

Penyehatan Tanah secara Hayati di Tanah Tanaman Tomat Terkontaminasi *Fusarium oxysporum* F.SP. *lycopersici*

*Soil Health Biologically in Contaminated Tomato Soil with *Fusarium oxysporum* F.SP. *lycopersici**

Kusdi Hastopo, Loekas Soesanto dan Endang Mugiastuti

Jurusan HPT, Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto

PO BOX 125 Purwokerto 53101

lukas_262@yahoo.com

ABSTRACT

Research aiming for knowing ability of biological agents in remedying contaminated soil with *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* and in controlling Fusarium wilt was carried out at the screen house for five months. Completely Randomized Block Design was used with 12 treatments and repeated three times. The agents tested were *Trichoderma harzianum* isolated from ginger, ginseng, or banana, *Bacillus subtilis*, and *Pseudomonas fluorescens* P60. Result of the research showed that all the agents could decrease population density of *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* ranging from 21.01 to 40.03% applied two weeks before planting to the soil. The most effective agent was *P. fluorescens* P60 by decreasing the population of 35.08%, suppressing the disease of 28.15%, and increasing the agent itself for 50%.

Key words: soil health, Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici, Trichoderma harzianum, Bacillus subtilis, Pseudomonas fluorescens P60

PENDAHULUAN

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sebagai salah satu komoditas sayuran yang produksinya tidak selalu stabil. Data dari Badan Pusat Statistik (2005) menunjukkan bahwa produksi tomat nasional pada tahun 2003 sebesar 657.459 ton dan tahun 2004 sebesar 626.872 ton. Hal ini menunjukkan adanya penurunan produksi tomat, yang akan mengganggu keseimbangan kebutuhan pasar dan permintaan masyarakat (Trisnawati dan Setiawan, 2001).

Salah satu kendala dalam usaha peningkatan produksi tomat adalah adanya penyakit layu Fusarium, serta kurang tepatnya metode pengendalian yang digunakan. Di samping itu, keadaan lahan pertanaman tomat di daerah Pratin, Kabupaten Purbalingga (1.000 m dpl), banyak terkontaminasi patogen tular-tanah, khususnya *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Hal ini ditunjukkan dengan selalu dijumpai penyakit tersebut di setiap musim tanam,

sehingga lahan tersebut tidak mampu memberikan hasil optimum untuk usaha budidaya pertanian (Agrios, 1997; Semangun, 2001).

Metode pengendalian yang diterapkan tidak memperhatikan kondisi lingkungan sekitar, khususnya tanah. Penggunaan pestisida sintesis yang tidak bijaksana antara lain dapat memusnahkan mikroba berguna di dalam tanah, sehingga patogen khususnya tular-tanah selalu ada dan menjadi masalah pada setiap musim tanam (Agrios, 1977; Lynch and Elliott, 1998). Salah satu patogen tular-tanah adalah jamur *Fusarium oxysporium*. Upaya penyehatan tanah secara hayati diperlukan untuk mengembalikan tanah pada kondisi sehat, yaitu menurunkan populasi tular-tanah, dengan penambahan agensia hayati di tanah tersebut.

Beberapa jamur dan bakteri antagonis telah digunakan sebagai agensia hayati, di antaranya *Trichoderma harzianum* (Nuryani *et al.*, 2003; Sudantha, 2004; Soesanto *et al.*, 2005), *Bacillus subtilis* (Baker and Cook, 1982;

Murginingsih, 2002), dan *Pseudomonas fluorescens* P60 (Soesanto, 2000; Soesanto and Termorshuizen, 2001; Soesanto *et al.*, 2003). Bahkan Hidayatno (2006) melaporkan bahwa penggabungan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. mampu menyehatkan tanah tanaman cabai, yang ditunjukkan dengan penurunan populasi akhir *F. oxysporum* sebesar 79,51% di rumah kaca.

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui (1) kemampuan agensia hayati dalam penyehatan tanah tanaman tomat *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*, (2) pengaruh penyiraman dan perendaman agensia hayati terhadap penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat, dan (3) jenis agensia hayati yang paling efektif dalam mengendalikan penyakit layu *Fusarium* pada pertanaman tomat.

