

**PEMANFAATAN BEBERAPA KALDU HEWAN SEBAGAI BAHAN FORMULA CAIR
Pseudomonas fluorescens P60 UNTUK MENGENDALIKAN *Sclerotium rolfsii*
PADA TANAMAN MENTIMUN**

***THE USE OF SEVERAL ANIMAL BROTHS AS LIQUID FORMULA
FOR *Pseudomonas fluorescens* P60 FOR CONTROLLING *Sclerotium rolfsii*
ON CUCUMBER***

Loekas Soesanto*, Endang Mugiastuti, dan Ruth Feti Rahayuniati

Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, P.O. Box 125, Purwokerto 53101

*Penulis untuk korespondensi. E-mail: lukassus26@gmail.com

ABSTRACT

A research aiming at knowing the potency of several animal broths as organic liquid formula of *Pseudomonas fluorescens* P60, soaking period of *Sclerotium rolfsii* sclerotia, and its application method on cucumber stem-end rot was done. Completely randomized design and randomized block design both arranged by factorial were used for in vitro and in planta tests, respectively. The first factor was six kinds of animal broth, i.e., golden snail, local chicken, broiler chicken, catfish, cow bone, and rat. The second one for in vitro test was the soaking period in the *Pseudomonas fluorescens* P60 formula, i.e., 0, 1, 10, and 100 hours and for in planta one was application methods, i.e., seed soaking or crop spraying. Result of the research showed that the best animal broth as liquid formula for *Pseudomonas fluorescens* P60 was golden snail broth indicated by suppression of sclerotial germination up to 97.4% after soaking for 100 hours. The best application method to suppress the disease was spraying method showed by suppressed of sclerotial germination, longer incubation period, and suppressed disease incidence and sclerotial late population of 55.79, 147.35, 66.67, and 59.68%, respectively. Spraying the formula could also increase crop height difference, fresh and dry weight of crop, fresh and dry weight of root, and root length to 146.83, 86.62, 112.5, 87.88, 140, and 159.68%, respectively.

Key words: animal broth, cucumber, *Pseudomonas fluorescens* P60, *Sclerotium rolfsii*

INTISARI

Penelitian dengan tujuan untuk mengetahui potensi beberapa kaldu hewan sebagai formula cair organik *Pseudomonas fluorescens* P60, lama perendaman sklerotium *Sclerotium rolfsii*, dan cara aplikasinya terhadap penyakit busuk pangkal batang mentimun dilakukan. Rancangan acak lengkap faktorial dan rancangan acak kelompok faktorial digunakan dalam penelitian *in vitro* dan *in planta*. Faktor pertama yang diuji adalah enam jenis kaldu yang terdiri atas kaldu keong mas, ayam kampung, ayam potong, ikan lele, tulang sapi, dan tikus. Faktor kedua pada penelitian *in vitro* adalah lama perendaman dalam formula kaldu *Pseudomonas fluorescens* P60 selama 0, 1, 10, dan 100 jam dan pada *in planta* adalah cara aplikasi terdiri atas rendam benih atau siram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kaldu hewan terbaik sebagai bahan formula cair *Pseudomonas fluorescens* P60 adalah kaldu keong mas, yang ditunjukkan dengan penekanan perkecambah sklerotium sebesar 97,4% pada perendaman 100 jam. Aplikasi formula cair terbaik untuk penekanan penyakit busuk pangkal batang adalah siram, yang ditunjukkan oleh penekanan perkecambah sklerotium, memperlama masa inkubasi, serta penekanan kejadian penyakit dan populasi akhir sklerotium masing-masing adalah 55,79, 147,35, 66,67, dan 59,68%. Pemberian formula cair juga mampu meningkatkan selisih tinggi tanaman, bobot basah dan kering tanaman, bobot basah dan kering akar, dan panjang akar berturut-turut sebesar 146,83, 86,62, 112,5, 87,88, 140, dan 159,68%.

Kata kunci: kaldu hewan, mentimun, *Pseudomonas fluorescens* P60, *Sclerotium rolfsii*

PENGANTAR

Mentimun (*Cucumis sativus* L.) merupakan salah satu jenis sayuran dari keluarga timun-timun (Cucurbitaceae). Tanaman ini menghasilkan buah yang dipanen ketika belum masak benar untuk dijadikan sayuran atau penyegar, tergantung jenisnya (Linayanti *et al.*, 2000). Badan Pusat Statistik (2009) mencatat bahwa dari tahun 2006 sampai 2009, produksi mentimun secara nasional menurun,

yaitu dari 598,890 ton hingga 575,995 ton. Penurunan ini terjadi karena adanya alih fungsi lahan maupun adanya serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Salah satu OPT penting yang menyerang tanaman mentimun adalah jamur *Sclerotium rolfsii* Sacc., penyebab penyakit busuk pangkal batang (Semangun, 2008). Patogen ini dapat membentuk sklerotium sebagai struktur istiharahat atau dorman, sehingga sukar untuk dikenda-

likan, karena dapat bertahan di dalam tanah selama bertahun-tahun walaupun tidak ada inang dan lingkungan yang tidak sesuai dengan pertumbuhannya (Agrios, 2005).

Salah satu alternatif pengendalian penyakit yang aman dan ramah lingkungan adalah dengan menggunakan agensia hayati, salah satunya adalah bakteri *Pseudomonas fluorescens* P60 (Soesanto, 2000; Soesanto & Termorshuzen, 2001). *Pseudomonas fluorescens* P60 sudah banyak diaplikasikan untuk mengendalikan beberapa patogen tular-tanah, seperti *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* pada cabe (Maqqon *et al.*, 2006), *F. oxysporum* f.sp. *allii* pada bawang merah (Santoso *et al.*, 2007), *F. oxysporum* f.sp. *gladioli* pada bunga gladiol (Soesanto *et al.*, 2008; Wardhana *et al.*, 2009), dan *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* pada tomat (Mugiastuti *et al.*, 2010).

