

ABSTRAK DAN RINGKASAN EXECUTIVE



**KEUNGGULAN FORMULASI BIOPESTISIDA BERBAHAN AKTIF
BAKTERI *Pseudomonas fluorescens* DAN *Bacillus subtilis* SECARA
SIMULTAN UNTUK MENGENDALIKAN PENYAKIT HAWAR
BAKTERI PADA KEDELAI (*Pseudomonas syringae* pv. *glycine*)**

OLEH

Ir. Abdul Majid, MP

NIDN. 0006096707

Ir. Paniman Ashna Miharjo, MP

NIDN. 0003095004

**UNIVERSITAS JEMBER
DESEMBER, 2015**

Keunggulan Formulasi Biopestisida Berbahan Aktif Bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis* Secara Simultan Untuk Mengendalikan Penyakit Hawar Bakteri Pada Kedelai (*Pseudomonas syringae* pv. *glycine*)

Peneliti : Abdul Majid¹, Paniman Ashna Miharjo¹.
Mahasiswa terlibat : Merryzka J J Alfath¹
Sumber Dana : Kemenristek Dikti 2015

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Jember

ABSTRAK

Penyakit hawar bakteri kedelai disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas syringae* pv. *glycine* dan merupakan penyakit yang berbahaya dengan tingkat kerugian mencapai 70 %. Pengendalian dengan pestisida kimia disamping kurang efektif, ternyata banyak menimbulkan pencemaran lingkungan, gangguan kesehatan, resistensi patogen maupun timbulnya strain baru patogen yang lebih ganas. Alternatif pengendalian yang ramah lingkungan adalah dengan agens hayati bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis*. Bakteri ini merupakan kelompok (PGPR/*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) yang berperan sebagai bioprotektan, biofertilizer dan biostimulan. Beberapa keunggulan bakteri mampu menekan patogen tular tanah, mudah diisolasi, aplikasinya mudah, kolonisasi perakaran yang tinggi dan kompetisi yang unggul. Pada penelitian awal, peneliti telah melakukan eksplorasi, identifikasi dan karakterisasi bakteri antagonis dari berbagai lokasi, selama tiga tahun (2011-2013) dan telah terkoleksi isolat murni sebanyak 336 strain (216 Isolat *P. fluorescens* dan 120 isolat *B. subtilis*). Hasil penelitian secara invitro menunjukkan bahwa semua isolat bakteri antagonis yang telah terpilih memiliki kemampuan dalam menghambat jamur *P. syringae* dengan besar daya penghambatan adalah 66 % sampai 77.6 %, daya hambat terbesar adalah pada isolat BS 05, dan sekaligus memiliki konsistensi yang baik, baik pada isolat RS.1 sebesar (77,3 %) maupun pada isolat RS.2 yaitu sebesar (77,6 %). Hasil penelitian juga dapat dilihat bahwa bakteri BS 80, PF 06, dan BS 58 memiliki konsistensi yang baik dalam menghambat jamur *R. solani* baik pada strain R1.1 maupun Strain R2.2, hanya saja besar daya hambatannya lebih kecil.

Kata Kunci : *P. fluorescens*, *B. subtilis*, *Rhizoctonia*, kedelai

Biopesticide Formulation Advantages as an Active Substance *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis* Simultaneous For Disease Control Bacterial Blight In Soybeans (*Pseudomonas syringae* pv. *glycine*)

Peneliti : Abdul Majid¹, Paniman Ashna Miharjo¹.
Mahasiswa terlibat : Merryzka J J Alfath¹
Sumber Dana : Kemenristek Dikti 2015