METODE PENELITIAN

Penelitian *in planta* dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto dengan tanah terkontaminan berasal dari daerah Pratin. Penelitian ini dilaksanakan selama lima bulan, dimulai bulan September 2006 sampai bulan Februari 2007.

Penghitungan Contoh Tanah

Tanah sampel diambil 10 g dari daerah terkontaminan *F. oxysporum* pada pertanaman tomat secara diagonal pada lima titik. Tanah kemudian dimasukkan dalam Erlenmeyer berisi 90 mL air steril, kemudian digojok selama 30 menit hingga homogen. Suspensi yang telah diendapkan diambil 1 mL dan dilakukan pengenceran sampai 10^6 . Pada pengenceran akhir, diambil 0,1 mL untuk dituangkan pada cawan Petri yang telah berisi medium PDA dimodifikasi, dan diperoleh kepadatan $2,33 \times 10^6$ upk (unit pembentuk koloni) per g tanah.

Penyiapan Antagonis

Perbanyakkan semua isolat antagonis *T. harzianum* dengan menumbuhkan potongan biakan dari biakan murni pada medium PDL (potato dextrose liquid) steril secara aseptis. Biakan digojok dengan mesin pengojok selama 6 hari pada suhu ruang dengan kecepatan 150 rpm,

dan didapat rata-rata kepadatan $7,53 \times 10^6$ upk mL⁻¹. Perbanyakkan *B. subtilis* dengan penceratan pada medium NA, kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 2 hari, dan jumlah koloni yang terbentuk dihitung, dan diperoleh kepadatan $4,53 \times 10^{11}$ upk mL⁻¹. Perbanyakkan *P. fluorescens* P60 dengan menggunakan medium King's B dalam cawan Petri, diceratkan, dan diinkubasi selama 2 x 24 jam pada suhu kamar, dan jumlah koloni yang terbentuk dihitung dan didapatkan $5,84 \times 10^{10}$ upk mL⁻¹.

Penyiapan Medium Tanam

Bahan tanah yang terkontaminan *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* diambil dari daerah Pratin, Kecamatan Karangreja, Kabupaten Purbalingga, Jawa tengah, dengan ketinggian 1.000 m dpl. Bibit tomat varitas Permata digunakan dengan dilukai akarnya dahulu sebelum perlakuan menggunakan pisau steril.

Perlakuan yang Diberikan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL), yang terdiri atas 12 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan tersebut adalah k_1 = kontrol dengan penyiraman air steril sebanyak 50 mL polibag⁻¹ 2 minggu sebelum tanam, k_2 = kontrol dengan perendaman bibit dalam air steril selama 10 menit, Thg_1 = tanah disiram *T. harzianum* isolat ginseng 2 minggu sebelum tanam sebanyak 50 mL polibag⁻¹ (Sudantha, 1997), Thg_2 = bibit direndam dalam suspensi *T. harzianum* isolat ginseng selama 10 menit, Thj_1 = tanah disiram *T. harzianum* isolat jahe 2 minggu sebelum tanam sebanyak 50 mL polibag⁻¹, Thj_2 = bibit direndam dalam suspensi *T. harzianum* isolat jahe selama 10 menit, Thp_1 = tanah disiram *T. harzianum* isolat pisang 2 minggu sebelum tanam sebanyak 50 mL polibag⁻¹, Thp_2 = bibit direndam dalam suspensi *T. harzianum* isolat pisang selama 10 menit, Bs_1 = tanah disiram *B. subtilis* 2 minggu sebelum tanam sebanyak 50 mL polibag⁻¹, Bs_2 = bibit direndam dalam suspensi *B. subtilis* selama 10 menit, Pf_1 = tanah disiram *P. fluorescens* P60 2 minggu sebelum tanam sebanyak 50 mL polibag⁻¹, dan Pf_2 = bibit direndam dalam suspensi *P. fluorescens* P60 selama 10 menit (Soesanto *et al.*, 2003).

