



PERTANIAN

LAPORAN AKHIR

PENELITIAN UNGGULAN STRATEGIS NASIONAL



**PENGEMBANGAN FORMULASI BIOPESTISIDA
BERBAHAN AKTIF BAKTERI ENDOFIT DAN PGPR
UNTUK MENGENDALIKAN PENYAKIT LAYU BAKTERI
OLEH *Ralstonia solanacearum* PADA TOMAT**

Dr.Ir. Abdjad Asih Nawangsih, MSi

(NIDN: 0021066503; NIP. 19650621 198910 2 001)

Juang Gema Kartika, SP, MSi

(NIDN:0001078103; NIP. 19810701 200501 2 005)

DIBIYAI OLEH: DIPA IPB

NOMOR: 53/IT3.41.2/L1/SPK/2013

TANGGAL 2 MEI 2013

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
SEPTEMBER 2013**

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengembangan Formulasi Biopestisida Berbahan Aktif Bakteri Endofit dan PGPR untuk Mengendalikan Penyakit Layu Bakteri oleh *Ralstonia solanacearum* pada Tomat

Peneliti/Pelaksana

Nama Lengkap : Dr. Ir. Abdjad Asih Nawangsih, MSi
NIDN : 0021066503
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Proteksi Tanaman
Nomor HP : 081385888465
Alamat Surel (e-mail) : asnawangsih@yahoo.com

Anggota (1)

Nama Lengkap : Juang Gema Kartika, SP, MSi
NIDN : 0001078103
Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor

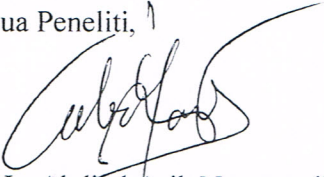
Institusi Mitra : Tidak ada
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke-1 (satu) dari rencana 3 (tiga) tahun
Biaya tahun Berjalan : Rp 50.000.000,- (Lima puluh juta rupiah)
Biaya Keseluruhan : Rp 190.000.000,- (Seratus Sembilan puluh juta rupiah)



Mengetahui,
Dekan/Ketua,
Dr. Ir. Ernan Rustiadi, M.Agr.
NIP. 19651011 199002 1002

Bogor, 25 September 2013

Ketua Peneliti,


Dr. Ir. Abdjad Asih Nawangsih, MSi
NIP. 19650621 198910 2001

Menyetujui,

Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat

Dr. Ir. Prastowo, M.Eng.
NIP. 19580217 198703 1004

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



RINGKASAN

Pengendalian penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* menggunakan Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) telah banyak dilakukan tetapi hasilnya masih banyak yang belum konsisten. Di lapangan, pengendalian sering tidak memberikan hasil yang memuaskan karena jika bakteri patogen sudah masuk ke dalam jaringan tanaman maka pengaruh PGPR menjadi tidak berarti termasuk induksi ketahanan yang diberikan terhadap tanaman inang.

Faktor lain yang menyebabkan agens biokontrol menjadi tidak efektif di lapangan adalah kondisi agens biokontrol menjadi tidak stabil selama penyimpanan sebelum diaplikasikan, populasinya sudah sangat menurun pada saat diaplikasikan di lapangan, dan senyawa aktif yang dihasilkan oleh agens biokontrol cepat mengalami perubahan pada saat diaplikasikan.

Kemampuan agens biokontrol dalam menekan penyakit dapat ditingkatkan antara lain dengan memadukan dua atau lebih agens biokontrol sehingga membentuk konsorsium agens biokontrol. Yang dimaksud konsorsium agens biokontrol adalah gabungan dua atau lebih agens biokontrol yang dapat diaplikasikan secara bersama-sama tanpa terjadi proses saling menghambat. Graham & Mitchell (1999) menyebutkan salah satu syarat untuk aplikasi dua atau lebih agens biokontrol secara bersama-sama adalah memiliki mekanisme pengendalian yang berbeda, misalnya kompetisi dan antibiosis. Agens biokontrol dengan niche yang berbeda juga dapat diaplikasikan secara bersama-sama.

