

POTENSI TIGA GENUS BAKTERI DARI TIGA RIZOSFER TANAMAN SEBAGAI AGENSIA PENGENDALI HAYATI PENYAKIT LINCAT

POTENTION OF THREE GENERA OF BACTERIA FROM THREE OF CROP RHIZOSPHERE AS BIOLOGICAL CONTROL AGENT OF THE LINCAT DISEASE

Heru Adi Djatmiko¹⁾, Triwidodo Arwiyanto²⁾, Bambang Hadisutrisno²⁾, dan Bambang
Hendro Sunarminto²⁾

¹⁾ Fakultas Pertanian Unsoed, Purwokerto

²⁾ Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta

Jln. dr. Suparno Karangwangkal Purwokerto 53123

heru_adi@yahoo.com

ABSTRACT

Objectives of this research were to characterize three genera of bacteria isolated from three of crop rhizosphere, and to measure the ability of the antagonistic bacteria in suppressing lincat disease caused by *Ralstonia solanacearum* and *Meloidogyne incognita*. The research showed that the sixth bacteria were able to utilize some carbon and nitrogen compounds, degrade macromolecules, grew at different temperatures and salt contents, and grew at medium with chitin and pectin. The bacteria isolated from pepper rhizosphere (Pf51, Ba4, Ba22), groundnut (Pf83), and eggplant (S4 dan S7) was included to fluorescent pseudomonads (Pf51 and Pf 83), *Bacillus* spp. (Ba4 and Ba22), and *Streptomyces* spp. (S4 and S7). The sixth bacteria having the ability in antagonist. The bacteria isolate having the best ability in suppressing *Ralstonia solanacearum* and *Meloidogyne incognita* was *Streptomyces* spp. (S4). The bacteria isolate having the best ability in suppressing *R. solanacearum* by antibiosis and the inhibition mechanism by bacteriostatic was S4.

Key words: antagonist bacteria, , lincat disease

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini, yaitu untuk mengkarakterisasi tiga genus bakteri yang diisolasi dari tiga rizosfer tanaman dan mengukur kemampuan antagonisnya dalam menekan penyakit lincat yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* and *Meloidogyne incognita*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Keenam bakteri tersebut mampu memanfaatkan beberapa senyawa karbon dan nitrogen, mendegradasi makromolekul, mampu tumbuh pada berbagai suhu dan kandungan garam, dan tumbuh pada medium yang mengandung kitin dan pektin. Isolat bakteri yang diisolasi dari rizosfer cabai (Pf51, Ba4, Ba22), kacang tanah (Pf83), dan terung (S4 dan S7) termasuk dalam Pseudomonas kelompok fluoresen (Pf51 dan Pf 83), *Bacillus* spp. (Ba4 dan Ba22), dan *Streptomyces* spp. (S4 dan S7). Keenam isolat bakteri mempunyai kemampuan antagonis. Isolat bakteri yang paling baik dalam menekan *Ralstonia solanacearum* dan *Meloidogyne incognita* adalah *Streptomyces* spp. (S4). Isolat bakteri yang paling baik menekan *Ralstonia solanacearum* dengan cara antibiosis dan mekanisme penghambatan secara bakteristatik adalah S4.

Kata kunci: bakteri antagonis, penyakit lincat

PENDAHULUAN

Ralstonia solanacearum dan *Meloidogyne incognita* adalah patogen yang menyebabkan penyakit lincat dan kerugian pada tembakau sampai 50%, khususnya pada ketinggian 800-1100 m dpl (Purlani dan Rachman, 2000). Lahan pertanian tembakau di daerah Temanggung dengan ketinggian tempat tersebut mempunyai kandungan bahan organik yang rendah (kurang dari 1%) dan banyak mengandung *Ralstonia solanacearum* dan *Meloidogyne incognita* (Djajadi dan Murdiyati, 2000).