Tabel 1. Rata-rata masa inkubasi, intensitas penyakit, dan populasi patogen akibat perlakuan yang diberikan

Perlakuan	Masa inkubasi (hst)	Intensitas penyakit (%)	Populasi akhir patogen (n. 10 ⁶ upk per g tanah)
k ₁	15,0 a	80,95 ab	6,67 a
k ₂	21,0 a	82,98 a	6,33 a
ThG ₁	18,0 a	64,81 bc	5,00 abc
ThG ₂	19,1 a	71,50 abc	5,00 abc
ThJ ₁	21,0 a	61,99 c	5,67 ab
ThJ ₂	18,0 a	69,27 abc	5,00 abc
ThP ₁	21,0 a	69,52 abc	4,00 c
ThP ₂	18,6 a	63,74 c	5,67 ab
BS ₁	21,0 a	60,87 c	4,33 bc
BS ₂	21,0 a	62,75 c	4,33 bc
PF ₁	18,6 a	57,87 c	4,33 bc
PF ₂	15,6 a	58,66 c	4,33 bc

Keterangan: k₁ = kontrol disiram air, k₂ = kontrol direndam air, ThG₁ = disiram *T. harzianum* isolat ginseng, ThG₂ = direndam *T. harzianum* isolat ginseng, ThJ₁ = disiram *T. harzianum* isolat jahe, ThJ₂ = direndam *T. harzianum* isolat jahe, ThP₁ = disiram *T. harzianum* isolat pisang, ThP₂ = direndam *T. harzianum* isolat pisang, BS₁ = disiram *B. subtilis*, BS₂ = direndam *B. subtilis*, PF₁ = disiram *P. fluorescens* P60, dan PF₂ = direndam *P. fluorescens* P60. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf kesalahan 5%. Data masa inkubasi ditransformasi \sqrt{x} , intensitas penyakit ditransformasi arcsin, dan populasi akhir patogen ditransformasi log x.

Peubah dan Pengukuran

Variabel yang diamati meliputi populasi awal dan akhir patogen dan antagonis, masa inkubasi, dan intensitas penyakit. Populasi awal dan akhir patogen dan antagonis dihitung berdasarkan metode pencawanan dengan masing-masing medium (Tuite, 1969). Masa inkubasi dihitung sejak hari penanaman sampai waktu pertama kali munculnya gejala awal, dengan satuan hari setelah tanaman. Intensitas penyakit dihitung dengan menggunakan rumus: $IP = a/(a+b) \times 100\%$, dengan IP = intensitas penyakit, a = jumlah daun bergejala layu yang diamati pada tiap tanaman, dan b = jumlah daun sehat yang diamati pada tiap tanaman.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji F dan bila menunjukkan hasil yang berbeda, dilanjutkan dengan *Duncan Multiplu Range Test* (DMRT) taraf kesalahan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan Populasi Patogen

Kepadatan populasi *F. oxysporum* akhir pada kontrol sebesar $6,67 \times 10^6$ upkg⁻¹ tanah (Tabel 1). Hal ini menunjukkan adanya peningkatan sebesar 65,07% dari rata-rata populasi awal.

Peningkatan ini selaras dengan cepatnya masa inkubasi dan tingginya intensitas penyakit, yang sesuai dengan pendapat Sastrawignyo (1991), bahwa semakin banyak jumlah propagul patogen di dalam atau dekat dengan pertanaman inang, akan semakin banyak inokulum yang dapat mencaai inang dan dalam waktu dini, sehingga dapat meningkatkan peluang terjadinya penyakit.

