

Evaluasi antagonis *Pseudomonas fluorescens* dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tomat

Evaluation of *Pseudomonas fluorescens* antagonist to control fusarium wilt disease on tomato

CHRISNAWATI^{1,*}, SUDJIJO², LENI MARLEN¹, NASRUN³

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mahaputra Muhammad Yamin. Jl. Jenderal Sudirman No. 6 Kota Solok 27321, Sumatera Barat. Tel. +62-755-20565, *email: chrisnawatimp@gmail.com.

²Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. Jl. Raya Solok Arian Km 8 Solok 27351, Sumatera Barat.

³Kebun Percobaan Laing, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aromatik. PO BOX 1 Solok, Sumatera Barat.

Manuskrip diterima: 13 April 2016. Revisi disetujui: 23 Mei 2017.

Abstrak. Chrisnawati, Sudjijo, Marlen L, Nasrun. 2017. Evaluasi antagonis *Pseudomonas fluorescens* dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tomat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 273-277. Penyakit layu fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*) merupakan salah satu kendala dalam produksi tomat. Pengendalian hayati menggunakan *Pseudomonas fluorescens* diharapkan mampu mengendalikan penyakit layu fusarium. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan *P. fluorescens* yang efektif dan efisien mengendalikan penyakit layu fusarium dan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tomat. Bibit tomat dicelupkan ke dalam 100 ml larutan suspensi *P. fluorescens* selama 1 jam, kemudian diinokulasi dengan inokulum isolat *F. oxysporum* pada bagian akar bibit tomat. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan agens hayati *P. fluorescens* PFT8 (tomato), PfN19 (nilam), dan PfK55 (karet) masing-masing dengan empat ulangan. Hasil penelitian menunjukkan *P. fluorescens* PFT8, PfN19, dan PfK55 mempunyai efektivitas yang sama dalam mengendalikan penyakit layu fusarium dan meningkatkan pertumbuhan tomat dengan masa inkubasi gejala penyakit 6,75-7,30 HSI, intensitas penyakit 14,30-16,88%, tinggi tanaman 27,75-44,00 cm, jumlah daun 9,25-9,75 daun, jumlah cabang 3,25-4,00 batang, berat basah tanaman 48,80-52,68 g, dan berat kering tanaman 6,76-7,08 g.

Kata kunci: Agens hayati, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, layu fusarium, *Pseudomonas fluorescens*, tomat

Abstract. Chrisnawati, Sudjijo, Marlen L, Nasrun. 2017. Evaluation of *Pseudomonas fluorescens* antagonist to control fusarium wilt disease on tomato. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 273-277. Fusarium wilt disease (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*) is one of important constraint for tomato production. Biological control by using *Pseudomonas fluorescens* was hoped capable to control the fusarium wilt disease. The aims of the study were to find out *P. fluorescens* which effective and efficient to control the fusarium wilt disease and to increase plant growth and production of tomato. Tomato seedlings were dipped in 100 ml suspension of *P. fluorescens* for 1 hours, and they were inoculated by inoculum of *F. oxysporum* isolate on root of tomato seedling. The study used a complete randomized design with biocontrol agents of *P. fluorescens* PFT8 (tomato), PfN19 (patchouli plant), dan PfK55 (rubber plant) as treatments with four replications for each agent. The results of the study showed that *P. fluorescens* PFT8, PfN19 and PfK55 had the same effectivity to control the fusarium wilt disease and to increase plant growth of tomato with the incubation period of disease symptom were 6.75-7.30 days after inoculation (DAI), disease intensity between 14.30-16.88%, plant height between 27.75-44.00 cm, total number of leaves were 9.25-9.75 leaves/plant, total number of twigs were 3.25-4.00 twigs/plant, wet weight of plant between 48.80-52.68 g/plant and dry weight of plant between 6.76-7.08 g/plant.