Upaya pengendalian kedua patogen tersebut telah banyak dilakukan diantaranya yaitu *R. solanacearum* dapat dikendalikan dengan rotasi tanaman, fumigasi, pengendalian nematoda dan gulma (Akiew and Trevorrow, 1994). Pengendalian *M. incognita* dilakukan dengan menggunakan nematisida karbofuran dan dazomet, dan menanam *Tagetes* spp. sebagai tanam rotasi (Dalmadiyo, 1996), menginokulasikan *Pasteuria penetrans* (Agrios, 2005; Ownley, 2002; Kerry, 2000), menggunakan campuran kotoran sapi dan urin (Abubakar *et al.*, 2004). Upaya pengendalian kedua patogen tersebut belum memberikan hasil yang memuaskan karena salah satu kesulitannya mempunyai inang yang banyak, sehingga diperlukan upaya lain seperti pengendalian *in vitro*.

Upaya pengendalian *Ralstonia solanacearum* dan *Meloidogyne incognita* *in vitro* dapat dilakukan dengan menggunakan agensia pengendali hayati. Beberapa agensia pengendali hayati yang mempunyai kemampuan baik dalam pengendalian patogen lewat tanah yaitu *Pseudomonas* kelompok fluoresen (Kloepper, 1993), *Bacillus* spp., dan *Streptomyces* spp. (Cook and Baker, 1983). Bakteri-bakteri ini banyak ditemukan di rizosfer tanaman. *Pseudomonas fluoresen* yang diperoleh dari *Mimosa invisa* mampu menghambat pertumbuhan *Ralstonia solanacearum* *in vitro* dengan zona penghambatan bervariasi dari 2-15 mm. Mekanisme penghambatan sebagian besar adalah bakterisidal dan hanya beberapa yang bersifat

bakteriostatik (Arwiyanto, 1997). Isolat *Bacillus* spp. B46 cenderung mempunyai kemampuan yang sama sebagai pengendali *Ralstonia solanacearum* dan penyakit layu bakteri (Prihatiningsih *et al.*, 2006). *Streptomyces galbus* R-5 endofitik efektif mengendalikan beberapa patogen karena mempunyai kemampuan hidup pada permukaan dan masuk jaringan daun sesudah kolonisasi jaringan inang, serta mendegradasi komponen dinding sel dengan enzim hidrolitik (selulase, pektinase, dan xilanase) (Minamiyama *et al.*, 2003). Dalam penelitian ini, tiga genus bakteri yang digunakan yaitu bakteri yang diisolasi dari rizosfer cabai, kacang tanah, dan terung (Rahayu, 2005; Asfanudin, 2005; Haryono, 2005). Bakteri yang diperoleh disekitar tempat penelitian tersebut diharapkan mempunyai kemampuan yang baik sebagai antagonis penyakit lincat.

Penelitian bertujuan untuk mengkarakterisasi tiga genus bakteri yang diisolasi dari tiga rizosfer tanaman dan mengukur kemampuan antagonisnya dalam menekan penyakit lincat yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* and *Meloidogyne incognita*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium Bakteriologi Tumbuhan dan Nematologi Tumbuhan dari bulan Januari sampai dengan Maret 2005.

Bahan penelitian yang digunakan terdiri atas medium untuk uji biokimia dan fisiologi bakteri antagonis, *Buffer fosfat* pH 7 + 0.1% pepton, benih tomat Varietas Ratna, *R. solanacearum*, tiga bakteri yang diisolasi dari rizosfer tanaman cabai, kacang tanah, dan terung, dan nematoda *M. incognita*. Alat-alat yang digunakan terdiri atas cawan petri, neraca analitis, vortex, *drigalski spatula*, sirakus, sentrifus, tabung sentrifus, tabung efendorf, mikropipet, lampu UV dengan panjang gelombang 365 nm, dan autoklaf.

Bakteri rizosfer yang digunakan yaitu tiga genus bakteri yang diisolasi dari rizosfer cabai, kacang tanah, dan terung (Asfanudin, 2005; Haryono, 2005; Rahayu, 2005).