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Jember

ABSTRACT

Soybean bacterial blight disease caused by the bacterium *Pseudomonas syringae* pv. *glycine* and is a dangerous disease with a loss rate of 70%. Control with chemical pesticides in addition to less effective, was much cause environmental pollution, health problems, pathogen resistance or emergence of new pathogenic strains are more virulent. Environmentally friendly alternative control is the biological agent *P. fluorescens* and *B. subtilis*. This is a group of bacteria (PGPR / *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*), which acts as bioprotektan, biofertilizer and biostimulan. Some of the advantages of bacteria capable of suppressing soil-borne pathogens, easily isolated, easy application, high root colonization and competition superior. At the beginning of the study, researchers have conducted exploration, identification and characterization of bacterial antagonists of various locations, for three years (2011-2013) and has the collected isolates pure as 336 strains (216 and 320 Isolates of *P. fluorescens* isolates *B. subtilis*). Results of studies in vitro showed that all isolates antagonist that has elected to have the ability to inhibit the fungus *Pseudomonas syringae* with great power of inhibition was 66% to 77.6%, the inhibition of the biggest is in isolates the BS 05, and also has a good consistency, both on isolates Rs.1 amounted to (77.3%) and at Rs.2 isolates is equal (77.6%). Research also shows that bacteria BS 80, PF 06, and BS 58 has a good consistency in inhibiting fungal strains *R solani* good at R1.1 and R2.2 Strain, only great power smaller obstacles.

Key Word : *P. fluorescens*, *B.subtillis*, *Rhizoctonia*, *Soybean*

Keunggulan Formulasi Biopestisida Berbahan Aktif Bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis* Secara Simultan Untuk Mengendalikan Penyakit Hawar Bakteri Pada Kedelai (*Pseudomonas syringae* pv. *glycine*)

Peneliti : Abdul Majid¹, Paniman Ashna Miharjo¹
Mahasiswa terlibat : Merryzka J J Alfath¹
Sumber Dana : Kemenristek Dikti 2015
Kontak Email : majidhpt@gmail.com
Diseminasi (jika ada) : tidak ada

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Jember

Executive Summary

Kebutuhan kedelai nasional setiap tahun terus meningkat yaitu rata rata mencapai 2,24 juta ton per tahun, sementara produksi nasional hanya mencapai rata rata 1,19 juta ton per tahun. Ini berarti ketergantungan akan suplai kedelai impor mencapai 1,16 juta ton setiap tahunnya. Salah satu penyebab utama rendahnya produksi kedelai adalah gangguan organisme pengganggu tanaman, dan diantaranya adalah penyakit hawar bakteri (Deptan, 2011).

Penyakit hawar bakteri pada kedelai disebabkan oleh bakteri *P. syringae* pv. *glycine* (Semangun, 1991). Beberapa karakter patogen ini adalah dapat bertahan dalam tanah, terbawa oleh benih serta dapat bertahan dalam waktu yang lama di dalam tanah. Bakteri dapat menyerang tanaman mulai dari bibit, daun serta polong dan dapat menyebabkan kerugian 50-70%. Hingga saat ini upaya pengendalian penyakit masih mengandalkan pestisida kimia. Namun kenyataannya belum memberikan hasil yang memuaskan. Bahkan sebaliknya menurut Margino dan Mangoendiharjo (2002) pemakaian fungisida yang tidak bijaksana telah memberikan dampak negatif terhadap pencemaran lingkungan, kesehatan manusia, resistensi patogen serta dapat menimbulkan adanya strain baru bagi patogen yang lebih ganas serta terjadinya erosi agens hayati hingga mencapai 72 %.