Akan tetapi, aplikasi agensia hayati *P. fluorescens* P60 di lapangan masih mengalami kendala, terutama formulasi agensia hayati dengan bahan pembawanya. Formulasi umumnya masih tergolong mahal, sukar didapat, dan sukar diterapkan di lapangan (Hanudin *et al.*, 2004; Schisler *et al.*, 2004). Oleh karena itu, perlu adanya formulasi yang murah, mudah didapat dan dapat diterapkan. Formulasi cair organik yang berasal dari kaldu hewan berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan pembawa *P. fluorescens* P60 untuk formulasi, karena kaldu mengandung nutrisi yang tinggi. Hal ini didukung oleh Sulistiono (2010), yang menyatakan bahwa dalam kaldu banyak mengandung protein.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi formula cair berbahan pembawa kaldu hewan untuk formulasi *Pseudomonas fluorescens* P60, pengaruh lama perendaman sklerotium, dan cara aplikasi terbaik *P. fluorescens* P60 dalam formula cair dalam mengendalikan penyakit busuk pangkal batang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu *in vitro* di Laboratorium Perlindungan Tanaman dan *in planta* di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, selama empat bulan, dilaksanakan dari Mei sampai Agustus 2010.

Penyiapan Isolat

Isolat jamur *S. rolfsii* (koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman) ditumbuhkan pada medium

PDA dan diinkubasi selama empat hari pada suhu kamar. Selanjutnya, miselium dipindah secara aseptis pada medium potongan seresah jerami steril dan diinkubasi. Sklerotium yang terbentuk dipanen untuk digunakan di dalam penelitian ini. Isolat bakteri antagonis *P. fluorescens* P60 (Soesanto, 2000) ditumbuhkan pada medium King's B dan diinkubasi selama 2×24 jam pada suhu kamar.

Penyiapan Formula Cair

Formula cair disiapkan dari kaldu hewan, yang dibuat dengan merebus daging hewan uji, yaitu keong mas (setelah dibuang cangkangnya), ayam kampung dan ayam potong (setelah dibersihkan), ikan lele (setelah dibersihkan), tulang sapi, dan tikus (setelah dibersihkan), masing-masing sebanyak 1 kg dalam 4 l air sampai mendidih, dan masing-masing ditambah terasi 8 g (Septiani, 2010). Setelah mendidih, masing-masing larutan kaldu yang terbentuk disaring dan langsung dimasukkan ke dalam masing-masing jerigen steril dan ditutup serta dibiarkan sampai dingin. Selanjutnya, 200 ml/l suspensi *P. fluorescens* P60 dimasukkan ke dalam masing-masing jerigen secara aseptis, ditutup rapat, disimpan pada suhu kamar, dan sesering mungkin dikocok sampai waktu diperlukan.

Penyiapan Medium Tanam

Medium tanam terdiri atas campuran tanah, pasir, dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1:1 (b/b/b). Campuran tersebut diuap-panaskan selama 30 menit dan dimasukkan ke dalam polibag.

Penyiapan Tanaman Mentimun

Benih mentimun (merk Panah Merah) direndam terlebih dahulu dalam air steril selama 20 menit, kemudian direndam dalam formula cair *P. fluorescens* P60 selama 30 menit atau langsung ditanam pada medium tanam yang telah disiapkan, sesuai dengan perlakuan.

Pemberian Perlakuan

Infestasi sklerotium *S. rolfsii* dilakukan sehari sebelum tanam, dengan menambahkan masing-masing 10 sklerotium ke lubang tanam. Sklerotium dimasukkan ke kantung kain trico berpori 0,1 mm. Perlakuan formula cair *P. fluorescens* P60 diberikan dalam dua cara. Cara pertama, formula disiramkan ke lubang tanam sesaat sebelum tanam sebanyak 10 ml setiap lubang tanam dengan kerapatan 10^8 upk/ml. Cara kedua dengan perendaman benih mentimun selama 20 menit dalam formula tersebut sesaat sebelum tanam, yang benihnya kemudian ditiriskan dan ditanam dalam medium tanam.

Rancangan Percobaan

Penelitian in vitro. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Faktor pertama yang diuji adalah jenis formula cair organik, terdiri atas enam jenis kaldu dan kontrol, yaitu kontrol air steril (K), kaldu keong mas (F1), kaldu ayam kampung (F2), kaldu ikan lele (F3), kaldu ayam potong (F4), kaldu tulang sapi (F5), dan kaldu tikus (F6). Faktor kedua yang diuji adalah lama perendaman sklerotium dalam formula *P. fluorescens* P60, yaitu 0 jam (sesaat sampai basah merata) (W0), 1 jam (W2), 10 jam (W3), dan 100 jam (W4). Jumlah kombinasi perlakuan ada 28, masing-masing perlakuan diulang empat kali.

Penelitian in planta. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAK) faktorial. Faktor pertama adalah jenis formula cair organik, terdiri atas enam jenis kaldu sesuai penelitian *in vitro* dan kontrol sebanyak dua perlakuan (kontrol positif dengan air steril dan kontrol negatif dengan fungisida berbahan aktif mancozeb). Faktor kedua adalah cara aplikasi, meliputi siram (A1) dan rendam benih (A2). Kombinasi kedua faktor berjumlah 16 dan setiap perlakuan diulang tiga kali.

Variabel Pengamatan

Penelitian in vitro. Persentase perkecambahan sklerotium dihitung dengan rumus (Rahayu, 2008):

$$P = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan: P = perkecambahan (%), a = jumlah sklerotium yang berkecambah, dan b = jumlah keseluruhan sklerotium.

Penelitian in planta. Variabel pengamatan *in planta* meliputi: masa inkubasi, kejadian penyakit, populasi akhir sklerotium *S. rolfsii*, kepadatan akhir *P. fluorescens* P60, selisih tinggi tanaman, panjang akar, bobot basah tanaman, bobot kering tanaman, bobot basah akar, dan bobot kering akar. Perhitungan kejadian penyakit menggunakan rumus (Sinaga, 2006):

$$KP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan: KP = Kejadian penyakit (%), n = Jumlah tanaman yang terserang, N = Jumlah tanaman yang diamati.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan uji F untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan yang dicoba. Apabila berbeda nyata, dilanjutkan dengan

DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan tingkat kesalahan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian In vitro

Hasil analisis statistika perlakuan tunggal perkecambahan sklerotium menunjukkan berbeda nyata antara perlakuan dengan kontrol (Tabel 1), tetapi tidak berbeda nyata antar-formula. Namun demikian, secara umum formula terbaik dalam menekan perkecambahan sklerotium adalah F1 yaitu kaldu keong mas sebesar 43,1% atau sebesar 55,79% jika dibandingkan dengan kontrol. Sementara perkecambahan pada F5, F3, F2, F4, F6, dan K masing-masing sebesar 48,1; 48,8; 50; 50; 53,1; dan 97,5%. Tingginya penekanan perkecambahan sklerotium dalam formula kaldu keong mas diduga pada formula tersebut antagonis dapat tumbuh baik karena nutrisi (protein) yang dibutuhkan tersedia, sehingga perkembangan dan pertumbuhannya baik.