Bakteri perakaran yang dapat memacu pertumbuhan tanaman, dikenal sebagai Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR), sudah banyak diuji kemampuannya dalam menekan berbagai penyakit khususnya penyakit layu bakteri pada tomat. Penulis telah berhasil memperoleh tiga isolat PGPR yang mampu menekan penyakit layu bakteri pada tomat, yaitu: *Pseudomonas fluorescens* RH4003, *Bacillus subtilis* AB89 dan *B. cereus* L32 (Nawangsih 2006). Melalui program penelitian Hibah Bersaing tahun 2009-2011 peneliti juga telah berhasil mendapatkan bakteri endofit dari batang tomat yang dapat menekan kejadian penyakit layu bakteri. Dari hasil penelitian tersebut juga diperoleh satu aplikasi gabungan antara *B. subtilis* AB89 dengan bakteri endofit *Staphylococcus epidermidis* BC4 yang memberikan penekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bakteri lain.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

Hak Cipta Milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University



Perbanyakan dan penyiapan untuk aplikasi bakteri endofit dan PGPR sebelumnya dilakukan dengan medium NB yang tidak dapat disimpan dalam jangka waktu lama. Untuk meningkatkan kinerja agens biokontrol tersebut maka perlu dicari bentuk formulasi dalam perbanyakan maupun penyiapan yang dapat disimpan dalam jangka waktu yang lebih lama, tidak menurunkan populasi mikroorganisme agens biokontrol serta tidak mempengaruhi senyawa aktif yang diproduksi oleh mikroorganisme tersebut.

Tujuan khusus penelitian ini adalah: mendapatkan formula biopestisida dengan bahan aktif konsorsium bakteri endofitik dan PGPR sebagai agens pengendali penyakit layu bakteri pada tomat. Dengan formulasi yang tepat diharapkan keefektifan agens biokontrol tersebut dapat ditingkatkan dan mudah didistribusikan kepada masyarakat.

Dari penelitian ini diharapkan akan diperoleh: (1) Satu atau lebih bahan tambahan untuk formulasi biopestisida berbahan aktif bakteri endofit dan PGPR yang efektif dalam mempertahankan populasi agens biokontrol selama penyimpanan, (2) Satu atau lebih formulasi biopestisida berbahan aktif bakteri endofit dan PGPR yang efektif dalam menekan kejadian penyakit layu bakteri pada tomat di rumah kaca dan di lapangan, (3) Satu atau lebih formulasi biopestisida berbahan aktif bakteri endofit dan PGPR yang efektif dalam menekan kejadian penyakit layu dan tidak berpengaruh negatif terhadap biota tanah.

Bakteri endofit yang digunakan adalah isolat *Staphylococcus epidermidis* BC4 sedangkan bakteri PGPR yang digunakan adalah *P. fluorescens* RH4003 dan *B. subtilis* AB89. Masing-masing bakteri tersebut ditumbuhkan dalam medium Nutrient Broth (NB) 50% yang ditambah Xanthan Gum dan/atau *talca powder*. Sebanyak 1 ml suspensi bakteri agens biokontrol dengan kerapatan 10^6 - 10^7 cfu/ml ditambahkan ke dalam erlenmeyer berisi 100 ml medium formulasi (MF) dan kemudian diinkubasikan pada suhu kamar, dan untuk formulasi cair sambil digoyang menggunakan "shaker" dengan kecepatan 200 rpm selama masa inkubasi. Perlakuan yang diuji adalah: TBC4, TPf, TBS, BC44, BC45, BC46, BC47, Pf4, Pf5, Pf6, Pf7 dan BS.

