyata.

jumlah akar primer, jumlah akar sekunder, dan panjang akar. Sementara itu, gabungan pemasteuran medium tanam dan agensia hayati berpengaruh nyata terhadap intensitas penyakit, kepadatan populasi *Fusarium* akhir, tinggi tanaman, dan berat akar, sedangkan terhadap peubah lain tidak berpengaruh.

Pengaruh perlakuan terhadap komponen patosistem

1. Masa inkubasi

Masa inkubasi pada medium dengan atau tanpa pemasteuran masing-masing

sebesar 9,33 dan 7,07 hari setelah inokulasi (Tabel 2). Adanya perbedaan ini diduga pemasteuran medium tanam menyebabkan ketidak-seimbangan populasi mikroba di dalam tanah, sehingga tidak terjadi persaingan ketat. Sebaliknya, pada medium tanpa pemasteuran masih dijumpai persaingan sehingga menyebabkan lambatnya infeksi ke bibit. Masa inkubasi untuk semua perlakuan agensia hayati tidak berbeda nyata. Penyakit masih tetap berkembang meski diberi perlakuan agensia hayati. Hal ini di

Tabel 2. Pengaruh perlakuan terhadap komponen patosistem

Perlakuan	Rerata			
	Masa inkubasi (hsi)	Intensitas penyakit (%)	Kepadatan <i>Fusarium</i> akhir ($\times 10^2$ upk g^{-1} tanah)	Jumlah akar berpotensi infeksi
A0	9,33 b	44,80 b	0,85	0,12 b
A1	7,07 a	25,28 a	0,83	0,03 a
K0	7,83	42,82 d	1,02 d	0,07
K1	7,17	32,76 b	0,80 c	0,13
K2	9,33	36,28 c	0,86 c	0,06
K3	8,67	34,46 b	0,60 a	0,08
K4	8,00	28,51 a	0,73 b	0,05
K5	8,17	35,42 c	1,04 d	0,11
A0K0	9,33	53,26 d	0,87 c	0,07
A0K1	8,67	41,20 c	0,89 c	0,22
A0K2	10,67	46,53 c	1,01 c	0,08
A0K3	10,67	47,39 c	0,74 b	0,11
A0K4	8,33	37,36 b	0,71 b	0,10
A0K5	8,33	43,07 c	0,90 c	0,22
A1K0	6,33	32,38 b	1,16 d	0,07
A1K1	5,67	24,32 a	0,71 b	0,04
A1K2	8,00	26,02 a	0,70 b	0,04
A1K3	6,67	21,53 a	0,46 a	0,04
A1K4	7,67	19,66 a	0,75 b	0,00
A1K5	8,00	27,77 a	1,18 d	0,00

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut BNT 5%. A0 = tanpa pemasteuran, A1 = pemasteuran medium tanam, K = kontrol air steril, K1 = kontrol fungisida, K2 = *T. harzianum* jahe, K3 = *T. harzianum* pisang, K4 = *P. fluorescens* P60, dan K5 = *F. equiseti*. Data intensitas penyakit ditransformasi ke $\text{Arc sin } \sqrt{x}$, kepadatan *Fusarium* akhir ke $\log x$, dan jumlah akar berpotensi infeksi ke $\log (x+1)$.

samping karena patogen busuk hati yang virulen, juga karena masih perlunya penyesuaian diri bagi agensia hayati yang digunakan, yang tidak berasal dari daerah tersebut. Selain itu, kondisi lingkungan juga mendukung bagi perkembangan penyakit, yang sesuai dengan pendapat Agrios (2005). Suhu optimum, misalnya, untuk perkembangan *F. oxysporum* adalah 26°C (William and Shaw, 1982); sedangkan rerata suhu harian di PT NTF adalah 26,4°C, yang sangat sesuai bagi perkembangan patogen busuk hati. Di samping itu, kelembapan medium tanam juga berpengaruh bagi perkembangan patogen, sehingga masa inkubasi akan lebih cepat pada kelembapan yang sesuai (Domsch *et al.*, 1993).

2. Intensitas penyakit

Intensitas penyakit berbeda nyata pada kedua jenis medium, yaitu terjadi penurunan sebesar 43,57%. Pemasteuran medium tanam mampu membatasi patogen yang umumnya sangat peka terhadap pemanasan. Pada medium tanpa pemasteuran, perlakuan agensia hayati belum mampu berperan menurunkan intensitas penyakit, jika dibandingkan dengan medium dengan pemasteuran. Artinya, perlakuan agensia hayati pada pemasteuran medium memberikan pengaruh positif (Tabel 2.).