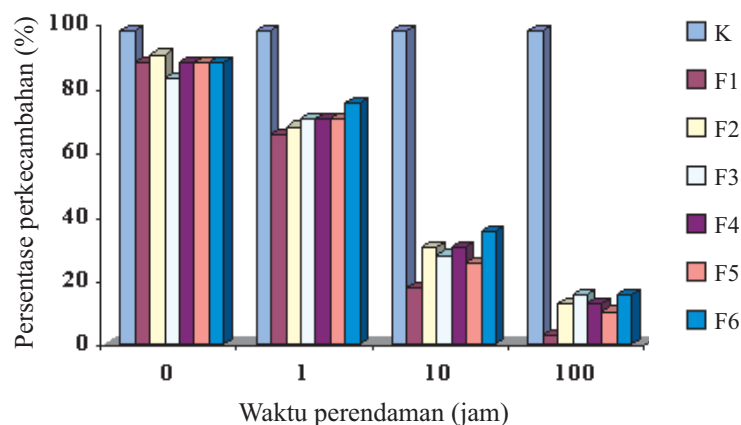
Hal ini sejalan dengan pendapat Sulistiono (2010), yang menyatakan bahwa dalam kaldu banyak mengandung protein, bahkan kandungan protein dalam keong dapat mencapai 16–50%. Data dari Dinas Peternakan dan Perikanan Jakarta Pusat (1992) menyebutkan, dalam 100 g daging ayam antara lain mengandung 18 g protein. Kandungan protein dalam 100 g daging ikan lele sebesar 11,2 g (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, 2010). Astawan (2004) menyatakan, komposisi daging relatif mirip satu sama lain, daging sapi kandungan proteinnya yang berkisar 15–20% dari berat bahan, dan kadar kolesterol daging sekitar 500 mg/100 g. Sementara nilai protein daging tikus seimbang dengan daging sapi atau ayam, sementara kadar lemaknya lebih rendah (Tempo, 1978).

Berdasarkan analisis statistika terhadap perlakuan tunggal lama perendaman sklerotium, menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata. Waktu yang paling baik dalam menekan perkecambahan sklerotium, yaitu perendaman selama 100 jam, kemudian diikuti perendaman 10 jam, dan 1 jam (Gambar 1). Hal ini karena semakin lama sklerotium direndam, maka faktor penghambat menjadi lebih besar pula, yaitu antibiotika yang menempel pada sklerotium (Soesanto *et al.*, 2003). Antibiotika tersebut kemudian dapat menyebabkan terjadinya lisis pada sklerotium. Antibiotika melakukan reaksi biokimia secara langsung setelah sklerotium direndam dan akan tidak menguntungkan untuk pertumbuhan dan perkecambahan sklerotium (Keel *et al.*, 1992).

Tabel 1. Pengaruh perlakuan terhadap perkecambahan sklerotium *Sclerotium rolfsii*

Perlakuan	Perkecambahan sklerotium (%)	Perlakuan	Perkecambahan sklerotium (%)
F hit F	49,98 **	W1K	97,50 a
K	97,50 a	W1F1	65,00 d
F1	43,10 c	W1F2	67,50 cd
F2	50,00 bc	W1F3	70,00 cd
F3	48,80 bc	W1F4	70,00 cd
F4	50,00 bc	W1F5	70,00 cd
F5	48,10 bc	W1F6	75,00 bcd
F6	53,10 b	W2K	97,50 a
F hit W	232,10 **	W2F1	17,50 fghi
W0	88,60 a	W2F2	30,00 ef
W1	73,60 b	W2F3	27,50 efg
W2	37,50 c	W2F4	30,00 ef
W3	23,60 d	W2F5	25,00 efgh
F hit W×F	6,75 **	W2F6	35,00 e
W0K	97,50 a	W3K	97,50 a
W0F1	87,50 ab	W3F1	2,50 i
W0F2	90,00 ab	W3F2	12,50 ghi
W0F3	82,50 abc	W3F3	15,00 fghi
W0F4	87,50 ab	W3F4	12,50 ghi
W0F5	87,50 ab	W3F5	10,00 hi
W0F6	87,50 ab	W3F6	15,00 fghi

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf kesalahan 5%. Kontrol/air steril (K), formula kaldu keong mas (F1), formula kaldu ayam kampung (F2), formula kaldu ikan lele (F3), formula kaldu ayam potong (F4), formula kaldu tulang sapi (F5), formula kaldu tikus (F6); perendaman 0 jam (sesaat sampai basah merata) (W0), perendaman 1 jam (W1), perendaman 10 jam (W2), dan perendaman 100 jam (W3).



Gambar 1. Perkecambahan sklerotium (%) dan berbagai waktu perendaman; kontrol/air steril (K), formula kaldu keong mas (F1), formula kaldu ayam kampung (F2), formula kaldu ikan lele (F3), formula kaldu ayam potong (F4), formula kaldu tulang sapi (F5), dan formula kaldu tikus (F6)

Penelitian In planta

Pengaruh Perlakuan terhadap Komponen Patosistem

Masa inkubasi dan gejala. Hasil analisis antar-perlakuan dengan kontrol tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap masa inkubasi penyakit (Tabel 2). Namun demikian, secara umum dapat dilihat perlakuan *P. fluorescens* P60 dalam formula cair organik mampu memengaruhi patogen *S. rolfsii*

penyebab penyakit busuk pangkal batang. Masa inkubasi terlama pada perlakuan formula kaldu ayam kampung, yaitu lebih dari 29,88 hsi atau tanaman tidak bergejala, diikuti perlakuan formula kaldu keong mas, yaitu 28,25 hsi. Hal ini membuktikan formula tersebut mampu menunda masa inkubasi, jika dibandingkan dengan kontrol air steril, yaitu 12,083 hsi dan kontrol fungisida, yaitu

Tabel 2. Pengaruh perlakuan terhadap masa inkubasi, kejadian penyakit, populasi akhir patogen, populasi akhir antagonis