Karakterisasi tiga genus bakteri yang diisolasi dari rizosfer tanaman

Karakterisasi bertujuan untuk mengetahui sifat biokimia dan fisiologi tiga bakteri. Metode yang digunakan untuk menguji sifat-sifat tersebut yaitu metode yang dikemukakan oleh Lelliot and Stead (1987). Sifat-sifat tersebut yaitu penggunaan senyawa karbon, nitrogen, perombakan makromolekul, uji reaksi gram, uji oksidase, uji katalase, pembentukan pigmen, lisin dekarboksilase, pertumbuhan pada berbagai suhu inkubasi, pertumbuhan suhu minimum dan maksimum, pertumbuhan pada pH medium, toleransi terhadap garam (NaCl), aktivitas enzim, motilitas, dan pertumbuhan anaerobik.

*Penekanan *Ralstonia solanacearum* dan *Meloidogyne incognita* in vitro*

a. Penekanan *Ralstonia solanacearum* oleh antagonis dengan cara antibiosis *in vitro*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap, diulang 4 kali. Perlakuan terdiri atas Ba4, Ba22, Pf51, Pf83, S4, dan S7 *in vitro* terhadap *Ralstonia solanacearum*. Variabel yang diamati yaitu zona hambatan dan mekanisme penghambatannya. *Pseudomonas* kelompok fluoresen, *Bacillus* spp. dan *Streptomyces* spp. ditumbuhkan pada cawan petri berdiameter 9 cm berisi 10 mL medium *YPGA (Yeast Peptone Glucose Agar)* sebanyak satu isolat per cawan petri. Setelah masa inkubasi selama 48 jam pada suhu kamar, cawan petri dibalik dan pada tutupnya dituangi dengan kloroform sebanyak 0.5 mL. Dua jam kemudian cawan petri dibalik kembali pada posisi semula. Pada permukaan medium tersebut dituangi dengan suspensi 0.2 mL *Ralstonia solanacearum* dalam 4 mL 0.6% agar air pada suhu 45 °C. Biakan diinkubasikan selama 24 jam pada suhu kamar, kemudian zona hambatan yang terbentuk diukur (Arwiyanto *et al.*, 1996). Adanya zona hambatan menunjukkan bahwa antagonis tersebut mempunyai mekanisme penekanan secara antibiosis. Isolat yang mampu menghambat diuji sebanyak dua kali dengan medium dan metode yang sama.

Mekanisme bakteriostatik atau bakterisidal dideteksi dengan cara bagian zona hambatan

diambil secukupnya dan dimasukkan dalam tabung reaksi yang berisi 5 ml air pepton 0.5%, kemudian digojok terus menerus selama 24 jam. Bakteriostatik ditunjukkan dengan air peptonnya keruh, sedangkan bakterisidal ditunjukkan dengan air peptonnya jernih.

b. Penekanan *Meloidogyne incognita* oleh antagonis. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap, diulang 4 kali. Perlakuan terdiri atas Ba4, Ba22, Pf51, Pf83, S4, S7, dan kontrol. Variabel yang diamati yaitu persentase jumlah telur *Meloidogyne incognita* yang belum menetas, terdegradasi, dan menetas. Penyiapan ekstraksi telur *Meloidogyne incognita* dilakukan menurut cara Barker (1985). Penekanan *Meloidogyne incognita* oleh antagonis dilakukan dengan cara sebagai berikut: 1) akar tanaman tomat yang terinfeksi *Meloidogyne incognita* berumur 6-12 minggu dikumpulkan; 2) akar tersebut dimasukkan dalam 200 mL larutan NaOCL 0.5-1% dan digojok kuat selama 4 menit, kemudian disaring dengan menggunakan saringan berukuran 400 mesh dan 500 mesh untuk membebaskan telur; 3) residu NaOCL dihilangkan dengan cara menempatkan saringan berukuran 500 mesh dengan telur pada aliran air dingin selama beberapa menit; 4) sisa-sisa akar dibilas dengan air; 5) telur-telur yang masih muda, dikumpulkan dan digunakan sebagai inokulum; 6) Pada *sirakus* diberi masa telur *Meloidogyne incognita* dengan populasi tertentu dan kemudian diberi 0.75 mL suspensi antagonis dan pengamatan dilakukan setelah satu minggu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi tiga genus bakteri yang diisolasi dari rizosfer tanaman

Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa tiga genus bakteri yang diisolasi dari rizosfer tanaman yaitu masing-masing (Pf51 dan Pf83), (Ba4 dan Ba22), dan (S4 dan S7) mampu memanfaatkan senyawa karbon dan nitrogen, dan mendegradasi makromolekul. Uji gram Pf51 dan Pf83 bersifat negatif, sedangkan Ba4, Ba22, S4, dan S7 bersifat positif; uji oksidase, katalase, dan O/F keenam bakteri tersebut bersifat positif dan mampu tumbuh pada medium yang mengandung kitin dan pektin.