Intensitas penyakit terendah dijumpai pada perlakuan *T. harzianum* isolat pisang

dan *P. fluorescens* P60, masing-masing sebesar 21,53 dan 19,66% dibanding kontrol, atau terjadi penurunan masing-masing sebesar 63,08 dan 59,57%. Hal ini dapat dimengerti karena diduga adanya mekanisme enzim yang dihasilkan oleh *T. harzianum* isolat pisang, yaitu 1,3- β -glukanase (Elad *et al.*, 1982; Schirmbock *et al.*, 1994). *T. harzianum* isolat pisang berasal dari daerah asal yang mudah beradaptasi dibanding isolat lainnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Harman *et al.* (1996) dan Sivan and Chet (1992), bahwa kinerja agensia hayati sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan ekologiannya. Selain itu, keberadaan agensia hayati dalam mengkoloni akar akan memperkecil kerusakan akar akibat serangan mikroba patogen (Baker dan Cook, 1982).

Agensia hayati *P. fluorescens* P60 mampu menekan intensitas penyakit busuk hati, terutama pada interaksi (A1K4), intensitas penyakitnya 19,66% (Tabel 2). Hal ini karena kemampuannya berkembang cepat dan dalam menghasilkan senyawa antibiotika Phl yang bersifat antijamur dan antibakteri (Leisinger and Margraff, 1979; Soesanto, 2000). Selain itu, kondisi lingkungan, seperti kelembapan tanah, ikut berperan dalam penekanan tersebut. Agensia hayati lainnya belum berperan dalam menekan intensitas penyakit.

3. Kepadatan *Fusarium* akhir

Pemasteuran medium berpengaruh terhadap rendahnya kepadatan populasi *Fusarium* akhir, yang terendah pada penambahan *T. harzianum* isolat pisang, yaitu sebesar $0,46 \times 10^2$ upk g^{-1} tanah atau terjadi penurunan sebesar 47,12% dibanding kontrol. Hal ini diduga karena adanya pengaruh perlakuan agensia hayati, yang memengaruhi perkembangan populasi patogen (Papavizas, 1985). *T. harzianum* mampu menghasilkan enzim glukukanase dan khitinase, yang dapat menyebabkan lisis dinding sel (Elad *et al.*, 1982). Agensia hayati tersebut juga mampu tumbuh cepat, menguasai ruang, membutuhkan sedikit hara, dan menghasilkan antibiotika yang berinteraksi dengan hifa patogen (Tronsmo, 1996; Sukanto, 2003).

Medium yang digunakan banyak mengandung bahan organik, yang menjadi salah satu faktor berkembangnya *T. harzianum*, yang sesuai dengan pendapat Suwahyono dan Wahyudi (2000). Akibat adanya agensia hayati di dalam tanah, maka terjadi persaingan dengan mikroba patogen, sehingga menyebabkan lingkungan menjadi miskin hara dan patogen tidak mampu berkembang dengan baik (Agrios, 2005).

4. Akar berpotensi infeksi

Pada Tabel 2 nampak bahwa semua perlakuan agensia hayati tidak berbeda

nyata terhadap jumlah akar berpotensi infeksi, artinya semua bibit berpeluang terinfeksi patogen busuk hati. Meskipun tidak berbeda nyata, perlakuan agensia hayati di medium yang dipasteur menunjukkan rerata jumlah akar berpotensi infeksi lebih kecil dibandingkan medium tanpa pemasteuran. Pada medium terpasteuri, agensia hayati mampu mengkoloni akar dengan lebih baik, sedangkan pada medium tanpa pemasteuran, jumlah patogen yang banyak akan mempersulit antagonis untuk mengkolono akar di awal aplikasi (Semangun, 1989).

Pengaruh perlakuan terhadap komponen pertumbuhan

1. Tinggi tanaman

Tinggi tanaman pada medium dengan pemasteuran lebih tinggi dibandingkan tanpa pemasteuran, dengan peningkatan sebesar 16,26% (Tabel 3). Tinggi tanaman tertinggi berasal dari perlakuan interaksi *T. harzianum* isolat pisang dan pemasteuran, yaitu terjadi peningkatan sebesar 39,00% jika dibandingkan dengan control. Agensia hayati tersebut mampu berperan dalam mendukung pertumbuhan karena diduga *T. harzianum* selain berperan dalam mengendalikan patogen tular-tanah, juga mampu menghasilkan semacam zat pengatur tumbuh. Hal ini sesuai pendapat Moore (1989) serta Bjorkman dan Harman

(1996) yang melaporkan bahwa *Trichoderma* mampu menghasilkan sejenis hormon, kemungkinan jenis sitokinin. Hormon tersebut berperan dalam pemanjangan batang (Salisbury dan Ross, 1995). Sementara itu, *P. fluorescens* P60 dikenal mampu memacu pertumbuhan karena menghasilkan PGPR, namun pada perlakuan ini belum menunjukkan perannya sebagai pemacu pertumbuhan. Hal ini diduga karena pengolonian akar belum sepenuhnya terjadi, di samping penyesuaian hidup pada kondisi

lingkungan baru (Soesanto dan Termorshuizen, 2001).