Perlakuan	Masa Inkubasi (hsi) ^m	Kejadian Penyakit (%)	Populasi akhir patogen (butir)	Populasi akhir antagonis (upk/g)
F hit F	1,45	3,66 **	5,35**	111,25 **
K1	12,083	50,000 a	24,110 a	0,0 d
K2	17,362	38,888 a	15,057 b	0,0 d
F1	28,250	16,667 b	9,722 b	98,3 a
F2	29,888	16,667 b	9,833 b	95,7 ab
F3	26,083	16,665 b	11,390 b	91,7 abc
F4	23,833	16,665 b	14,945 b	82,7 c
F5	28,083	16,667 b	15,002 b	84,7 bc
F6	24,500	16,665 b	11,333 b	90,0 abc
F hit A	1,27	2,92	1,19	94,45 **
A1	21,743	27,778	14,709	54,1 b
A2	25,778	19,443	13,139	81,6 a
F hit F×A	0,21	0,32	0,02	4,76 **
K1A1	7,500	55,557	25,220	0,0 d
K1A2	16,667	44,443	23,000	0,0 d
K2A1	18,167	33,333	15,223	0,0 d
K2A2	16,557	44,443	14,890	0,0 d
F1A1	27,500	22,223	10,667	82,3 b
F1A2	29,000	11,110	8,777	114,3 a
F2A1	30,443	22,223	10,777	76,0 bc
F2A2	29,333	11,110	8,890	115,3 a
F3A1	23,500	22,220	12,223	74,3 bc
F3A2	28,667	11,110	10,557	109,0 a
F4A1	19,333	22,220	15,780	60,7 c
F4A2	28,333	11,110	14,110	104,7 a
F5A1	27,500	22,223	15,780	69,0 bc
F5A2	28,667	11,110	14,223	100,3 a
F6A1	20,000	22,220	12,000	70,7 bc
F6A2	29,000	11,110	10,667	109,3 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf kesalahan 5%. Kontrol dengan air steril (K1), kontrol dengan fungisida (K2), aplikasi rendam benih (A1), aplikasi siram formula (A2). Formula kaldu keong mas (F1), formula kaldu ayam kampung (F2), formula kaldu ikan lele (F3), formula kaldu ayam potong (F4), formula kaldu tulang sapi (F5), formula kaldu tikus (F6).

sebesar 17,362 hsi. Perlakuan formula kaldu ayam kampung dan formula kaldu keong mas diduga mampu memengaruhi perkembangan patogen.

Tumbuhnya *P. fluorescens* P60 dalam formula ikut memengaruhi perkecambahan sklerotium yang telah diinfestasikan saat aplikasi. Bakteri tersebut menempel pada sklerotium dan menyebabkan lisis karena antibiotika yang dihasilkan, sehingga dapat menunda masa inkubasi (Weller, 1988; Raaijmakers & Weller, 1998; Soesanto, 2000). Sesuai pendapat Prabowo *et al.* (2006), bahwa adanya penundaan masa inkubasi terjadi karena persaingan antara patogen dengan antagonis. Salah satu persaingan tersebut adalah adanya mekanisme antibiosis, sehingga menyebabkan patogen membutuhkan waktu lebih lama untuk menginfeksi tanaman (Keel *et al.*, 1992).

Hasil analisis aplikasi rendam dan siram menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap masa inkubasi (Tabel 2). Namun secara umum, aplikasi siram cenderung memiliki kemampuan lebih baik daripada aplikasi rendam. Pada aplikasi siram, masa inkubasi dapat ditunda hingga 25,78 hsi, sedangkan aplikasi rendam hanya 21,74 hsi. Hal ini diduga aplikasi siram memiliki jumlah populasi *P. fluorescens* P60 lebih banyak daripada aplikasi rendam. Banyaknya populasi *P. fluorescens* P60 akan memengaruhi lebih lamanya keberadaan bakteri antagonis tersebut di dalam tanah, yang selaras dengan hasil penelitian *in vitro* di atas (Tabel 1).

Perendaman benih menyebabkan bakteri lebih terkonsentrasi di sekitar benih, terutama pada saat benih mulai berkecambah dibanding penyiraman

formula, sehingga *P. fluorescens* P60 pada aplikasi siram lebih cepat menekan perkembangan patogen *S. rolfsii*. Didukung oleh pendapat Howel dan Stipanovic (1980), bahwa konsentrasi suspensi *P. fluorescens* pada kisaran $1,25 \times 10^5$ hingga 10^9 upk/g yang disiram, dapat mencegah penularan jamur *Pythium ultimum* pada tanaman kapas.

Hasil analisis kombinasi formula dengan aplikasi rendam maupun siram juga tidak berbeda nyata terhadap masa inkubasi (Tabel 2). Masa inkubasi terlama yaitu pada perlakuan aplikasi rendam formula kaldu ayam kampung sebesar 30,443 hsi dan aplikasi siram formula kaldu ayam kampung yaitu 29,333 hsi atau tanaman tidak bergejala. Hal ini diduga karena bakteri *P. fluorescens* P60 yang ada di dalam formula tersebut mampu memengaruhi pertumbuhan patogen. Hal ini juga selaras dengan hasil penelitian *in vitro*, yaitu perkecambahan sklerotium setelah direndam dalam beberapa kaldu, khususnya kaldu keong mas dan ayam kampung memiliki tingkat penghambatan terhadap perkecambahan sklerotium yang tinggi.

Kejadian penyakit. Hasil analisis kejadian penyakit menunjukkan bahwa penggunaan formula kaldu sangat berbeda nyata dalam menekan kejadian penyakit dibanding dengan kontrol air steril dan kontrol fungisida, tetapi tidak berbeda nyata antarformula. Kejadian penyakit terkecil pada formula kaldu keong mas, kaldu ayam kampung, dan kaldu tulang sapi yaitu masing-masing sebesar 16,67% (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa bakteri *P. fluorescens* P60 dalam formula kaldu keong mas, kaldu ayam kampung, dan kaldu tulang sapi mampu menekan kejadian penyakit busuk pangkal batang mencapai 66,67%, bila dibandingkan dengan penggunaan fungisida yang hanya dapat menekan sebesar 22,22% atau mampu menekan penyakit busuk pangkal batang sebesar 200% dibandingkan dengan menggunakan fungisida.

Tingginya nutrisi yang terkandung dalam kaldu tersebut memungkinkan bakteri antagonis dapat tumbuh dan berkembang, sehingga saat diaplikasikan dapat bersaing dan menekan *S. rolfsii*. Selain itu, keefektifan *P. fluorescens* P60 dalam menekan *S. rolfsii* diduga karena bakteri ini menghasilkan metabolit sekunder (Raaijmakers & Weller, 1998; Soesanto, 2000). Metabolit sekunder yang berperan penting antara lain siderofor, pterin, pirol, dan fenazin. Siderofor digunakan sebagai fungistasis dan bakteriostatis (Kloepper *et al.*, 1980; Weller, 1988; Soesanto, 2008).