Pf51 dan Pf83 menghasilkan levan, pigmen *fluorecein*, tumbuh pada suhu 4 °C dan pH 5,0, 6,0, 7,0, 8,5, 10, dan toleran terhadap NaCl (0,5, 0,75, 1, 1,5, dan 2%). Ba4 dan Ba22 tumbuh pada suhu 4, 18, 20, 25, 45 dan 65 °C, toleran terhadap NaCl 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7%. S4 dan S7 tumbuh pada suhu 4, 10 37, dan 45°C, serta pH 4,3, toleran terhadap NaCl 7 dan 13% (Tabel 1).

Tabel 1. Sifat biokimia dan fisiologi tiga genus bakteri (Pf, Ba, dan S) yang diisolasi dari rizosfer tanaman

No.	Pengujian	Isolat					
		Pf51	Pf83	Ba4	Ba22	S4	S7
1.	Penggunaan senyawa karbon:						
	a. Glukosa	+	+	+	+	+	+
	b. Fruktosa	+	+	+	+	+	+
	c. Maltosa	+	+	+	+	+	+
	d. Selobiosa	+	+	+	+	+	+
	e. Laktosa	+	+	-	-	-	-
	f. Sukrosa	+	+	+	+	+	+
	g. Trehalosa	+	+	+	+	+	+
	h. Sorbitol	+	+	-	-	-	-
	i. Manitol	+	+	-	-	-	-
	j. Myo inositol	+	+	+	+	-	-
	k. Penggunaan sitrat	T	T	+	+	T	T
2.	Penggunaan senyawa nitrogen:						
	a. Uji reduksi nitrat	-	+	+	+	T	T
	b. Aktivitas urease	+	+	T	T	T	T
	c. Uji indol	+	-	-	-	-	-
	d. Denitrifikasi	-	-	T	T	T	T
	e. Histidin	T	T	T	T	+	+
	f. Prolin	T	T	T	T	+	+
	g. Sistein	T	T	T	T	+	+
	h. Hidrolisis arginin	+	+	T	T	T	T
3.	Degradasi makromolekul:						
	a. Hidrolisis gelatin	-	-	-	-	+	+
	b. Hidrolisis pati	-	-	+	+	+	+
	c. Hidrolisis tween 80 (aktivitas lipolitik)	-	-	+	+	+	+
	d. Eskulin	T	T	T	T	+	+
	e. Reaksi kuning telur	T	T	+	+	+	+
4.	Lain-lain:						
	a. Uji Reaksi Gram	-	-	+	+	+	+
	b. Uji Oksidase	+	+	+	+	+	+
	c. Uji katalase	+	+	+	+	+	+
	d. Uji O/F	+	+	+	+	+	+
	e. Produksi Levan	+	+	T	T	T	T
	f. Uji <i>Voges Proskauer (VP)</i> dan <i>Methyl Red (MR)</i>	-	-	-	-	T	T
	g. Pembentukan pigmen pada medium King's A	-	-	T	T	T	T
	h. Pembentukan pigmen pada medium King's B	+	+	T	T	T	T
	i. Lisin dekarboksilase	-	-	T	T	T	T

+: reaksi positif atau ada pertumbuhan bakteri; -: reaksi negatif atau tidak ada pertumbuhan bakteri; T: tidak dilakukan

Tabel 1 (lanjutan)