2. Jumlah daun

Jumlah daun disemua perlakuan tidak berbeda nyata. Daun pada bibit percobaan tumbuh dengan normal sampai pada saat salur, yang sesuai dengan pendapat Gowen (1995) dan Syardiman (2004), bahwa jumlah daun tanaman pisang pada periode awal berkisar antara tujuh sampai delapan daun saat umur empat bulan setelah tanam.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan terhadap peubah komponen pertumbuhan

Perlakuan	Rerata					
	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Jumlah akar primer	Jumlah akar sekunder	Panjang akar (cm)	Berat akar (g)
A0	9,96 a	3,00	1,57	11,94	15,54 a	5,06
A1	11,59 b	3,00	1,51	12,56	23,95 b	8,69
K0	9,95 a	3,00	1,38	11,84	17,02	6,63 b
K1	10,58 b	3,00	1,67	12,33	18,67	7,53 c
K2	10,77 b	3,00	1,63	12,67	19,36	6,62 b
K3	11,65 c	3,00	1,62	12,67	22,70	8,19 d
K4	10,85 b	3,00	1,56	12,17	21,63	6,57 b
K5	10,85 b	3,00	1,38	11,83	19,19	5,47 a
A0K0	9,23 a	3,00	1,58	12,00	16,04	5,54 a
A0K1	10,57 b	3,00	1,67	11,33	15,00	5,43 a
A0K2	10,27 b	3,00	1,67	12,00	15,05	5,63 a
A0K3	10,47 b	3,00	1,56	11,67	16,73	5,64 a
A0K4	9,83 a	3,00	1,46	13,33	15,73	4,18 a
A0K5	9,40 a	3,00	1,46	11,33	15,70	3,04 a
A1K0	10,67 b	3,00	1,17	11,67	18,00	7,71 b
A1K1	10,60 b	3,00	1,66	13,33	22,33	9,63 c
A1K2	11,27 c	3,00	1,58	13,33	24,67	8,01 b
A1K3	12,83 d	3,00	1,68	13,67	28,67	10,74 d
A1K4	11,87 c	3,00	1,66	11,00	27,33	8,96 c
A1K5	12,30 d	3,00	1,29	12,33	22,67	7,10 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut BNT 5%. A0 = tanpa pemasteuran, A1 = pemasteuran medium tanam, K = kontrol air steril, K1 = kontrol fungisida, K2 = *T. harzianum* jahe, K3 = *T. harzianum* pisang, K4 = *P. fluorescens* P60, dan K5 = *F. equiseti*.

3. Jumlah akar primer dan sekunder

Jumlah akar primer dan sekunder tidak berbeda nyata, baik tanpa atau pada perlakuan pemasteuran dengan agensia hayati. Hal ini diduga karena perawatan bibit yang optimum, sehingga pertumbuhan akar normal, sesuai pendapat Gowen (1995).

4. Panjang akar

Panjang akar pada perlakuan pemasteuran berbeda nyata dengan peningkatan panjang akar sebesar 54,11%. Hal ini diduga berkaitan erat dengan kemampuan *Trichoderma. harsianum* menghasilkan senyawa berfungsi sebagai hormon tumbuh. Senyawa tersebut sangat membantu terhadap system perakaran tanaman (Blanchard and Thomas, 1996; Bjorkman dan Harman, 1996).

5. Berat akar

Berat akar pada perlakuan pemasteuran tidak berbeda nyata, meskipun pada pemasteuran cenderung berpengaruh lebih baik (Tabel 3). Medium tanaman yang diperlakukan dengan *soil steaming* pada suhu di bawah 90°C cenderung menambah ketersediaan unsur kalium yang mudah terurai dan berperan penting dalam metabolisme (Serief, 1982; Hakim *et al.*, 1986). Berat akar pada perlakuan agensia hayati berbeda sangat nyata, dengan berat tertinggi pada perlakuan *T. harzianum*, dengan peningkatan berat sebesar 93,86%

dibanding kontrol. Hal ini karena adanya agensia hayati memberikan kondisi tanah lebih berpori, tanaman terlindung dari patogen, tingkat kelembapan tanah ideal, dan penyerapan hara dan air lebih intensif (Bjorkman dan Harman, 1996; Suwahyono dan Wahyudi, 2000).