Cara aplikasi berupa rendam maupun siram berdasarkan hasil analisis tidak berbeda nyata dalam

menekan kejadian penyakit (Tabel 2). Namun demikian, aplikasi siram memiliki kecenderungan lebih mampu menekan kejadian penyakit daripada aplikasi rendam karena aplikasi siram mampu menyediakan jumlah lebih banyak antagonis dibandingkan dengan aplikasi rendam, yang terbatas di sekitar benih yang direndam. Hal ini terlihat dari rendahnya kejadian penyakit pada aplikasi siram sebesar 19,44%, yang lebih rendah dibandingkan dengan aplikasi rendam sebesar 27,78%. Hasil ini juga berkorelasi dengan masa inkubasi yang cenderung lebih lama pada aplikasi siram. Hal ini diduga aplikasi siram memiliki populasi *P. fluorescens* P60 yang lebih tinggi dari pada aplikasi perendaman benih mentimun, sesuai pendapat Howell dan Stipanovic (1980). Tingginya populasi *P. fluorescens* P60 pada aplikasi siram, kemungkinan bakteri mempunyai kemampuan menyebar yang tinggi, terutama karena adanya aliran air siraman. Hal ini sejalan dengan pendapat Soesanto (2000, 2008), yang menyatakan *P. fluorescens* P60 mampu mempertahankan diri pada rhizosfer, mampu meningkatkan populasinya, menghasilkan senyawa penghambat patogen, dan mampu mengkoloni akar tanaman.

Populasi akhir *P. fluorescens* P60 dan sklerotium. Hasil analisis statistika menunjukkan hasil berbeda nyata antara aplikasi siram dengan rendam. Kepadatan populasi akhir antagonis tertinggi yaitu sebesar $115,3 \times 10^9$ upk/g tanah terdapat pada perlakuan aplikasi siram formula kaldu ayam kampung. Tingginya populasi antagonis pada aplikasi siram diduga karena beberapa sifat atau kemampuan antagonis yang mendukung kehidupannya. Menurut Duffy dan Weller (1995), sifat *P. fluorescens* yaitu, kemampuan dalam memanfaatkan eksudat akar, mengkoloni perakaran, mempertahankan populasinya, menyebar luas, menempel sangat kuat pada perakaran, dan daya tahan pada tanah. Sementara Soesanto (2000) dan didukung oleh Cook *et al.* (1998), menyatakan bahwa salah satu sifat bakteri *P. fluorescens* P60, yaitu lebih cepat mengkoloni di sekitar rhizosfer dan mampu mempertahankan populasinya.

Sementara itu, hasil analisis terhadap populasi sklerotium pada perlakuan tunggal menunjukkan bahwa pada kontrol air steril tanpa penggunaan *P. fluorescens* P60, menunjukkan hasil berbeda sangat nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya, baik aplikasi siram maupun rendam dan kontrol fungisida. Populasi akhir sklerotium terbanyak pada perlakuan kontrol sebesar 24 butir/polibag. Hal tersebut dikarenakan tidak adanya mikroba antagonis yang

berperan sebagai pesaing, sehingga patogen dapat berkembang. Hal ini selaras dengan hasil penelitian Soesanto *et al.* (2003), bahwa jumlah sklerotium akhir lebih tinggi pada kontrol, bahkan terjadi peningkatan sebesar 106,2%.

Selain itu, patogen dapat memanfaatkan kandungan nutrisi di dalam tanah tanpa adanya pesaing dari mikroba antagonis, khususnya dalam memanfaatkan ion ferri yang banyak dibutuhkan patogen sebagai nutrisi penting untuk kevirulennanya. Menurut Lucas (1998), sklerotium membutuhkan zat besi sebagai nutrisi penting untuk virulensinya.

Kepadatan populasi akhir sklerotium terendah terdapat pada perlakuan penyiraman formula *P. fluorescens* berbahan pembawa kaldu keong mas sebesar 9 butir/polibag. Hal ini diduga karena bakteri *P. fluorescens* P60 dapat berperan sebagai pesaing patogen. Persaingan yang terjadi adalah dalam memperoleh nutrisi. Menurut Coley-Smith dan Cooke (1971), senyawa karbon dan nitrogen merupakan nutrisi mutlak yang dibutuhkan sklerotium untuk menyintesis komponen yang akan memperbaiki kehidupan sel dan pertumbuhan vegetatif, serta pembentukan struktur tertentu. Rendahnya populasi sklerotium pada perlakuan, karena bakteri antagonis telah memperoleh nutrisi karbon dan nitrogen yang juga dibutuhkan jamur *S. rolfii*. Selain itu, *P. fluorescens* mempunyai mekanisme siderofor yang mengikat ion besi dan antibiotika (2,4-diasetilfloroglusionol) atau keaktifan fitotoksin, yang menghambat pertumbuhan sklerotium (Dowling & O'Gara, 1994; Soesanto, 2000; Wardhana *et al.*, 2009), sehingga menyebabkan *S. rolfii* tidak tumbuh dan berkembang.

Pengaruh Perlakuan terhadap Komponen Pertumbuhan

Selisih tinggi tanaman. Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa untuk tinggi tanaman terdapat perbedaan nyata dari masing-masing perlakuan dengan kontrol. Tinggi tanaman tertinggi yaitu pada perlakuan formula kaldu keong mas sebesar 20,29 cm. Hal ini menunjukkan rerata perlakuan dengan *P. fluorescens* P60 lebih tinggi dibanding tanpa *P. fluorescens* P60 (K1 dan K2), hal ini karena *P. fluorescens* P60 dapat merangsang pertumbuhan tanaman serta mampu menekan pertumbuhan patogen, sehingga tanaman dapat tumbuh baik dan berkembang tanpa adanya serangan dari patogen.

Menurut Dowling dan O'Gara (1994), *P. fluorescens* dapat merangsang pertumbuhan tanaman dengan memproduksi asam salisilat dan asam indol asetat (IAA) sebagai hormon pertumbuhan

tanaman. Selain itu, sesuai dengan sifat bakteri *P. fluorescens* P60 sebagai agensia hayati maupun sebagai PGPR. Hal ini sejalan dengan pendapat Soesanto (2008), yang menyatakan bahwa bakteri *P. fluorescens* P60 dapat memberikan pengaruh menguntungkan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman, yaitu sebagai PGPR.