Keywords: Biological control, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, fusarium wilt, *Pseudomonas fluorescens*, tomato

PENDAHULUAN

Fusarium oxysporum f.sp. *lycopersici* merupakan salah satu cendawan patogen penting penyebab penyakit layu fusarium pada tanaman tomat (Semangun 2000). Cendawan tersebut dapat mengakibatkan kerugian besar, terutama pada varietas tomat rentan dan pada kondisi lingkungan yang sesuai (Holliday 1980; Agrios 2005). Upaya pengendalian yang telah dilakukan, baik dengan menggunakan fungisida kimia sintesis maupun varietas tahan, belum memberikan hasil yang memuaskan, bahkan penggunaan fungisida sintesis dapat menyebabkan dampak negatif (Untung 1996; Gamliel et al. 1997). Hingga saat ini,

kultivar tomat tahan terhadap *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* belum tersedia. Pengendalian penyakit akibat serangan *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* dapat dilakukan dengan menambahkan organisme antagonis maupun bahan organik ke dalam tanah (Rustati et al. 2004). Pengendalian menggunakan agensia hayati merupakan pilihan yang perlu dikembangkan karena relatif murah, mudah dilakukan, serta bersifat ramah lingkungan.

Pseudomonas kelompok *fluorescens* merupakan bakteri antagonis yang banyak dimanfaatkan sebagai agensia hayati, baik untuk cendawan maupun bakteri patogen tanaman. *Pseudomonas fluorescens* P60 merupakan salah satu strain bakteri antagonis yang telah menunjukkan

kemampuannya dalam mengendalikan beberapa patogen tanaman, khususnya patogen tular-tanah, baik secara in vitro, in planta, maupun in vivo. *Pseudomonas fluorescens* P60 mempunyai sifat "Plant Growth Promoting Rhizobacteria" (PGPR) (Soesanto 2008), menghasilkan antibiotik 2,4-diasetilfloroglusinol (Phl atau DAPG) (Raaijmakers dan Weller 1998; Soesanto 2000) dan siderofor (Alabouvette et al. 1996), mampu mengkoloni akar tanaman (Soesanto 2000), serta mengimbas ketahanan tanaman (Azizah 2009; Soesanto dan Rahayuniati 2009). Bakteri antagonis *P. fluorescens* P60 mampu menghambat pembentukan mikrosklerotium baru *Verticillium dahlia* pada tanaman uji *Arabidopsis thaliana* dan terung (Soesanto 2001). Selain itu, bakteri tersebut juga mampu menekan perkecambahan sklerotium cendawan *Sclerotium rolfsii* Sac. secara in vitro sebesar 92%, mampu menekan intensitas penyakit busuk batang kacang tanah sebesar 92%, dan menurunkan populasi sklerotium akhir sebesar 86,3% (Soesanto et al. 2003). Agensia hayati tersebut sudah pernah digunakan untuk mengendalikan penyakit moler pada tanaman bawang merah (Santoso et al. 2007), *Sclerotium rolfsii* pada kacang tanah (Soesanto 2004), *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* pada cabai merah (Maqqon et al. 2006), *F. oxysporum* pada bawang merah (Santoso et al. 2007), *F. oxysporum* f.sp. *gladioli* pada tanaman gladiol (Soesanto et al. 2008), dan *F. oxysporum* f.sp. *cubense* pada bibit tanaman pisang (Azizah 2009; Soesanto dan Rahayuniati 2009). Bakteri *P. fluorescens* P60 merupakan salah satu bakteri antagonis yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai agensia pengendali hayati terhadap berbagai patogen tular-tanah (Soesanto 2000), sehingga perlu dilakukan penelitian baik di laboratorium maupun di lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan agens hayati yang efektif mengendalikan penyakit layu fusarium dan meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh efikasi dan efektivitas strain *P. fluorescens* PFT8 yang berasal dari tanaman tomat (Chrisnawati 2014), PfN19 dari tanaman nilam (Nasrun et al. 2005), dan PFK55 dari tanaman karet (Nasrun dan Nurmansyah 2015).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Kebun Percobaan Laing, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Solok, Sumatera Barat pada bulan Maret hingga Agustus 2015. Bahan yang digunakan yaitu *P. fluorescens* PFT8 dari tanaman tomat (Chrisnawati 2014), PfN19 dari tanaman nilam (Nasrun et al. 2005), dan PFK55 dari tanaman karet (Nasrun dan Nurmansyah 2015) serta benih tomat varietas Intan dari Solok, Sumatera Barat.