Populasi bakteri biokontrol pada formula cair dengan pH 5, 6 dan 7 masih cukup tinggi (10^8 cfu/ml) hingga penyimpanan 8 minggu setelah pembuatan formulasi. Formula cair dengan pH 4 tidak dapat mempertahankan kebugaran bakteri *S. epidermidis* BC4 dan *P. fluorescence* RH4003. Formulasi agens biokontrol berbahan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



aktif bakteri *S. epidermidis* BC4 atau *B. subtilis* AB89 berbentuk cair maupun padat (talc) dapat menekan kejadian penyakit layu bakteri hingga minggu IV setelah tanam di rumah kaca. Semua formula tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman di rumah kaca.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PRAKATA

Dengan mengucapkan “alhamdulillah” kami bersyukur bahwa penelitian yang kami lakukan dengan judul “Pengembangan Formulasi Biopestisida Berbahan Aktif Bakteri Endofit dan PGPR untuk Mengendalikan Penyakit Layu Bakteri oleh *Ralstonia solanacearum* pada Tomat” tahun I atas biaya dari program Penelitian Unggulan Strategis Nasional ini dapat terselenggara. Meskipun dalam pelaksanaannya ada beberapa kendala tetapi semua dapat teratasi sehingga kami dapat menyusun laporan akhir ini.

Kami berterimakasih kepada Ditjen Dikti, Departemen Pendidikan Nasional dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Institut Pertanian Bogor, yang telah memberikan kepercayaan kepada kami untuk melaksanakan penelitian ini. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada para reviewer yang telah memberikan penilaian dan masukan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada Ketua Departemen Proteksi Tanaman yang telah memberikan dukungan waktu dan fasilitas selama penelitian. Juga kepada semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan di sini yang telah memberikan bantuan sehingga penelitian ini dapat terselenggara, kami ucapkan banyak terimakasih.

Penelitian ini merupakan rangkaian penelitian yang akan dilakukan selama 3 tahun. Pada tahun I ini jumlah mahasiswa S1 yang terlibat ada 2 (dua) orang.

Kami menyadari bahwa tulisan ini masih sangat jauh dari sempurna, tetapi kami berharap dari hasil yang sedikit ini dapat memberikan arti bagi yang membacanya.

Bogor, September 2013

Penulis

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	
RINGKASAN	
PRAKATA	
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR LAMPIRAN	iv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	10
BAB 4 METODE PENELITIAN	11
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	17
BAB 6 RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	21
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	28

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tahun III

Uji ketahanan formulasi terhadap lama penyimpanan

Media pembawa yang paling tinggi kemampuannya mempertahankan populasi bakteri biokontrol selanjutnya diuji terhadap penyimpanan jangka panjang. Media yang sudah diinokulasi disimpan pada suhu ruang selama 6 – 8 bulan. Setiap bulan diamati perkembangan populasi bakteri biokontrol yang diinokulasikan dalam media formulasi. Teknik pengambilan sampel untuk menghitung populasi selama penyimpanan sama dengan pada pengujian media formulasi sebelumnya. Percobaan dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok dengan ulangan sebanyak tiga kali sebagai kelompok.

Uji keefektifan formulasi setelah disimpan dalam menekan kejadian penyakit layu bakteri tomat di lapangan

Pada bulan keenam setelah penyimpanan, masing-masing formulasi diuji keefektifannya dalam menekan penyakit layu bakteri di rumah kaca. Teknik perlakuan dilakukan seperti pada pengujian sebelumnya.