Bobot basah dan kering tanaman. Hasil analisis data bobot basah dan kering tanaman menunjukkan hasil yang berbeda nyata antara kombinasi perlakuan dengan kontrol dan antarkontrol juga menunjukkan hasil yang berbeda nyata, tetapi tidak untuk bobot kering. Pramudiana (1998) melaporkan bahwa penambahan *P. fluorescens* asal rhizosfer jagung, tomat, caisim, bawang daun, kentang, seledri, wortel, dan kubis cenderung meningkatkan bobot basah tanaman.

Bobot basah dan kering yang tinggi pada kombinasi perlakuan aplikasi siram formula kaldu ayam kampung selain disebabkan tanaman tidak terinfeksi sklerotium, juga karena *P. fluorescens* P60 yang dapat menghasilkan hormon tumbuh, sehingga dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Hal ini didukung pendapat Landa *et al.* (2002), bahwa *P. fluorescens* berperan sebagai PGPR, sehingga dapat menghasilkan hormon tumbuh, di antaranya auksin, giberallin, dan sitokinin. (Tabel 3)

Bobot basah dan kering akar. Hasil analisis menunjukkan bahwa untuk bobot basah akar terdapat perbedaan yang nyata dari masing-masing perlakuan dengan kontrol (Tabel 3). Bobot basah akar tertinggi yaitu pada perlakuan aplikasi siram formula kaldu ayam kampung yaitu sebesar 0,064 g. Tingginya bobot basah akar tanaman pada perlakuan tersebut diduga karena formula yang diberikan mampu menekan patogen sehingga proses fisiologis tanaman dan translokasi unsur hara dari tanah ke dalam tanaman tidak terganggu. Mekanisme *P. fluorescens* P60 di samping melalui penekanan patogen, dapat juga dihubungkan dengan pengaruh tidak langsung yang dapat merangsang pertumbuhan akar tanaman dan berperan sebagai PGPR, sehingga dapat menghasilkan hormon tumbuh, di antaranya auksin, giberallin, dan sitokinin (Kloepper *et al.*, 1980; Landa *et al.*, 2002).

Hasil analisis terhadap bobot kering akar juga menunjukkan hasil berbeda nyata antara kombinasi perlakuan dengan kontrol. Bobot kering akar terbesar yaitu pada perlakuan aplikasi siram formula kaldu ayam kampung sebesar 0,012 g, sedangkan bobot kering akar terendah pada perlakuan kontrol dengan air steril, yaitu sebesar 0,0049 g. Tingginya bobot kering akar tanaman pada perlakuan aplikasi

Tabel 3. Pengaruh perlakuan terhadap selisih tinggi tanaman, bobot basah tanaman, bobot basah akar, bobot kering tanaman, bobot kering akar, panjang akar

Perlakuan	Selisih tinggi tanaman (cm)	Bobot basah tanaman (g)	Bobot basah akar (g)	Bobot kering tanaman (g)	Bobot kering akar (g)	Panjang akar (cm)
F hit F	2,72 *	2,37 *	2,55 *	3,85 **	3,87 **	3,31 *
K1	8,222 c	1,41873 c	0,03315 b	0,08342 b	0,00540 b	2,53333 b
K2	8,938 bc	1,49192 b	0,04033 ab	0,07660 b	0,00568 b	2,87223 b
F1	20,290 a	2,47528 a	0,06132 a	0,14703 a	0,01087 a	6,45000 a
F2	18,290 a	2,64810 a	0,06262 a	0,17037 a	0,01163 a	6,57222 a
F3	16,977 ab	2,52268 a	0,05980 a	0,14722 a	0,00993 a	6,00557 a
F4	18,205 a	2,29700 a	0,05812 a	0,14150 a	0,00913 a	5,74998 a
F5	18,807 a	2,40910 a	0,06118 a	0,14658 a	0,01083 a	6,37223 a
F6	17,895 a	2,34927 a	0,05662 a	0,14373 a	0,00928 a	5,75000 a
F hit A	0,96	1,40	0,46	7,01 *	3,37	2,07
A1	14,975	2,07301	0,05248	0,11613 b	0,00832	4,83333
A2	16,931	2,33001	0,05580	0,14798 a	0,00987	5,74306
F hit F×A	0,17	0,78	0,14	1,25	0,18	0,02
K1A1	7,467	1,50727	0,03273	0,06923	0,00493	2,26667
K1A2	8,977	1,33020	0,03357	0,09760	0,00587	2,80000
K2A1	10,620	1,94627	0,04357	0,10353	0,00577	2,54447
K2A2	7,257	1,03757	0,03710	0,04967	0,00560	3,20000
F1A1	18,867	2,24870	0,05967	0,12760	0,01027	5,98890
F1A2	21,713	2,70187	0,06297	0,16647	0,01147	6,91110
F2A1	16,933	2,30053	0,06030	0,12980	0,01060	6,11110
F2A2	19,647	2,99567	0,06493	0,21093	0,01267	7,03333
F3A1	14,753	2,16733	0,05850	0,12561	0,00907	5,63333
F3A2	19,200	2,87803	0,06110	0,16883	0,01080	6,37780
F4A1	16,733	2,09930	0,05553	0,12277	0,00820	5,25553
F4A2	19,677	2,49470	0,06070	0,16023	0,01007	6,24443
F5A1	17,647	2,19333	0,05910	0,12657	0,01013	5,77777
F5A2	19,967	2,62487	0,06327	0,16660	0,01153	6,96670
F6A1	16,780	2,12133	0,05047	0,12397	0,00760	5,08890
F6A2	19,010	2,57720	0,06277	0,16350	0,01097	6,41110

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf kesalahan 5%. Kontrol dengan air steril (K1), kontrol dengan fungisida (K2), aplikasi rendam benih (A1), aplikasi siram formula (A2). Formula kaldu keong mas (F1), formula kaldu ayam kampung (F2), formula kaldu ikan lele (F3), formula kaldu ayam potong (F4), formula kaldu tulang sapi (F5), formula kaldu tikus (F6).

siram formula kaldu ayam kampung tersebut diduga perlakuan yang diberikan mampu menekan patogen, sehingga tidak memberikan kesempatan kepada patogen untuk memenetrasi tanaman. Lebih lanjut dijelaskan Klopper *et al.* (1980) dan Leong (1986), bahwa pada kondisi Fe^{3+} terbatas, *P. fluorescens* mampu mengikatnya dengan kuat karena adanya senyawa siderofor. Besi merupakan unsur penting pertumbuhan, karena berfungsi sebagai kofaktor untuk enzim oksidasi dan reduksi. Banyak patogen membutuhkan besi sebagai nutrisi penting untuk kevirulennanya, sehingga produksi siderofor menyebabkan Fe^{3+} tidak tersedia bagi patogen. Akibatnya patogen dapat ditekan dan tanaman dapat tumbuh dengan optimum sehingga berat kering menjadi besar (Santoso *et al.*, 2007).