Cara kerja

Benih tomat ditanam di dalam bak perkecambahan di rumah kaca dan setelah berumur 28 hari, bibit tanaman siap untuk diperlakukan. Bibit tomat yang tumbuh dengan baik dan seragam dipindahkan ke dalam polibag yang berisi media tanah dan ditambah pupuk kandang (3:1). Bibit

tersebut diadaptasikan di rumah kaca selama 2 bulan untuk dipersiapkan sebagai bibit yang akan diperlakukan dengan agens hayati *P. fluorescens* dan cendawan patogen *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*.

Fusarium oxysporum f.sp. *lycopersici* ditumbuhkan dan diperbanyak pada medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) pada suhu kamar selama 48 jam untuk digunakan pada pengujian selanjutnya. Sementara itu, *P. fluorescens* PFT8, PfN19, dan PFK55 terpilih sebagai hasil isolasi dari rizosfer akar tomat, nilam, dan karet dari hasil penelitian sebelumnya (Chrisnawati 2014; Nasrun et al 2005; Nasrun dan Nurmansyah 2015) dimurnikan dan diperbanyak pada medium King's B pada suhu kamar selama 48 jam dengan populasi 10^8 sel ml^{-1} . Isolat *P. fluorescens* tersebut dipersiapkan untuk pengujian berikutnya.

Suspensi bakteri antagonis *P. fluorescens* ditumbuhkan dalam medium King's B cair dan diinkubasi dalam *Daiki Orbital Shaker* selama 3 hari dengan kecepatan 150 rpm pada suhu ruang dengan populasi 1×10^9 konidium/ml larutan. Suspensi *P. fluorescens* PFT8, PfN19, dan PFK55 serta tanpa *P. fluorescens* (kontrol) sebagai perlakuan yang diujikan disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) masing-masing dengan 4 ulangan.

Bibit tomat dicelupkan ke dalam 100 ml larutan suspensi *P. fluorescens* selama 1 jam, kemudian ditanam dalam polibag berisi media tanah dan dibiarkan di rumah kaca selama 15 hari. Setelah itu, bibit tomat diinokulasi dengan inokulum isolat *F. oxysporum* pada bagian akar bibit tomat, selanjutnya ditempatkan di rumah kaca pada suhu 20-28°C dan kelembapan udara 70-90% RH.

Parameter pengamatan

Perkembangan penyakit layu fusarium

Masa inkubasi menunjukkan gejala penyakit dan intensitas penyakit tanaman yang dihitung mulai pada saat bibit tomat diinokulasi dengan cendawan patogen (hari setelah inokulasi/HSI). Pengamatan terhadap intensitas penyakit layu fusarium dilakukan dengan pemberian skor seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Intensitas penyakit layu fusarium dihitung dengan menggunakan rumus:

$$IP = \frac{\sum (n \cdot xv)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

IP = intensitas penyakit (%)

n = jumlah daun bergejala penyakit layu fusarium untuk setiap kategori

v = nilai kategori serangan

Z = nilai kategori serangan tertinggi

N = jumlah daun yang diamati

Pertumbuhan tanaman

Pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, berat basah, dan berat kering tanaman tomat. Berat basah dan berat kering diperoleh dengan menimbang tanaman tomat, baik sebelum maupun setelah dikeringkan dengan oven pada suhu 35°C selama 24 jam.

Tabel 1. Intensitas penyakit layu fusarium pada tanaman tomat (Abdon et al. 2001)

Skor	Keterangan
0	tanpa gejala
1	1-30% daun layu
2	>31-60% daun layu
3	>61-90% daun layu
4	semua daun layu

Tabel 2. Pengaruh *P. fluorescens* terhadap masa inkubasi dan intensitas penyakit layu fusarium pada tanaman tomat.

Perlakuan	Masa inkubasi gejala (HSI)	Intensitas penyakit (%)
PFT	6,75 ^b	15,78 ^a
PFN	7,18 ^b	14,30 ^a
PFK	7,30 ^b	16,88 ^a
Kontrol	4,13 ^a	40,24 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%. K = kontrol, PFT8 = *P. fluorescens* dari tanaman tomat, PFN19 = *P. fluorescens* dari tanaman nilam, PFK55 = *P. fluorescens* dari tanaman karet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan penyakit layu fusarium

Berdasarkan perkembangan penyakit layu fusarium pada tanaman tomat, hasil menunjukkan bahwa *P. fluorescens* PFT8, PFN19, dan PFK55 mampu menekan perkembangan penyakit layu fusarium cukup tinggi dengan menunda munculnya gejala penyakit layu fusarium dari 4,13 Hari Setelah Inokulasi (HSI) menjadi 6,75-7,30 HSI dan menekan intensitas penyakit dari 40,24% menjadi 14,30-16,88% (Tabel 2).