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN

Populasi bakteri biokontrol pada formula cair dengan pH 5, 6 dan 7 masih cukup tinggi (10^8 cfu/ml) hingga penyimpanan 8 minggu setelah pembuatan formulasi. Formula cair dengan pH 4 tidak dapat mempertahankan kebugaran bakteri *S. epidermidis* BC4 dan *P. fluorescence* RH4003. Formulasi agens biokontrol berbahan aktif bakteri *S. epidermidis* BC4 atau *B. subtilis* AB89 berbentuk cair maupun padat (talc) dapat menekan kejadian penyakit layu bakteri hingga minggu IV setelah tanam di rumah kaca. Semua formula tidak berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman di rumah kaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Akiew E, Trevorrow PR. 1994. Management of bacterial wilt in tobacco. Di dalam: Hayward AC, Hartman GJ, editors. *Bacterial wilt: The disease and its causative agent, Pseudomonas solanacearum*. Wallingford : CAB International. Hlm 179-198.
- Arlat M *et al.* 1993. Studies on the *hrp* pathogenicity genes from *Pseudomonas solanacearum* GMI1000. Di dalam: Hartman GL, Hayward AC, editors. *Bacterial wilt. Proceedings No.45 of an International Symposium on the ACIAR*, Kaohsiung, Taiwan, ROC, 28-30 October 1992. Canberra: ACIAR. Hlm 232-237.
- Arwiyanto T, Goto M., Tsuyumu S, and Takikawa Y. 1994. Biological control of bacterial wilt of tomato by an avirulent strain of *Pseudomonas solanacearum* isolated from *Strelitzia reginae*. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 60:421-430.
- Bent A., Chanway CP. 2002. Potential for misidentification of spore-forming *Paenibacillus polymyxa* isolate as an endophyte by using culture-based methods. *Appl. Environ. Microbiol.* 68:4650-4657.
- Berna G, Illanes A, Ciampi L. 2002. Isolation and partial purification of a metabolite from a mutant strain of *Bacillus* sp. with antibiotic activity against plant pathogenic agents. *Electronic Journal of Biotechnology* (online). 15 April 2002, vol. 5, no. 1. [<http://www.ejbiotechnology.info/content/vol4/issue1/full/8/>]. 20 Februari 2003.
- Brimecombe MJ, De Leij FA, Lynch JM. 2001. The effect of root exudates on rhizosphere microbial populations. Di dalam: Pinton R, Varanini Z, and Nannipieri P. editor. *The rhizosphere: Biochemistry and organic substances at the soil-plant interface*. New York: Marcel Dekker, Inc. Hlm 95-140.
- Cook D, Sequeira L. 1994. Strain differentiation of *Pseudomonas solanacearum* by molecular genetic methods. Di dalam: Hayward AC, Hartman GJ, editors. *Bacterial wilt: The disease and its causative agent, Pseudomonas solanacearum*. Wallingford : CAB International. Hlm 77-93.
- Defago G, Berling CH, Burger V, Haas D, Kahr G, Keel C, Voisard C, Wirthner PH, Wuthrich B. 1990. Suppression of black root rot of tobacco by a *Pseudomonas* strain : Potential applications and mechanisms. Di dalam: Hornby D, Cook RJ, Henis Y, editors. *Biological Control of Soilborne Plant Pathogens*. Wallingford: CAB International. Hlm 93-108.
- [Ditlin Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura. 2004. Luas tambah serangan OPT utama tanaman sayuran. [www.deptan.go.id/ditlinhorti /data-lts-2003](http://www.deptan.go.id/ditlinhorti/data-lts-2003) [20 November 2004]