Panjang akar. Hasil analisis terhadap panjang akar secara umum menunjukkan hasil yang berbeda nyata antara kontrol dengan kombinasi perlakuan. Ukuran akar yang terpanjang yaitu pada kombinasi perlakuan aplikasi siram formula kaldu ayam kampung dan aplikasi siram formula kaldu keong mas, masing-masing sebesar 7,033 cm dan 6,911 cm. Apabila dibandingkan dengan kontrol, akar terpendek sebesar 2,267 cm. Tingginya nilai panjang akar pada perlakuan *P. fluorescens* karena bakteri ini dapat menghasilkan hormon tumbuh seperti auksin, giberallin, dan sitokinin (Salmeron, 1990; Hall *et al.*, 1996). Hormon giberelin dibutuhkan tanaman sebagai perangsang pada pertumbuhan akar (Alizadeh & Parsaeimehr, 2011), sehingga keberadaan bakteri ini dapat meningkatkan panjang akar mentimun.

KESIMPULAN

1. Semua formula cair berbahan kaldu hewan dapat dijadikan bahan formulasi bakteri antagonis *P. fluorescens*. Formula terbaik adalah pada kaldu keong dengan jumlah populasi akhir $98,3 \times 10^9$ upk/g tanah.
2. Lama perendaman sklerotium dalam formula *P. fluorescens* memengaruhi perkecambahannya. Semakin lama perendaman, penekanan perkecambahannya semakin baik. Hal ini berarti lama sklerotium terendam dalam formula akan menekan perkecambahannya.
3. Secara umum aplikasi siram merupakan yang terbaik untuk penggunaan formula di lapangan. Hal ini terlihat dari tingginya masa inkubasi, kejadian penyakit, kepadatan akhir sklerotium, kepadatan akhir *P. fluorescens* P60, selisih tinggi tanaman, panjang akar sebesar, bobot basah dan bobot kering tanaman, bobot basah dan bobot kering akar, berturut-turut sebesar 25,78 hsi, 19,44%, 13 butir, $81,6 \times 10^9$ upk/g tanah, 16,93 cm, 5,74 cm, 2,33 g dan 0,15 g, serta 0,055 g dan 0,009 g.
4. Perlakuan pemberian formula *P. fluorescens* P60 dapat menekan perkecambahannya sklerotium, masa inkubasi, kejadian penyakit, dan populasi akhir sklerotium, berturut-turut sebesar 55,79; 147,35; 66,67; dan 59,68 %.
5. Perlakuan pemberian formula *P. fluorescens* P60 dapat meningkatkan selisih tinggi tanaman, bobot basah tanaman, bobot kering tanaman, bobot basah akar, bobot kering akar, dan panjang akar, berturut-turut sebesar 146,83; 86,62; 112,5; 87,88; 140; dan 159,68 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jendral Perguruan Tinggi yang telah membantu pendanaan penelitian ini melalui Hibah Kompetensi Batch II dan kepada Jayanto atas bantuannya di dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Agrios, G.N. 2005. *Plant Pathology*, 5th ed. Elsevier Academic Press, New York. 922 p.

Alizadeh, O. & A. Palsaeimehr. 2011. The Influence of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on the Reduction of Abiotic Stresses in Crops. *ELBA Bioflux* 3(2): 93–99. (On-line). <http://www.elba.bioflux.com.ro/docs/2011.3.93-99.pdf>, modified 30/4/11.

Astawan, M. 2004. *Mengapa Kita Perlu Makan Daging*. (On-line). <http://www.gizi.net/cgi-bin/berita/full-news.cgi?newsid1084846725,67502>, diakses 5/1/11.

Badan Pusat Statistik. 2009. *Produksi Sayuran di Indonesia*. (On-line). http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=55&no_tab=15, diakses 30/4/10.

Coley-Smith, J.R. & R.C. Cooke. 1971. Survival and Germination of Fungal Sclerotia. *Annual Review of Phytopathology* 9: 65–92.

Cook, J.R., D.W. Weller, & M.S. Thomashow. 1998. Potential for Biological Control of Root Pathogens with *Pseudomonas* Species Introduced into Rhizosphere. *Phytoparasit.* 26: 251–252.

Dinas Peternakan dan Perikanan Jakarta Pusat. 1992. *Manfaat Daging, Telur, Susu*. (On-line). http://www.jakarta.go.id/_jakpus/Ternak/datsu.htm, diakses 1/12/10.

Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2010. *Ikan Lele Memiliki Kandungan Gizi yang Tinggi sehingga Bagus untuk Dikonsumsi*. (On-line). http://www.perikanan-budidaya.dkp.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=199:ikan-lele-memiliki-kandungan-gizi-yang-tinggi-sehingga-bagus-untuk-dikonsumsi&catid=148:sekretariat&Itemid=144, diakses 1/12/10.

Dowling, D.N. & F. O'Gara. 1994. Metabolism of *Pseudomonas* Involved in the Biocontrol of Plant Disease. *Trends in Biotechnology* 12: 133–141.

Duffy, B.K. & D.M. Weller. 1995. Use of *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* Alone and in Combination with *fluorescent Pseudomonads* to Suppress Take all of Wheat. *Plant Disease* 79: 907–911.

Hall, J.A., D. Peirson, S. Ghosh, & B.R. Glick. 1996. Root Elongation in Various Agronomic Crops by the Plant Growth Promoting Rhizobacterium *Pseudomonas putida* GR 12-2. *Israel Journal of Plant Sciences* 44: 37–42.

Hanudin, B. Marwoto, A. Syaefullah, K. Mulya, & M. Machmud. 2004. Formula Cair untuk Pengendalian Penyakit Layu Fusarium pada Anyelir. *Jurnal Hortikultura* 14 (Ed. Khusus): 403–409.

Howell, C.R. & R.D. Stipanovic. 1980. Suppression of *Pythium ultimum* Induced Damping-off of Cotton Seedlings by *Pseudomonas fluorescens* and its Antibiotic Pyoluteorin. *Phytopathology* 70: 712–715.