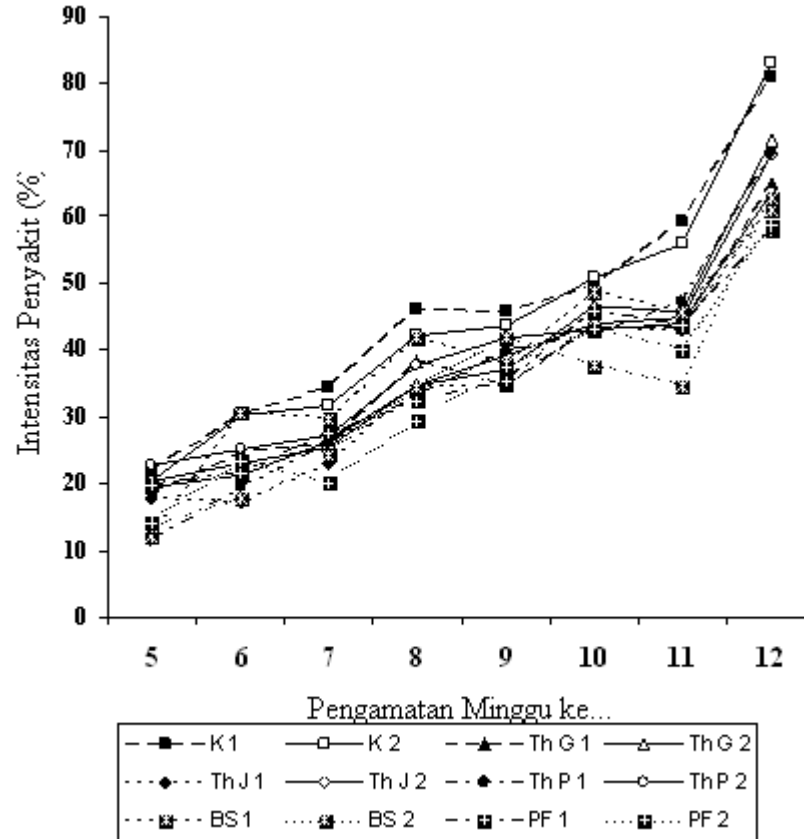
Berdasarkan hasil analisis data populasi akhir patogen menunjukkan bahwa antara perlakuan dan kontrol berbeda nyata terutama *T. harzianum* isolat pisang, *B. subtilis*, dan *P. fluorescens* P60 yang lain tidak berbeda. Hal ini diduga karena adanya perlakuan pemberia antagonis dan perendaman. Selain itu, adanya mikroba antagonis menjadi pesaing utama patogen, sehingga menghambat patogen untuk berkembang (Agrios, 1997).

Pada perlakuan penyiraman 2 mst, populasi patogen akhir terendah ditunjukkan pada perlakuan *T. harzianum* isolat pisang sebesar 4×10^6 upk per g tanah atau terjadi penurunan sebesar 40,03%. Hal ini diduga karena *T. harzianum* dapat menguasai ruang dan nutrisi dengan baik, yang menyebabkan patogen tidak berkembang, sehingga populasi menurun. Sesuai pendapat Tronsmo (1996), *T. harzianum* mampu bersaing dengan patogen dalam menguasai ruang dan nutrisi, cepat dan tumbuh, membutuhkan sedikit nutrisi, dan menghasilkan antibiotika tidak

menguap, yang berinteraksi dengan hifa patogen.

Pada perlakuan perendaman selama 10 menit, populasi akhir patogen terendah ditunjukkan pada perlakuan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* P60 masing-masing sebesar $4,33 \times 10^6$ upk per g tanah atau terjadi penurunan populasi patogen sebesar 31,59%. Hal ini diduga karena mikroba antagonis dapat bersaing dan mengkoloni akar

dengan baik. Sesuai penelitian Murginingsih (2002), bahwa *B. subtilis* BS-2 mampu menekan jamur *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* sebesar 42,76%. Diperkuat pendapat Soesanto (2000), bahwa Phl yang dihasilkan oleh *P. fluorescens* P60 dapat menekan pertumbuhan dan pembentukan mikrosklerotium jamur *Verticillium dahliae* sebesar 24-52%.