Berdasarkan penundaan masa inkubasi munculnya gejala penyakit dan penekanan intensitas penyakit, hasil penelitian menunjukkan bahwa strain *P. fluorescens* PFT8, PFN19, dan PFK55 yang diuji mempunyai kemampuan antagonistik yang sama dan tinggi dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman tomat serta menghambat pertumbuhan dan aktivitas cendawan patogen (Tabel 2). Kemampuan antagonistik ketiga strain tersebut dalam menekan perkembangan penyakit layu fusarium dapat dikaitkan dengan mekanisme penghambatan oleh senyawa antibiosis, seperti *pyoluteorin* (Han et al. 1994) dan *2,4-diacetylphloroglucinol* (DAPG) (Velusamy et al. 2006) yang dihasilkan oleh strain tersebut (Campbell 1989).

Efektivitas dalam mengendalikan penyakit atau menekan pertumbuhan patogen pada tanaman dari ketiga isolat yang digunakan disebabkan oleh kemampuan yang tinggi dalam mengkolonisasi permukaan akar tanaman serta mekanisme siderofor dan antibiosis yang dihasilkan oleh ketiga isolat tersebut dalam menghambat pertumbuhan patogen. Hal ini dapat diekspresikan dari peranan antibiosis yang dihasilkan secara in vitro sebagai mekanisme

penekanan terhadap pertumbuhan cendawan patogen meskipun hubungan tersebut tidak selalu konsisten (Campbell 1989). Contohnya adalah *P. fluorescens* CHAO yang dapat menghasilkan antibiotik *pyoluteorin* (Plt) dan *2,4-diacetylphloroglucinol* (Phl) untuk menghambat pertumbuhan *Erwinia caratovora* dan *Gaeunannomyces graminis* (Sastroswignyo 1988). Hal ini terlihat dari hasil pengujian *P. fluorescens* secara in vitro pada medium PDA yang mampu menghambat pertumbuhan *Ralstonia solanacearum* dan *F. oxysporum* (Nasrun et al. 2005; Chrisnawati 2014). Hal ini juga disebabkan oleh adanya kompetisi antara *P. fluorescens* dengan patogen, terutama dalam hal ruang dan nutrisi di rizofe. Akibat dari kompetisi tersebut menyebabkan keterbatasan tempat tumbuh patogen dan jumlah nutrisi yang tersedia. Sementara itu, *P. fluorescens* dapat menggunakan berbagai nutrisi yang tersedia (Bull et al. 1991) serta mampu hidup di dalam tanah dan mengkoloni permukaan akar, sehingga dapat melindungi akar dari serangan *F. oxysporum* (Soesanto 2000). *Pseudomonas fluorescens* P60 mampu menekan intensitas penyakit moler pada tanaman bawang merah yang disebabkan oleh *F. oxysporum* f.sp. *allii* sebesar 41,08% (Santoso et al. 2007) serta merupakan antagonis yang paling efektif dalam mengendalikan *F. oxysporum* f.sp. *capsici* (Maqqon et al. 2006) dan *F. Oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Hastopo et al. 2008). *Pseudomonas fluorescens* P60 juga memberikan pengaruh positif dalam menekan penyakit layu fusarium pada tanaman gladiol hingga 53,98% (Soesanto et al. 2008).

Kemampuan antagonistik yang sama untuk masing-masing isolat *P. fluorescens* yang diuji, diduga disebabkan adanya kemampuan yang sama dalam mengkolonisasi akar serta memproduksi siderofor dan antibiotik yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang berbeda (Weller 1988). Dalam hal ini, efektivitas *P. fluorescens* dalam menekan patogen ditentukan oleh kemampuannya dalam menghasilkan senyawa antibiosis, induksi ketahanan, kompetisi, dan mengkolonisasi faktor perakaran dalam rentang waktu yang lama, faktor lingkungan, serta penyebaran bakteri di dalam tanah (Janisewich et al. 2000).