Keel, C., U. Schnider, M. Maurhofer, C. Voissard, J. Laville, U. Burger, P. Wirthner, D. Hass, & G. Defago. 1992. Suppression of Root Disease by *Pseudomonas fluorescens* CHAO: Importance of

- Bacterial Secondary Metabolite 2,4-diacetylphloroglucinol. *Molecular Plant Microbe Interaction* 5: 4–13.
- Kloepper, J.W., J. Leong, M. Teintze, & M.N. Schroth. 1980. *Enhanced Plant Growth by Siderophores Produced by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria*. *Nature* 286: 885–886. Doi: 10.1038/2868850.
- Landa, B.B., A.E. de Werd Henricus, B.B. McSpadden Gardener, & D.M. Weller. 2002. Comparison of Three Methods for Monitoring Populations of Different Genotypes of 2,4-diacetylphloroglucinol-producing *Pseudomonas fluorescens* in Rhizosphere. *Phytopathology* 92: 129–137. (On-line). apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/Phyto.2002.92.2.129, modified 21/10/10.
- Leong, T. 1986. *Siderophore: Their Biochemistry and Possible Role in the Biocontrol of Plant Pathogens*. *Annual Review of Phytopathology* 24: 187–209.
- Linayanti, D., Wartoyo, & Try Wahyuti. 2000. *Pengaruh Saat Panen dan Suhu Penyimpanan terhadap Umur Simpan Kualitas Mentimun Jepang Cucumis ativus L.* (On-line). <http://pertanian.uns.ac.id/~agronomi/agrosains/pengsaatpanenanggurlinayanti.pdf>, diakses 5/1/11.
- Lucas, J.A., 1998. *Plant Pathology and Plant Pathogen*, 3rd. Great Britain at The University Press, England. 279 p.
- Maqqon, M., Kustantinah, & L. Soesanto. 2006. Penekanan Hayati Penyakit Layu Fusarium Tanaman Cabai Merah. *Agrosains* 8: 50–56.
- Mugiastuti, E., L. Soesanto, & R.F. Rahayuniati. 2010. Pemanfaatan *Pseudomonas fluorescens* P60 dalam Formula Cair Organik untuk Mengendalikan Penyakit Layu Bakteri pada Tanaman Tomat, p. 99–105. In L. Soesanto, R.F. Rahayuniati, E. Mugiastuti, & A. Manan (eds.), *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman Ramah Lingkungan*. Jurusan HPT, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Prabowo, A.K.E., N. Prihatiningsih, & L. Soesanto. 2006. Potensi *Trichoderma harzianum* dalam Mengendalikan Sembilan Isolat *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. *zingiberi* Trujillo pada Kencur. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* 8: 76–84.
- Pramudiana, A. 1998. *Pemanfaatan Pseudomonas Kelompok Fluorescens untuk Pengendalian secara Hayati Penyakit Akar Gada pada Caisin*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. 67 p. (Tidak dipublikasikan).
- Raaijmakers, J.M. & D.M. Weller. 1998. Natural Plant Protection by 2,4-diacetylphloroglucinol-Producing *Pseudomonas* spp. in Take-all Decline Soils. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 11: 144–152.
- Rahayu, M. 2008. *Efikasi Isolat Pseudomonas fluorescens terhadap Penyakit Rebah Semai pada Kedelai*. (On-line). <http://pangan.litbang.deptan.go.id/berkasPDF/JurnalPP/2008/Nomor-3/no-3-08.pdf>, diakses 12/10/10.
- Salmeron V., M.V. Martinez-Toledo, & J. Gonzalez-Lopez. 1990. Nitrogen Fixation and Production of Auxins, Gibberlines and Cytokinins by an *Azotobacter chroococcum* Strain Isolated from the Root of *Zea mays* in the Presence of Insoluble Phosphate. *Chemosphere* 20: 417–422.
- Santoso, S.E., L. Soesanto, & T.A.D. Haryanto. 2007. Penekanan Hayati Penyakit Moler pada Bawang Merah dengan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, dan *Pseudomonas fluorescens* P60. *Jurnal HPT Tropika* 7: 53–61.
- Schisler, D. A., P.J. Slininger, R.W. Behle, & M.A. Jackson. 2004. Formulation of *Bacillus* spp. for Biological Control of Plant Diseases. *Phytopathology* 94: 1267–1271.
- Semangun, H. 2008. *Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*, edisi kedua. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 475 p.
- Septiani, D.A. 2010. *Pemanfaatan Bakteri Antagonis sebagai Pengendali Hayati Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Bawang Merah*. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. (Tidak dipublikasikan).
- Sinaga, M.S. 2006. *Dasar-Dasar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Penebar Swadaya, Jakarta. 136 p.
- Soesanto, 2000. *Ecology and Biological Control of Verticillium dahliae*. Ph.D. Thesis, Wageningen University, Wageningen.
- Soesanto, L. & A.J. Termorshuizen. 2001. *Pseudomonas fluorescens* P60 sebagai Agensia Hayati Jamur Patogen Tular-tanah, p. 183–186. In A. Purwantara, D. Sitepu, I. Mustika, K. Mulya, M.S. Sudjono, M. Machmud, S.H. Hidayat, Supriadi, Widodo (eds.), *Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Nasional PFI*, Bogor, 22–24 Agustus 2001.
- Soesanto, L., R. Hidayat, & D.S. Utami. 2003. Prospek Pemanfaatan *Pseudomonas fluorescens* P60 untuk Pengendalian Penyakit Busuk Batang pada Kacang Tanah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 7: 1–6.

- Soesanto, L., Rokhlani, & N. Prihatiningsih. 2008. Penekanan Beberapa Mikroorganisme Antagonis terhadap Penyakit Layu Fusarium Gladiol. *Agrivita* 30: 75–83.
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta. 573 p.
- Sulistiono. 2010. *Manfaat Daging Keong*. (On-line). <http://www.suaramerdeka.com/harian/0704/14/ked05.htm>, diakses 11/8/10.
- Tempo. 1978. *Dianjurkan: Makan Tikus*. (On-line). <http://majalah.interaktif.com/id/arsip/1978/07/29/lin/mbm.19780729.lin72374.id.html>, diakses 5/1/11.
- Wardhana, D.W., L. Soesanto, & D.S. Utami. 2009. Penekanan Hayati Penyakit Layu Fusarium pada Subang Gladiol. *Jurnal Hortikultura* 19: 304–311.
- Weller, D.M. 1988. Biological Control of Soil-borne Plant Pathogens in the Rhizosphere with Bacteria. *Annual Review of Phytopathology* 26: 379–407.