Gambar 1. Perkembangan intensitas penyakit layu Fusarium selama 8 kali pengamatan

Tabel 2. Populasi antagonis

Perlakuan	Populasi antagonis (upk per g tanah)								
	<i>T. harzianum</i>		<i>B. subtilis</i>		<i>P. fluorescens</i> P60				
	Awal ($n.10^4$)	Akhir ($n.10^4$)	Awal ($n.10^{11}$)	Akhir ($n.10^{11}$)	Awal ($n.10^{10}$)	Akhir ($n.10^{11}$)			
k ₁	0,00	0,00	d	0,00	0,00	c	0,00	0,00	c
k ₂	0,00	0,00	d	0,00	0,00	c	0,00	0,00	c
ThG ₁	12,17	3,33	ab	0,00	0,00	c	0,00	0,00	c
ThG ₂	2,02	3,00	abc	0,00	0,00	c	0,00	0,00	c
ThJ ₁	1,24	4,00	a	0,00	0,00	c	0,00	0,00	c
ThJ ₂	5,24	3,00	abc	0,00	0,00	c	0,00	0,00	c
ThP ₁	9,19	2,33	c	0,00	0,00	c	0,00	0,00	c
ThP ₂	2,81	3,00	abc	0,00	0,00	c	0,00	0,00	c
BS ₁	0,00	0,00	d	4,53	2,00	b	0,00	0,00	c
BS ₂	0,00	0,00	d	4,33	2,90	a	0,00	0,00	c
PF ₁	0,00	0,00	d	0,00	0,00	c	5,84	7,73	a
PF ₂	0,00	0,00	d	0,00	0,00	c	5,84	1,83	b

Keterangan: sda. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf kesalahan 5%. Data populasi akhir antagonis ditransformasi $\log(x + 1)$.

Tingginya populasi akhir patogen pada kontrol k_1 dan k_2 , yaitu masing-masing sebesar $6,67 \times 10^6$ dan $6,33 \times 10^6$ upk per g tanah, sesuai dengan data intensitas penyakit. Hal ini diduga karena tidak adanya mikroba antagonis yang berperan sebagai pesaing dalam mendapatkan ruang dan nutrisi, sehingga patogen dapat berkembang dengan baik, yang didukung pula suhu tanah, yang sesuai pendapat Agrios (1997).

Kepadatan Populasi Akhir Antagonis.

Pengaruh perlakuan kepadatan populasi akhir antagonis *T. harzianum*, *B. subtilis* dan *P. fluorescens* P60 dapat dilihat pada Tabel 2.

Populasi antagonis *T. harzianum* meningkat pada perlakuan ThG_2 , ThJ_1 , dan ThP_2 masing-masing sebesar 48,51, 222,58 dan 6,33%. Namun, populasi *T. harzianum* menurun pada perlakuan ThG_1 , ThJ_2 , dan ThP_1 masing-masing sebesar 72,64, 42,75 dan 74,65%. Hal ini diduga karena *T. harzianum* pada isolat yang berbeda pula terhadap suatu keadaan atau perubahan. Dennis and Webster (1971) menyatakan bahwa perbedaan tanggapan asal isolat *Trichoderma* spp. disebabkan isolat tersebut menghasilkan antibiotika, khususnya pada pH agak rendah, dengan pengaruh beragam terhadap patogen tumbuhan.

Populasi antagonis *B. subtilis* dan *P. fluorescens* P60 terjadi peningkatan. Peningkatan populasi diduga karena antagonis dapat beradaptasi dengan rizosfer. Selain itu, kondisi lingkungan mendukung untuk perkembangan antagonis, di antaranya suhu pada perlakuan 25-30 °C sesuai untuk perkembangan beberapa antagonis tersebut. Menurut Goto (1992), suhu optimum yang diperlukan untuk pertumbuhan *B. subtilis* antara 28-40 °C.

Selain perlakuan yang diberikan dan kondisi lingkungan yang mendukung, juga diduga karena antagonis yang diberikan mampu mempertahankan diri pada rizosfer, mampu bersaing dalam menguasai ruang dan nutrisi, serta menghasilkan senyawa penghambat patogen. Hal ini dapat dilihat pada semua perlakuan antagonis, bahwa adanya antagonis dapat menekan patogen. Pada populasi akhir *F. oxysporum* menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada semua perlakuan antagonis.