No.	Pengujian	Isolat					
		Pf51	Pf83	Ba4	Ba22	S4	S7
j. Pertumbuhan pada suhu							
	j.1. 4 °C	+	+	T	T	+	+
	j.2. 10 °C	T	T	T	T	+	+
	j.3. 37 °C	T	T	T	T	+	+
	j.4. 41 °C	-	-	T	T	T	T
	j.5. 45 °C	T	T	+	+	+	+
	j.6. 65 °C	T	T	+	+	T	T
k. Pertumbuhan suhu minimum dan maksimum							
	k.1. 4 °C (39 hari)	T	T	+	+	T	T
	k.2. Di bawah 20 °C/18 °C (24 hari)	T	T	+	+	T	T
	k.3. 20 °C (14 hari)	T	T	+	+	T	T
	k.4. 25 °C (14 hari)	T	T	+	+	T	T
	k.5. 45 °C (5 hari)	T	T	+	+	T	T
	k.6. 65 °C (2 hari)	T	T	+	+	T	T
l. Pertumbuhan pada pH							
	l.1. pH 4	-	-	T	T	T	T
	l.2. pH 4.3	T	T	T	T	+	+
	l.3. pH 4.5	-	-	T	T	T	T
	l.4. pH 5	+	+	T	T	T	T
	l.5. pH 6	+	+	T	T	T	T
	l.6. pH 7	+	+	T	T	T	T
	l.7. pH 8.5	+	+	T	T	T	T
	l.8. pH 10	+	+	T	T	T	T

+: reaksi positif atau ada pertumbuhan bakteri; -: reaksi negatif atau tidak ada pertumbuhan bakteri; T: tidak dilakukan

Tabel 2. Rata-rata zona hambatan oleh antagonis terhadap *Ralstonia solanacearum*

Perlakuan	Zona hambatan (mm)		Mekanisme penghambatan
	Percobaan pertama	Percobaan kedua	
Ba4 + Rs	14.1 a	12.9 ab	Bakteriostatik
Ba22 + Rs	2.3 c	3.3 c	Bakteriostatik
Pf51 + Rs	0.5 d	2.4 c	Bakteriostatik
Pf83 + Rs	11.0 b	14.3 a	Bakteriostatik
S4 + Rs	15.3 a	10.5 b	Bakteriostatik
S7 + Rs	9.8 b	12.6 b	Bakteriostatik

Angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%)

Kemampuan tersebut menunjukkan bahwa enam bakteri tersebut sangat baik digunakan untuk produksi biomassa antagonis yang sangat diperlukan untuk pengendalian hayati patogen lewat tanah. Hal ini berarti ke enam bakteri

tersebut mempunyai spektrum yang luas. Salah satu persyaratan agensia pengendali hayati yang baik untuk digunakan mengendalikan patogen lewat tanah yaitu mempunyai spektrum yang luas (Cook and Baker, 1996).

Tabel 3. Rata-rata persentase jumlah telur *Meloidogyne incognita* yang belum menetas, jumlah telur *Meloidogyne incognita* yang terdegradasi, dan jumlah telur *Meloidogyne incognita* yang menetas yang diperlakukan dengan antagonis

Perlakuan	Persentase jumlah telur <i>Meloidogyne incognita</i> yang belum menetas	Persentase jumlah telur <i>Meloidogyne incognita</i> yang terdegradasi	Persentase jumlah telur <i>Meloidogyne incognita</i> yang menetas
Ba4	74.68 a	26.51 e	0.00 c
Ba22	53.43 b	46.57 d	0.00 c
Pf51	24.26 cd	75.75 bc	0.00 c
Pf83	32.38 c	67.62 c	0.00 c
S4	6.93 e	93.07 a	0.00 c
S7	8.47 e	86.77 ab	3.89 b
Kontrol	10.13 de	0.00 f	89.87 a

Angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%)

Penekanan *Ralstonia solanacearum* dan *Meloidogyne incognita* *in vitro*

Hasil percobaan penekanan antagonis (Ba4, Ba22, Pf51, Pf83, S4, dan S7) terhadap *Ralstonia solanacearum* berbeda nyata baik pada percobaan pertama atau kedua. Perlakuan antagonis yang mempunyai kemampuan baik menekan *Ralstonia solanacearum* pada percobaan pertama dan kedua masing-masing S4 dan Pf83, sedangkan S4 terhadap *Meloidogyne incognita*. Semua antagonis yang digunakan dalam menekan *Ralstonia solanacearum* mempunyai mekanisme penghambatan secara bakteriostatik (Tabel 2 dan 3).