KESIMPULAN

Perlakuan pemasteuran medium tanam yang digabung dengan pemberian agensia hayati berpengaruh positif terhadap penekanan intensitas penyakit busuk hati bibit pisang Cavendish sebesar 43,57%. Agensia hayati *T. harzianum* isolat pisang dan *P. fluorescens* P60 digabung dengan pemasteuran memberikan pengaruh terbaik, yaitu mampu menekan intensitas penyakit masing-masing sebesar 63,08 dan 59,57%. *T. harzianum* isolat pisang merupakan antagonis paling efektif karena mampu menekan kepadatan *Fusarium*, meningkatkan tinggi tanaman dan berat akar, masing-masing sebesar 47,12, 39,00, dan 98,86%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 2005. *Plant pathology*, 5th ed. Elsevier Academic Press, New York. 922p.
- Baker, K.F. and R.J. Cook. 1982. *Biological Control of Plant Pathogens*. W.H. Freeman and Co., San Fransisco. 443p.

- Balai Penelitian Tanaman Buah. 2007. Pengendalian Layu Fusarium pada Tanaman Pisang. (On-line). http://www.balitbu.go.id/eradikasipis_small.jpg.htm diakses 26 Pebruari 2007.
- Bjorkman, T. and G. Harman. 1996. *Improving Performance of Sh2 Sweet Corn Using Trichoderma as a Bioprotectant and Growth Enhancer*. Sweet Corn research Association, New York. 117p.
- Blanchard, L. and B. Thomas. 1996. *The Role of Auxine in Enhanced Root Growth of Trichoderma Colonized Sweet Corn*. (On-line). <http://www.nysaes.cornell.edu/abstracts/IUM96.htm> diakses 8 Oktober 2007.
- Departemen Pertanian. 2004. Luas Panen, Productivitas, dan Produksi Buah-Buahan Tahun 2003 (Angka Tetap). (Ob-line), http://www.deptan.go.id/luas_panen.htm dikases 11 Juni 2006.
- Dewi, R. 2002. Sterilisasi Alat Pertanian dan Penyimpanan Bahan. *Agromedia* 71:21-24.
- Domsch, K.H., W. Gams, and T-H. Anderson. 1993. *Compendium of Soil Fungi Vol. 1*. IHW-Verlag, Eching. pp.333-338.
- Elad, Y., I. Chet, P. Boyle, and Y. Henis. 1982. Parasitism of *Trichoderma* sp. on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology*. 73(1):85-88.
- Gansalves, A.K. 2003. Fusarium primer. (On-line). [http://www.nt.gov.au/dpifm-Primary-Industry-Content-Image-plant-disease-Fusarium-wilt-Banana=wilt\(1\).jpg_files/CAC3GL6N.htm](http://www.nt.gov.au/dpifm-Primary-Industry-Content-Image-plant-disease-Fusarium-wilt-Banana=wilt(1).jpg_files/CAC3GL6N.htm) diakses 27 Pebruari 2007.
- Gowen, S. 1995. *Banana Plantain*. Chapman and Hall, London. 612p.
- Hakim, N., Nyakpa, M. Yusuf, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M. Rusli, Dekka, M. Amir, G.G. Ban, dan Bailey. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung, Bandar Lampung. 157p.
- Harman, G.E., X. Jin, T.E. Stasz, G. Partizotto, A.C. Leopold, and A.G. Taylor. 1996. Production of Conidial Biomass of Biological Control. *Biological Control* 1:23-28.
- Leisinger, T. and R. Margraff. 1979. Secondary metabolites of the fluorescent *Pseudomonas*. *Microbiological Reviews* 43:422-442.
- Mac, R.G. 2001. *Nursery and Pasteurisation*. (On-line). http://www.Id.m.yahoo.com/P/searchstyp_e=web_and_page=pasteurisation+of+soil_and_submit_LGDXVH.htm diakses 23 Oktober 2007.
- Moore, T.C. 1989. *Biotechnology and Physiology of Plant Hormones*. Spriner-Verlag Inc., New York. p. 17-21.
- Nuryani dan Djatnika, I. 1999. Pengendalian bunga sedap malam dengan BIO-GL dan BIO-TRI. *Prosiding Kongres Nasional XV dan Seminar Ilmiah PFI*, Purwokerto. 16-18 September.
- Pankhrust, C., B.M. Doube, and V.V.S.R. Gupta. 1997. *Biological Indicators of Soil Health*. CAB International, New York. pp. 50-72.
- Papavizas, G.C. 1985. *Trichoderma and Gliocladium: Biology, Ecology, and Potential for Biocontrol*. *An. Rev. Phytopathol.* 22:23.
- Perez, L. and Vicente. 2003. *Fusarium wilt (Panama disease) of bananas: An updating review of the current knowledge on the disease and its causal agent*. Reunion International Acrobat 2004. (On-line). http://www.acrobat2004_fusamoko.pdf diakses 27 Pebruari 2007. 44 p.

- Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1995. Plant Physiology, 3th. *Terjemahan*: D.R. Lukman dan Sumaryono. *Fisiologi Tumbuhan, Jilid 3.*, ITB Press, Bandung. 87p.
- Schirmbock, M. P.M. Lorito, C.K. Hayes and F. Scala. 1994. Mechanism involved in the antagonistic action of *Trichoderma harzianum* against phytopathogenic fungi. *Microbiology* 60(4):43-47.
- Semangun, H. 1989. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Serief, S. 1982. *Ilmu tanah*. Batara Karya Aksara, Jakarta. 552p.
- Sivan, A. and I. Chet. 1992. Microbial control of plant disease. p. 335-354. In: R. Mitchel (Ed.), *Environmental Microbiology*. Elsevier Science, New York.
- Soesanto, L. 2000. Ecology and Biological Control of *Verticillium dahliae*. *Ph.D. Thesis*. Wageningen University, Wageningen.
- Soesanto, L. dan A.J. Termoshuizen. 2001. Potensi *Pseudomonas fluorescens* P60 sebagai agensia pengendali hayati jamur-jamur tular-tanah. *Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Nasional PFI*, Bogor, 22-24 Agustus. p. 183-186.
- Soesanto, L., R. Hidayat dan D.S. Utami. 2003. Prospek pemanfaatan *Pseudomonas fluorescens* P60 untuk pengendalian penyakit busuk batang pada kacang tanah. *J. Fitopatologi Indonesia*. 7(1):1-6.
- Soesanto, L. 2004. Kemampuan *Pseudomonas fluorescens* P60 sebagai agensia pengendali hayati penyakit busuk batang kacang tanah *in vivo*. *Eugenia*. 10(1):8-17.
- Soesanto, L., Soedharmono, N. Prihatiningsih, A. Manan, E. Iriani dan J. Pramono. 2005. Potensi agensia hayati dan nabati dalam mengendalikan penyakit busuk rimpang jahe. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 5(1):50-57.
- Soesanto, L., Rokhlani dan N. Prihatiningsih. 2008. Penekanan beberapa mikroorganisme antagonis terhadap penyakit layu Fusarium Gladiol. *Agrivita* 30(1):75-83.
- Sukanto, S. 2003. Kemampuan *Trichoderma* sp. untuk pengendalian hayati jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) pada jambu mete. *Prosiding Kongres Nasional XVII dan Seminar Ilmiah PFI*, 6-8 Agustus 2003, Bandung. p. 134-142.
- Suwahyono, U. dan P. Wahyudi. 2000. *Trichoderma harzianum* dan aplikasinya, *Penelitian dan Pengembangan Agen Pengendali Hayati*. Direktorat Teknologi Bioindustri, Jakarta. 178p.
- Syardiman, P. 2004. *Budidaya Pisang Cavendish*. Kanisius, Yogyakarta. 79p.
- Tronsmo, A. 1996. *Trichoderma harzianum* in biological control of fungal disease. p. 213-216. In: R. Hall (ed.), *Principles and Practice of Managing Soil borne Plant Pathogens*. APS Press, Minnesota.
- Viljoen, A., J. Michel and M. Visser. 2004. Transformation of causal agent *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, causal agent of Fusarium wilt of banana. (On-line). <http://www.Visser,%20Gordon,%20Wingfield%20Wingfield,%20Viljoen202004%20Austral%20Path> diakses 26 Pebruari 2007.
- Wardhana, D.W. 2006. Potensi beberapa agensia hayati pada subang gladiol dalam menekan penyakit layu Fusarium. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal

Soedirman, Purwokerto. 57p. (Tidak dipublikasikan).

William, J.J. and M. Shaw. 1982.
Microorganism 2nd ed. Unwin
Hyman, New York. 176p.