Berdasarkan data rata-rata populasi antagonis dan patogen menunjukkan bahwa penambahan antagonis memberikan pengaruh positif dalam tanah. Hal tersebut dapat ditunjukkan dengan penurunan rata-rata populasi patogen dan meningkatnya populasi antagonis. Semakin banyak populasi antagonis dalam tanah, perkembangan patogen akan terhambat (Agrios, 1997). Diperkuat pendapat Pankhrust (1994) dalam Hornby and Bateman (1998), bahwa petunjuk tanah sehat adalah rata-rata populasi patogen tanaman tular-tanah berada pada taraf yang rendah dan kondisi tanah yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman secara optimum.

Masa Inkubasi

Berdasarkan hasil analisis dapat dikatakan bahwa antara perlakuan dengan kontrol tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap masa inkubasi penyakit (Tabel 1). Hal ini diduga, patogen yang ada di dalam tanah mampu berkembang dengan baik.

Selain itu, semua akar bibit tanaman tomat sebelum ditanam dilukai dahulu, yang memungkinkan patogen lebih cepat dalam menginfeksi perakaran tomat. Sesuai pendapat Agrios (1977), yang menyatakan bahwa perkembangan penyakit dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain patogen virulen, inang rentan, dan lingkungan yang mendukung.

Walaupun berdasarkan hasil analisis tidak berbeda nyata, tetapi jika dilihat dari Tabel 1, rata-rata masa inkubasi penyakit, bahwa pemberian *T. harzianum* isolat jahe dan pisang, dan *B. subtilis* dapat menunda masa inkubasi sampai 21 hst dibanding kontrol 15 hst. Hal ini disebabkan adanya antagonis yang diberikan ke dalam tanah menjadi pesaing utama patogen. Sesuai pendapat Abadi (1990) dalam Ambar (2003) bahwa mekanisme pengendalian *Bacillus* sp. adalah antibiosis dengan menghasilkan antibiotika yang menghambat patogen.

Intensitas Penyakit

Hasil analisis data intensitas penyakit bahwa antara lain tidak berbeda nyata (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan penyiraman dan perendaman antagonis dapat menekan

intensitas penyakit. Diduga antagonis akan lebih mendominasi tanah sekitar perakaran, karena antagonis dapat beradaptasi dengan lingkungan tanah atau rizosfer. Diperkuat pendapat Widodo (1993) bahwa patogen sukar melakukan penetrasi ke tanaman apabila sistem perakaran terdominasi patogen.

Pada perlakuan 2 mst, intensitas penyakit terendah ditunjukkan pada perlakuan ThJ₁, BS₁, dan PF₁ masing-masing sebesar 61,99, 60,87 dan 57,87% atau terjadi penekanan 23,42, 24,81 dan 28,51%. Hal ini diduga antagonis diberikan 2 mst dapat berkembang dengan baik dan mampu mengkoloni akar dengan kuat, sehingga menghalangi penetrasi patogen pada perakaran tanaman tomat. Sesuai pendapat Soesanto dan Termorshuizen (2001), yang menyatakan bahwa lama pe,ngolonian akar berpengaruh terhadap laa perlindungan perakaran. Selain itu, *P. fluorescens* P60 penghasil antibiotika 2,4-diacetylphloroglucinal (DAG/PhI) mampu menghambat paling sedikit 50% pertumbuhan miselium 20 isolat *Verticillium dahliae* secara *in vitro* (Soesanto, 2000). Cook and Baker (1983) menyatakan *Bacillus* sp. termasuk bakteri patogen *T. harzianum* dapat menghasilkan racun viridin dan gliotoksin sebagai antibiotika (Martoredjo *et al.*, 2001).

Pada perlakuan perendaman selama 10 menit, perlakuan ThP₂, BS₂ dan PF₂ menunjukkan intensitas terendah masing-masing sebesar 63,74, 62,75 dan 58,66% atau terjadi penekanan 23,19, 24,38 dan 29,31%. Diduga antagonis sudah mampu mengkoloni perakaran dengan baik, sehingga patogen sulit untuk melakukan infeksi. Sesuai pendapat Soesanto *et al.* (2003), bahwa perendaman dalam *P. fluorescens* P60 selama 10 menit akan menekan perkecambahan sklerotium sampai sebesar 86,3% dan pertumbuhan jamur, dan sesuai pendapat Cook and Baker (1983).