Pseudomonas kelompok fluoresen dan *Bacillus* spp. mempunyai kemampuan yang baik dalam menekan *Ralstonia solanacearum in vitro* (Arwiyanto, 1997). Kemampuan antagonis dalam menekan patogen *in vitro* karena pada kondisi laboratorium, antagonis hanya berhadapan dengan patogen dan ada dalam lingkungan kaya nutrisi, sehingga mampu memunculkan kemampuannya dalam menghambat patogen.

Enam antagonis yang dicoba berbeda nyata dalam kemampuannya menekan *Meloidogyne incognita* yang ditunjukkan dengan persentase jumlah telur yang belum menetas, jumlah telur yang terdegradasi dan menetas dibandingkan dengan kontrol. Di antara antagonis yang dicoba, antagonis S4 mempunyai kemampuan paling baik dalam menekan *Meloidogyne incognita*, diikuti antagonis S7, Pf51, Pf83, Ba22, dan Ba4 (Tabel

3). Kemampuan tersebut karena ke enam antagonis (Pf51, Pf83, Ba22, Ba4, S4, dan S7) mampu tumbuh pada medium yang mengandung kitin dan antagonis (Ba22, Ba4, S4, dan S7) mampu tumbuh pada medium yang mengandung kuning telur (Tabel 1). Kitin dan kuning telur adalah penyusun dari telur *Meloidogyne incognita*, sehingga menyebabkan antagonis tersebut mampu mendegradasi telur *Meloidogyne incognita*. Selain itu, *Streptomyces* spp. menghasilkan antibiotik yang berspektrum luas yaitu metabolit sekunder (alnumisin, *phthoxazolin A* dan *B-D*), antibiotik *polyene*, vinilamisin, dan geldamisin (Shimizu *et al.*, 2000).

Antagonis *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., dan *Streptomyces* spp. mempunyai pengaruh langsung pada telur dan mobilitas nematoda (Kerry, 2000), dan kemampuan menekan nematoda dengan memproduksi metabolit yang mengurangi menetasnya telur dan aktivitas nematoda (Siddiqui and Shaikat, 2002).

KESIMPULAN

Keenam bakteri tersebut mampu memanfaatkan beberapa senyawa karbon dan nitrogen, mendegradasi makromolekul, mampu tumbuh pada berbagai suhu dan kandungan garam, dan tumbuh pada medium yang mengandung kitin dan pektin.

Isolat bakteri yang diisolasi dari rizosfer lombok (Pf51, Ba4, Ba22), kacang tanah (Pf83),

dan terung (S4 dan S7) yang dikarakterisasi termasuk dalam *Pseudomonas* kelompok fluoresen (Pf51 dan Pf 83), *Bacillus* spp. (Ba4 dan Ba22), dan *Streptomyces* spp. (S4 dan S7).

Keenam isolat bakteri mempunyai kemampuan antagonis.

Isolat bakteri yang paling baik dalam menekan *Ralstonia solanacearum* dan *Meloidogyne incognita* adalah *Streptomyces* spp. (S4).