Pertumbuhan tanaman tomat

Bibit tomat yang diperlakukan dengan *P. fluorescens* PFT8, PFN19, dan PFK55 hingga akhir pengamatan menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman antara 27,75-44,00 cm, lebih tinggi dibandingkan tanaman tomat yang tidak diperlakukan dengan *P. fluorescens* (kontrol) yaitu sekitar 13,75 cm (Tabel 3). Kondisi ini memperlihatkan adanya pengaruh *P. fluorescens* terhadap pertumbuhan tinggi tanaman.

Tinggi tanaman tomat yang diperlakukan dengan *P. fluorescens* PFT8 dan PFN19 masing-masing sebesar 44,00 cm dan 41,50 cm, tidak berbeda nyata dan lebih besar dibandingkan dengan *P. fluorescens* PFK55 dengan tinggi tanaman tomat sekitar 27,75 cm, berbeda nyata dan lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa perlakuan *P. fluorescens* (kontrol) dengan tinggi tanaman sekitar 13,75 cm (Tabel 3). Begitu juga terhadap jumlah daun (9,25-9,75 daun/bibit), jumlah cabang (3,25-4,00 batang/bibit), berat

Tabel 3. Pengaruh *P. fluorescens* terhadap pertumbuhan bibit tomat di rumah kaca

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (daun/bibit)	Jumlah cabang (batang/bibit)	Berat basah tanaman (g)	Bobot kering tanaman (g)
PFT	44,00 ^c	9,50 ^b	4,00 ^b	50,54 ^b	6,99 ^b
PFN	41,50 ^c	9,75 ^b	3,85 ^b	48,80 ^b	7,08 ^b
PFK	27,75 ^b	9,25 ^b	3,25 ^b	52,68 ^b	6,76 ^b
Kontrol	13,75 ^a	5,85 ^a	2,00 ^a	30,56 ^a	2,26 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf uji 5%. K = kontrol, PFT8 = *P. fluorescens* dari tanaman tomat, PFN19 = *P. fluorescens* dari tanaman nilam, PFK55 = *P. fluorescens* dari tanaman karet

basah (48,80-52,68 g), serta berat kering tanaman (6,76-7,08 g) pada perlakuan *P. fluorescens* PFT8, PFN19, dan PFK55 tidak berbeda nyata dan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa *P. fluorescens* (kontrol) dengan jumlah daun 5,85 daun/bibit, jumlah cabang 2,00 batang/bibit, berat basah 30,56 g, dan berat kering tanaman 2,26 g.

Meningkatnya pertumbuhan tanaman tomat yang diperlakukan dengan *P. fluorescens* dapat dikaitkan dengan terjadinya penekanan perkembangan penyakit layu fusarium oleh *P. fluorescens* melalui penekanan aktivitas patogen (Landa et al. 2002). Hal ini terlihat pada tanaman tomat yang tidak diperlakukan dengan *P. fluorescens* menunjukkan gejala penyakit layu fusarium yang tinggi dengan tingkat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah daun, jumlah cabang, berat basah, dan kering tanaman) yang rendah. Tanaman yang mengalami gejala lanjut (berat) memperlihatkan terjadinya kelayuan pada daun.

Mekanisme kerja PGPR diketahui sebagai senyawa yang berfungsi sebagai pemasok zat makanan, antibiosis, hormon pertumbuhan, atau penggabungan dari berbagai cara tersebut yang berperan sebagai bioaktif dan merangsang perpanjangan akar (Kloepper et al. 1980; Dowling dan O'Gara 1994). Peningkatan pertumbuhan tanaman tomat yang diperlakukan dengan *P. fluorescens*, disamping melalui penekanan penyakit, dapat juga dikaitkan dengan pengaruh tidak langsung dari aktivitas *P. fluorescens* dalam menghasilkan hormon pertumbuhan yang dapat merangsang pertumbuhan akar tanaman (Campbell 1989). *Pseudomonas fluorescens* dapat berperan sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang berasosiasi dengan akar tanaman mampu menghasilkan hormon pertumbuhan, diantaranya auksin, gibberelin, dan sitokinin (Landa et al. 2002; Vidhyasekaran 2004). *Pseudomonas fluorescens* secara nyata mampu meningkatkan tinggi tanaman maksimum, jumlah cabang maksimum, jumlah daun maksimum, bobot basah dan kering akar, serta bobot kering biji tanaman kedelai (Khalimi dan Wirya 2009). Selain itu, *P. fluorescens* P60 juga mampu meningkatkan bobot kering akar tanaman cabai sebesar 13,40% (Maqqon et al. 2006) serta meningkatkan bobot basah tanaman bawang merah sebesar 51,40% (Santoso et al. 2007).