Tingginya intensitas penyakit pada kontrol k₁ dan k₂, yaitu masing-masing sebesar 80,95 dan 82,98%, diduga disebabkan aktivitas patogen lebih cepat masuk dan menginfeksi perakaran tomat. Hal ini diduga karena tidak adanya antagonis, yang akan melindungi rizosfer dari serangan *Fusarium*, dan kondisi lingkungan yang mendukung untuk perkembangan *F. oxysporum*. Selain itu, diduga kondisi suhu oada rentang 25-33,5 °C dan pH tanah 3,1-6,8 pada kontrol sesuai untuk

perkembangan *F. oxysporum*, yang sesuai pendapat Domsch *et al.* (1993).

Peningkatan tertinggi menunjukkan laju penyakit tercepat pada perlakuan kontrol dan terendah pada perlakuan *P. fluorescens* P60 (Gambar 1). Hal ini disebabkan antagonis yang menjadi penghalang patogen dalam melindungi tanaman dengan mengoloni rizosfer tanaman dan sebagai PGPR (*P. fluorescens*). Sesuai pendapat Kloepper *et al.* (1980: 1997) bahwa kemampuan PGPR sebagai agensia pengendalian hayati adalah kemampuannya bersaing untuk mendapatkan zat makanan, atau karena hasil metabolit seperti siderofor, hidrogen sianida, antibiotika, atau enzim luar sel yang bersifat antagonis melawan patogen.

KESIMPULAN

Semua antagonis yang diberikan dapat menurunkan populasi patogen *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Antagonis *T. harzianum* isolat ginseng, jahe, dan pisang dapat menurunkan populasi patogen masing-masing sebesar 25,03, 21,01, dan 40,03%; sedangkan penurunan karena *B. subtilis* sebesar 35,08%, dan *P. fluorescens* P60 sebesar 35,08%. Penyiraman 2 minggu sebelum tanam dan perendaman selama 10 menit dengan agensia hayati dapat menurunkan intensitas penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat sampai 28,51%. Agensia hayati yang paling efektif dalam mengendalikan penyakit layu *Fusarium* pada pertanaman tomat adalah *P. fluorescens* P60 yang diberikan 2 minggu sebelum tanam dengan menekan intensitas penyakit layu *Fusarium* sebesar 28,51%, menurunkan populasi akhir patogen *F. cxysporum* sebesar 35,08%, dan populasi *P. flurescens* P60 meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 1997. *Plant Pathology*, 4th ed., Academic Press, San Diego.
- Ambar, A.A. 2003. Efektivitas Waktu Inokulasi *Trichoderma viridae* dalam Mencegah Penyakit Layu *Fusarium* Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) di Rumah Kaca. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 7(1):7-11.
- Baker, K.F. and R.J Cook. 1982. *Biological*