Isolat bakteri yang paling baik menekan *R. solanacearum* dengan cara antibiosis dan mekanisme penghambatan secara bakteriostatik adalah S4.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pemberi dana, Dekan Fakultas Pertanian, Kepala Laboratorium Bakteriologi Tumbuhan, Kepala Laboratorium Nematologi Tumbuhan, dan Kepala Laboratorium Tanah UGM atas fasilitas yang diberikan selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, U., T. Adamu, and S.B. Manga. 2004. Control of *Meloidogyne incognita* (kofoid and white) Chitwood (root-knot nematode) of *Lycopersicon esculentus* (Tomato) using cowdung and urine. *African Journal of Biotechnology* 3: 379-381.
- Agrios, G.N. 2005. *Plant Pathology*. 5th ed. ELSEVIER Academic Press, New York.
- Akiew, E. and P.R. Trevorrow. 1994. *Management of Bacterial Wilt of Tobacco*. In: Hayward, A.C. and G.I. Hartman (Eds). p: 179-198 *Bacterial Wilt The Disease and Its Causative Agent, Pseudomonas solanacearum*. CAB International, Taiwan.
- Arwiyanto, T. 1997. Pengendalian Hayati Penyakit Layu Bakteri Tembakau:1. Isolasi Bakteri Antagonis. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 3(1): 54-60.
- Arwiyanto, T., Sudarmadi, and I. Hartana. 1996. Deteksi strain *Pseudomonas solanacearum* penghasil bakteriosin. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 2(2): 61-65.
- Arwiyanto, T. 1997. Pengendalian hayati penyakit layu bakteri tembakau:1. isolasi bakteri antagonis. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 3: 54-60.
- Asfanudin, K. 2005. Kajian pengendalian penyakit lincat tembakau temanggung menggunakan *Bacillus* spp. *Skripsi*. Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.
- Barker, K.R. 1985. Nematode Extraction and Bioassays. In: K.R. Barker, C.C. Carter, & J.N. Sasser (Eds.) p. 19-35. *An Advanced Treatise on Meloidogyne Volume II: Methodology*. Printed by North Carolina State University Graphics.
- Cook, R.J. and K.F. Baker. 1996. *The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens*. The APS St. Paul, Minnesota.
- Cook, R.J. and K.F. Baker. 1983. *The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens*. The APS St. Paul, Minnesota.
- Dalmadiyo, G. 1996. *Tembakau Temanggung dan Temanggung*. Balitas Malang.
- Djajadi dan A.S. Murdiyati. 2000. *Hara dan Pemupukan Tembakau Temanggung*. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat, Malang.
- Haryono, K. 2005. Kajian pengendalian penyakit lincat tembakau temanggung menggunakan *Streptomyces* spp. *Skripsi*. Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta. (Tidak dipublikasikan)
- Kerry, B.R. 2000. Rhizosphere Interaction and the Exploitation of Microbial Agents for the Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes. *Annu. Rev. Phytopathology* 38: 423-441.
- Kloepper, J.W. 1993. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria as Biological Control Agents. In: F.B. Metting (ed.) p. 255-274. *Soil Microbial Ecology*. Marcel Dekker, Inc, New York.
- Lelliot, R.A. and D.E. Stead. 1987. *Methods for the Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants*.

- British Society for Plant Pathology by Blackwell Scientific Publications, Melbourne.
- Minamiyama, H., M. Shimizu, H. Kunoh, T. Furumai, Y. Igarasi, H. Onaka, and R. Yoshida. 2003. Multiplication of isolate R-5 *Streptomyces galbus* on rhododendron leaves and its production of cell wall-degrading enzymes. *Journal Gen. Plant Pathology* 69: 65-70.
- Owly, B.H. 2002. Biological Control of Tobacco Diseases. p: 111-130. *In*. Biological Control of Crop Diseases by Gnanamanickam, S.S. Marcel Dekker, New York.
- Prihatiningsih, N., Soedarmono, T. Arwiyanto, dan B. Hadisutrisno. 2006. Pengendalian hayati penyakit layu bakteri kentang dengan *Bacillus* spp.: 1. Eksplorasi dan Pengujian *in vitro* dan rumah plastik. *Agrosains* 8: 27-31.
- Purlani, E. dan A. Rachman. 2000. Budidaya Tembakau Temanggung. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat, Malang.
- Rahayu, F.Y. 2005. Kajian pengendalian penyakit lincat tembakau temanggung menggunakan pseudomonad fluoresen. Skripsi. Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta. (Tidak dipublikasikan)
- Shimizu, M., Y. Nakagawa, Y. Sato, T. Furumai, Y. Igarashi, H. Onaka, R. Yoshida, and H. Kunoh. 2000. Studies on endophytic actinomycetes (I) *Streptomyces* sp. isolated from rhododendron and its antifungal activity. *Journal Gen. Plant Pathology*. 66: 360-366.