- Elad Y, and Chet I. 1987. Possible role of competition for nutrients in biocontrol of *Pythium damping-off* by bacteria. *Phytopathology* 77:190-195.
- Elphinstone JG, Aley P. 1993. Integrated control of bacterial wilt of potato in the warm tropics of Peru. Di dalam: Hartman GL, Hayward AC, editors. *Bacterial wilt. Proceedings No.45 of an International Symposium on the ACIAR*, Kaohsiung, Taiwan, ROC, 28-30 October 1992. Canberra: ACIAR. Hlm 276-283.
- Emmert EAB, Handelsman J. 1999. Biocontrol of plant disease: a Gram- positive perspective. *FEMS Microbiology Letters* 171:1-9
- Frey P, Prior P, Trigalet-Demery D, Trigalet A. 1993. *hrp* mutants of *Pseudomonas solanacearum* for the biological control of tomato bacterial wilt. Di dalam: Hartman GL, Hayward AC, editors. *Bacterial wilt. Proceedings No.45 of an International Symposium on the ACIAR*, Kaohsiung, Taiwan, ROC, 28-30 October 1992. Canberra: ACIAR. Hlm 257-260
- Graham JH, Mitchell DJ. 1999. Biological control of soilborne plant pathogens and nemathodes. Di dalam: Sylvia DM, Fuhrmann JJ, Hartel PG, Zuberer DA. editors. *Principles and applications of soil microbiology*. New ork: Prentice Hall, Inc. Hlm 427-446.
- Guetsy R, Shtienberg D, Elad Y, Fischer E, Dinoor A. 2002. Improving biological control by combining biocontrol agents each with several mechanisms of disease suppression. *Phytopathology* 92:976-985.
- Hallmann J, Quadt-Halman A, Miller WG, Sikora RA, Lindow SE. 2000. Endophytic colonization of plants by the biocontrol agent *Rhizobium etli* G12 in relation to *Meloidogyne incognita* infection. *Phytopathology* 91:415-422.
- Hartman GL, Wong WF, Hanudin, Hayward AC. 1993. Potential of biological and chemical control of bacterial wilt. Di dalam: Hartman GL, Hayward AC, editors. *Bacterial wilt. Proceedings No.45 of an International Symposium on the ACIAR*, Kaohsiung, Taiwan, ROC, 28-30 October 1992. Canberra: ACIAR. Hlm 322-326.
- Hartman GL, Elphinstone JG. 1994. Advances in the control of *Pseudomonas solanacearum* race 1 in major food crops. Di dalam: Hayward AC, Hartman GJ, editors. *Bacterial wilt: The disease and its causative agent, Pseudomonas solanacearum*. Wallingford : CAB International. Hlm 179-198.
- Hayward AC. 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 29:65-87.
- Hayward AC. 1995. *Pseudomonas solanacearum*. Di dalam: Singh US, Singh RP, Kohmoto K. editors. *Pathogenesis and host specificity in plant diseases:*

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



histopathological, biochemical, genetic and molecular bases. vol. I. Prokaryotes. Tarrytown, New York: Elsevier Science, Inc. Hlm 139-151.

Hsu ST, Chen CC, Liu HY, Tzeng KC. 1993. Colonization of roots and control of bacterial wilt of tomato by *fluorescens pseudomonads*. Di dalam: Hartman GL, Hayward AC, editors. *Bacterial wilt. Proceedings No.45 of an International Symposium on the ACIAR*, Kaohsiung, Taiwan, ROC, 28-30 October 1992. Canberra: ACIAR. Hlm 305-311.

Keel C, Schnider U, Maurhofer M, Voisard C, Laville J, Burger U, Wirthner P, Haas D, Defago G. 1992. Suppression of root diseases by *Pseudomonas fluorescens* CHA0: importance of the bacterial secondary metabolite 2,4-diacetylphloroglucinol. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 5:4-13

Klement Z, Rudolph K, Sands DC. 1990. *Methods in Phytobacteriology*, Budapest: Akademiai Kiado.

Kuc J. 1983. Induced systemic resistance in plants to diseases caused by fungi and bacteria. Di dalam: Bailey JA, Deverall BJ, editors. *The Dynamics of Host Defence*. Sydney: Academic Press. Hlm 191-221.

Leong J. 1986. Siderophores: their biochemistry and possible role in the biocontrol of plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 24:187-209.

Liu L, Kloepper JW, Tuzun S. 1995. Induction of systemic resistance in cucumber by plant growth-promoting rhizobacteria : Duration of protection and effect of host resistance on protection and root colonization. *Phytopathology* 85:1064-1068.

Machmud M. 1993. Control of peanut bacterial wilt through crop rotation. Di dalam: Hartman GL, Hayward AC, editors. *Bacterial wilt. Proceedings No.45 of an International Symposium on the ACIAR*, Kaohsiung, Taiwan, ROC, 28-30 October 1992. Canberra: ACIAR. Hlm 221-224.

Mathre DE, Cook RJ, Callan NW. 1999. From discovery to use: traversing the world of commercializing biocontrol agents for plant disease control. *Plant Disease* 83:972-983.