- Control of Plant Pathogens*. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Badan Pusat Statistik. 2005. Produksi Tomat Menurut Propinsi Tahun 2000-2004. (Online) <http://www.deptan.go.id/info/eksekutif/horti/2005/Prod.Tomat1.htm>. Diakses tanggal 19 Agustus 2006.
- Cook, R.J. and H. K. Baker. 1983. The Nature and Practise of Biological Control of Plant Pathogens. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.
- Dennis, C. and J. Webster. 1971. Antagonistic properties of species group of *Trichoderma* production of non-volatile antibiotics. *Trans. Brits. Mycol. Soc.* 57(1): 25-39.
- Domsch, K.H., W. Gams, and T.H. Anderson. 1993. Compedium of Soil Fungi. Vol 1. IHW-Verlag, Eching.
- Gams, W., E.S. Hoekstra and A. Aptroot. 1998. CBS Course of Micology, 4th Edition. Centralburean voor Schimmelcultures, Barn.
- Goto, M. 1992. Fundamentals of Bacterial Plant Pathology. Academic Press Inc., San Diego, California.
- Hidayatno, T. 2006. Potensi beberapa agensia hayati dalam upaya penyehatan tanah pada tanaman cabai *In Planta*. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. (Tidak dipublikasikan).
- Hornby, J.M. and G.L. Bateman. 1998. Potential Use of Plant Root Pathogens as Bioindicators of Soil Health. Pp. 179-200. *In*: C. Pankhurst, B.M. Doube, and V.V.S.R. Gupta (Eds.) Biological Indicator of Soil Health. CAB International, New York.
- Klopper, J.W., J. Leong, M. Teintze, and M.N. Schroth. 1980. Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth-promoting rhizobacteria. *Nature* 286:885-886
- Klopper, J.W., S. Tuzun, G.W. Zehnder, and G. Wei. 1997. Multiple disease protection by rhizobacteria that induce systemic resistance-historical precedence. *Phytopathology* 87(2):136-137.
- Lynch, J.M. and L.F. Elliott. 1998. Bioindicators: Perspectives and Potential Value for Landusers, Researchers and Policy Makers. Pp. 79-96. *In*: C. Pankhurst, B.M. Doube, and V.V.S.R. Gupta (Eds.) Biological Indicator of Soil Health. CAB International, New York.
- Martoredjo, T., C. Sumardiyono, dan E.H. Astuti. 2001. Kajian Pengendalian Hayati Penyakit Kapang Hijau pada Buah Jeruk dengan *Trichoderma* sp. Prosiding Kongres XIV dan Seminar Nasional PFI, IPB, Bogor.
- Murginingsih, S. 2002. Pengaruh infentasi isolat *Bacillus* sp. pada pengendalian penyakit layu *Fusarium* dan peningkatan pertumbuhan tanaman tomat. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. (Tidak dipublikasikan).
- Nuryani, W., Hanudin, I Djatnika, E. Silvia, dan Muhidin. 2003. Pengendalian hayati layu *Fusarium* pada tanaman anyelir dengan formulasi *P. fluorescens*, *Gliocladium* sp., dan *Trichoderma harzianum*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 7(2):71-75.
- Sastrasuwignyo, S. 1991. Ilmu Penyakit Tumbuhan Umum. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, IPB, Bogor.
- Semangun, H. 2001. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soesanto, L. 2000. Ecology and Biological Control of *Verticillium dahliae*. Ph. D. Thesis. Wageningen University, Wageningen.
- Soesanto L dan A.J. Termorshuizen. 2001. Potensi *Pseudomonas fluorescens* P60 sebagai agensia hayati jamur-jamur patogen tular tanah. Prosiding Kongres XIV dan Seminar Nasional PFI, Bogor. Hal. 183-186.
- Soesanto L, R. Hidayat, dan D.S. Utami. 2003. Prospek pemanfaatan *Pseudomonas fluorescens* P60 untuk mengendalikan penyakit busuk batang pada kacang tanah. *Jurnal Fitopalogi Indonesia* 7(1):1-6.
- Soesanto L, Soedarmono, N. Prihatiningsih, A. Manan, E. Iriani, dan J. Pramono. 2005.

- Potensi agensia hayati dan nabati dalam mengendalikan penyakit busuk rimpang jahe. *Jurnal HPT Tumbuhan Tropika* 5(1):50-57.
- Sudantha, I. M. 1997. Pengendalian Patogen Tular Tanah pada Tanaman Kedelai Secara Hayati Menggunakan Bahan Organik dan Jamur *Trichoderma harzianum*. Prosiding Kongres XIV dan Seminar Nasional PFI, Palembang.
- Sudantha, I. M. 2004. Pemanfaatan kompos hasil dekomposisi jamur *T. harzianum* untuk mengendalikan penyakit layu fusarium pada tomat. *ORYZA* 2(1):11-25.
- Tronsmo, A. 1996. *Trichoderma harzianum* in Biological Control of Fungal Disease. p 213-236. In: H. Robert (Ed.), *Principles and Practice of Managing Soilborne Plant Pathogens*. APS Press, New York.
- Trisnawati, Y. dan A.I. Setiawan. 2001. *Tomat: Pembudidayaan Secara Komersial*, Cetakan kedelapan. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Widodo. 1993. Penggunaan *Pseudomonas* kelompok *Fluorescens* untuk mengendalikan penyakit akar gada pada caisin (*Brassica campestris* var. *chinensis*). Thesis. IPB, Bogor.