Perpanjangan akar menyebabkan berat basah dan berat kering akar meningkat yang dapat mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik, sehingga hasil

meningkat (Soesanto 2004; Maqqon et al. 2006; Santoso et al. 2007). Hal ini sesuai dengan pendapat Weller (1988) bahwa *P. fluorescens* mampu merangsang pertumbuhan sistem akar dan menghambat pertumbuhan jamur dan bakteri yang merugikan.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa *P. fluorescens* PFT8, PFN19, dan Pf55 mampu mengendalikan penyakit layu fusarium dan meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. *Pseudomonas fluorescens* PFT8, PFN19, dan Pf55 mempunyai pengaruh yang sama dalam mengendalikan penyakit layu fusarium dengan menunda masa inkubasi gejala penyakit layu fusarium dari 4,13 HSI menjadi 6,75-7,30 HSI, menekan intensitas penyakit dari 40,24% menjadi 14,30-16,88%, dan meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat dengan meningkatkan tinggi tanaman dari 13,75 cm menjadi 27,75-44,00 cm, jumlah daun dari 7,25 daun/tanaman menjadi 9,25-9,75 daun/tanaman, jumlah cabang dari 2,50 cabang/tanaman menjadi 3,25-4,00 cabang/tanaman, berat basah tanaman dari 30,56 g menjadi 48,80-52,68 g/tanaman, dan berat kering tanaman dari 3,56 g/tanaman menjadi 6,76-7,08 g/tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari proyek Hibah Kompetensi tahun 2009 yang didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, melalui Direktur Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Amir Hamzah, Chaerul Basir, dan beberapa mahasiswa Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas lainnya yang telah membantu secara teknis dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdou E, Abd-Alla HM, Galal AA. 2001. Survey of sesame root rot/wilt disease in Minia and their possible control by ascorbic and salicylic acid. *Assuit J Agric Sci* 32: 135-152.
- Agrios GN. 2005. *Plant pathology* 5th ed. Academic Press, New York.
- Alabouvette C, Lemanceau P, Steinberg C. 1996. Biological control of fusarium wilts: Opportunities for developing a commercial product. In: Hall R (ed). *Principles and Practice of Managing Soilborne Plant Pathogens*. APS Press, St. Paul, Minnesota.