Nawangsih AA *et al.* 2005. Biological control of tomato bacterial wilt, *Ralstonia solanacearum*, by *Bacillus* sp. L32. *J. ISSAAS.* 2:91-102.

Nawangsih AA. 2006. Seleksi dan karakterisasi bakteri biokontrol untuk mengendalikan penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) pada tomat. Sekolah Pascasarjana-IPB. (Disertasi).

Phae CG, Shoda M, Kita N, Nakano M, Ushiyama K. 1992. Biological control of crown and root rot and bacterial wilt of tomato by *Bacillus subtilis* NB22. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 58:329-339.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.
- Raaijmakers JM, Bonsall RF, Weller DM. 1999. Effect of population density of *Pseudomonas fluorescens* on production of 2,4-diacetylphloroglucinol in the rhizosphere of wheat. *Phytopathology* 89:470-475.
- Reiter B, Pfeifer U, Schwab H, Sessitsch A. 2002. Response of endophytic bacterial communities in potato plants to infection with *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. *Appl. Environ. Microbiol.* 68:2261-2268.
- Schaad NW, Jones JB, Chun W. 2001. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria, 3rd eds. St. Paul, Minnesota: The American Phytopathological Society.
- Scott JY, Somodi GC, Jones JB. 1993. Testing tomato genotypes and breeding for resistance to bacterial wilt in Florida. Di dalam: Hartman GL, Hayward AC, editors. *Bacterial wilt. Proceedings No.45 of an International Symposium on the ACIAR*, Kaohsiung, Taiwan, ROC, 28-30 October 1992. Canberra: ACIAR. Hlm 126-131.
- Semangun H. 1994. Penyakit tanaman hortikultura di Indonesia. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Hlm 850.
- Sharma PK, Sarita S, Prell J. 2005. Isolation and characterization of an endophytic bacterium related to *Rhizobium/Agrobacterium* from wheat (*Triticum aestivum*) roots. *Current Science* 89:608-610. [[2005/608.pdf#search='endophytic % 20 bacteria'](#)]. 24 Mei 2006.
- Shekharat GS, Chakrabarti SK, Kishore V, Sunaina V, Gadewar AV. 1993. Possibilities of biological management of potato bacterial wilt with strains of *Bacillus* sp., *B. subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* and actinomycetes. Di dalam: Hartman GL, Hayward AC, editors. *Bacterial wilt. Proceedings No.45 of an International Symposium on the ACIAR*, Kaohsiung, Taiwan, ROC, 28-30 October 1992. Canberra: ACIAR. Hlm 327-330.
- Thierry XJ, Wang JF. 1999. Variation in genotype and aggressiveness diversity of *Ralstonia solanacearum* race 1 isolated from tomato in Taiwan. *Phytopathology* 89:320-327.
- Trigalet A., Frey P, Trigalet-Demery D. 1994. Biological control of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*: State of art and understanding. Di dalam: Hayward AC, Hartman GJ, editors. *Bacterial wilt: The disease and its causative agent, Pseudomonas solanacearum*. Wallingford : CAB International. Hlm 225-233.
- Vega F, Pava-Ripoll M, Posada F, Buyer JS. 2005. Endophytic bacteria in *Coffea arabica* L. *J. Basic Microbiol.* 45:371-380.



- Wei G, Kloepper JW, Tuzun S. 1991. Induction of systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum orbiculare* by select strains of plant growth-promoting rhizobacteria. *Phytopathology* 81:1508-1512.
- Weller D. 1988. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.* 26:379-407.
- Young ND, Danesh D. 1994. Understanding bacterial wilt resistance in tomato through the use of DNA genetic markers. Di dalam: Hayward AC, Hartman GJ, editors. *Bacterial wilt: The disease and its causative agent, Pseudomonas solanacearum*. Wallingford : CAB International. Hlm 145-156.
- Zinni *et al.* 2002. Isolation and characterization of endophytic colonizing bacteria from agronomic crops and prairie plants. *Appl. Environ. Microbiol.* 68:2198-2208.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.