- Azizah N. 2009. Pengimbasan Ketahanan Bibit Pisang Raja Terhadap Penyakit Layu Fusarium dengan Ekstrak Bakteri Antagonis. [Skripsi]. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Bull, Weller CTDM, Thomashow LS. 1991. Relation between root colonization and suppression of *Gaeumannomyces graminis* var. *Tritici* by *Pseudomonas fluorescens* strain 2-79. *Phytopathology* 81: 954-959.
- Campbell R. 1989. Biological control of microbial plant pathogens. Cambridge University Press, Cambridge.
- Chrisnawati. 2014. Pemanfaatan *Pseudomonas fluorescens* untuk mengendalikan penyakit layu fusarium dan meningkatkan pertumbuhan tomat. Prosiding Seminar Nasional “Kebijakan dan Pengembangan Teknologi Hilirisasi dalam Upaya Peningkatan Nilai Tambah Produk Pertanian”. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Payakumbuh, 25 Agustus 2014.
- Gamliel A, Grinstein A, Peretz Y et al. 1997. Reduced dosage of methyl bromide for controlling *Verticillium* wilt of potato in experimental and commercial plots. *Plant Disease* 81: 469-474.
- Han DY, Bauer DL, Bauer WD et al. 1994. A rapid bioassay for screening rhizosphere microorganisms for their ability to introduce systemic resistance. *Phytopathology* 90: 327-332.
- Hastopo K, Soesanto L, Mugiastuti E. 2008. Penyehatan tanah secara hayati di tanah tanaman tomat terkontaminasi *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. *Akta Agrosia* 11(2): 180-187.
- Holliday P. 1980. Fungus diseases of tropical crops. Cambridge University Press, Cambridge.
- Janisiewicz WJ, Tworkoski TJ, Sharer C. 2000. Characterizing the mechanism of biological control of postharvest disease on fruit with a simple method to study competition for nutrients. *Phytopathology* 90: 1196-1200.
- Khalimi K, Wirya GNAS. 2009. Pemanfaatan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* untuk *biostimulants* dan *bioprotectants*. *ejournal.unud.ac.id*. [19 Maret 2010].
- Landa BB, De Werd HAE, Gardener BBM et al. 2002. Comparison of three methods for monitoring populations of different genotypes of 2,4-diacetylphloroglucinol-producing *Pseudomonas fluorescens* in rhizosphere. *Phytopathology* 92: 129-137.
- Maqqon M, Kustantinah, Soesanto L. 2006. Penekanan hayati penyakit layu fusarium pada tanaman cabai merah. *Agrosains* 8(1): 50-56.
- Nasrun, Christanti, Arwiyanto T et al. 2005. Pengendalian penyakit layu bakteri nilam menggunakan *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 11(1): 19-24.
- Nasrun, Nurmansyah. 2015. Potensi rizobakteria dan fungsida nabati untuk pengendalian penyakit jamur akar putih tanaman karet. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar* 2(2): 61-68.
- Raaijmakers JM, Weller DM. 1998. Natural plant protection by 2,4-diacetylphloroglucinol producing *Pseudomonas* spp. in take-all decline soils. *Mol Plant Microbe Interact* 11: 144-152.
- Rustati R, Soesanto L, Wachjadi M. 2004. Pengendalian *Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp. *zingiberi* Trujillo pada tanaman jahe dengan disinvestasi tanah secara hayati. In: Soesanto L (ed). *Prosiding Symposium Pengendalian Hayati Nasional I: Fusarium*. Purwokerto, 26-27 Agustus 2004
- Santos SE, Soesanto L, Haryanto TAD. 2007. Penekanan hayati penyakit moler pada bawang merah dengan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, dan *Pseudomonas fluorescens* P60. *Jurnal Hama Penyakit Tanaman Tropika* 7(1): 53-61.
- Sastroswignyo S. 1988. Dasar-dasar perlindungan tanaman. *Bagian Ilmu Penyakit Tanaman*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Semangun H. 2000. Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soesanto L, Hidayat R, Utami DS. 2003. Prospek pemanfaatan *Pseudomonas fluorescens* P60 untuk pengendalian penyakit busuk batang pada kacang tanah. *J Fitopatol Indones* 7(1): 1-6.
- Soesanto L, Rahayunati RF. 2009. Pengimbasan ketahanan bibit pisang Ambon Kuning terhadap penyakit layu fusarium dengan beberapa jamur antagonis. *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman Tropika* 9(2): 130-140.
- Soesanto L, Rokhlani, Prihatiningsih N. 2008. Penekanan beberapa mikroorganisme antagonis terhadap penyakit layu fusarium gladiol. *Agrivita* 30(1): 75-83.
- Soesanto L. 2000. Ecological and Biological Control of *Verticillium dahliae*. [Thesis]. Wageningen University, Wageningen.
- Soesanto L. 2001. *Pseudomonas fluorescens* P60 sebagai agensia hayati jamur *Verticillium dahlia* Kleb. *Jurnal Penelitian Pertanian (Agrin)* 5(10): 33-40.
- 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. 2008. Pengantar pengendalian hayati penyakit tanaman. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Untung K. 1996. Pengantar pengelolaan hama terpadu. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Velusamy P, Immanuel JE, Gnanamanicham SS et al. 2006. Biological control of bacterial blight by plant associated bacteria producing 2,4-diacetylphloroglucinol. *Can J Microbiol* 52: 56-65.
- Vidhyasekaran P. 2004. Concise encyclopedia of plant pathology. Food Products Press, New York, London.
- Weller DM. 1988. Biological control of soil-borne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Ann Rev Phytopathol* 26: 379-407.