Keunggulan bakteri *P. fluorescens* mempunyai kemampuan yang lebih baik sebagai pengkoloni akar dibandingkan dengan *Bacillus* sp., dan punya kemampuan tumbuh pada suhu tanah yang lebih rendah, namun masalahnya adalah isolat *P. fluorescens* agak spesifik terhadap inang dan atau patogen sasaran. Masalah lainnya adalah sensitif terhadap stres lingkungan, karena *P. fluorescens* tidak membentuk endospora (struktur tahan dari stres) seperti *Bacillus*. Keunggulan *Bacillus* dibandingkan dengan bakteri lain adalah kemampuannya menghasilkan endospora yang tahan terhadap panas dan dingin, juga terhadap pH ekstrim, pestisida, pupuk dan waktu penyimpanan Janisiewicz dan Roitman (2008; Tjahjono, 2000). Hingga saat ini walaupun agens hayati memiliki beberapa keunggulan, namun pemanfaatannya masih menggunakan suspensi sel bakteri dan terbatas pada skala percobaan dan belum dilakukan pada skala lapangan. Salah satu kendalanya adalah terbatasnya produk formulasi agens hayati isolat lokal yang dapat diaplikasikan dalam skala luas. Produksi bioformulasi agens hayati *P. fluorescens* dan *B.subtilis* sangat diperlukan untuk membantu memecahkan masalah aplikasi secara luas dilapangan.

Berdasarkan hasil penelitian pengujian antibiosis terhadap jamur *P. syringae* Secara *In Vitro* yang mengacu dari Arwiyanto *et al.* (1996) diperoleh bahwa semua isolat *Bacillus* spp. dan *P. fluorscens* yang diuji mempunyai kemampuan menekan perkembangan *P. syringae*. Hal ini ditunjukkan dengan terbentuknya zona penghambatan dimana terjadi variasi diameter penghambatan pada masing-masing isolat *B. substillis* dan *P. fluorescens* yang diuji mulai dari 0 % hingga 77.5%, dengan rata rata daya hambat mencapai 25% hingga 35 %.

Pengamatan juga dilakukan untuk mengetahui sifat penghambatan yaitu dengan mengambil zona penghambatan menggunakan jarum ent dan memasukkan dalam air pepton 0,5% kemudian menggojok selama 1-3 hari. jika air pepton keruh maka bakteri bersifat bakteriostatik. Sebaliknya bila tetap bening maka bakteri bersifat bakterisida. Hasil pengujian antibiosis terhadap patogen adalah sebagai mana tabel 1.

Tabel 1 . Daya hambat bakteri antagonis potensial (terpilih) terhadap pertumbuhan jamur *P. syringae* (isolat FO.1 dan isolat FO.2) pada pengamatan 10 hari setelah inkubasi (%).

No	Isolat bakteri antagonis	Rerata diameter dan daya penghambatan pada <i>P. syringae</i>				Sifat penghambatan
		RS.1(m m)	RS.1 (%)	RS.2 (mm)	RS.2 (%)	
1	PF 06	17.3	76.1	17.4	75.3	Bakteriostatik
2.	PF 11	25.0	65,4	17.5	74.5	Bakteriostatik
3.	PF 12	24.8	65.7	19.5	72.3	Bakteriostatik
4.	PF 38	26.5	63.4	22.4	68.2	bakteriostatik
5.	PF 86	19.3	73.4	22.8	67.7	bakteriostatik
6	PF 88	23.6	67.4	25.3	64.1	bakteriostatik
6.	BS 05	16.4	77.3	15.8	77.6	bakteriostatik
7.	BS 19	19.4	73.2	17.5	75.1	bakteriostatik
8.	BS 57	23.5	67.5	17.8	74.8	bakteriostatik
9.	BS 58	17.8	75.4	18.5	73.8	Bakteriostatik
10.	BS 80	16.6	77.1	16.8	76.2	bakteriostatik
12	BS 91	21.6	70.2	19.5	72.3	bakteriostatik
11	Kontrol/tanpa bakteri	72.4	0	70.5	0	

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa semua isolat bakteri antagonis yang telah terpilih memiliki kemampuan dalam menghambat jamur *P. syringae* dengan besar daya penghambatan adalah 66 % sampai 77.6%. Dan daya hambat terbesar adalah pada isolat BS 05, dan sekaligus memiliki konsistensi yang baik, baik pada isolat RS.1 sebesar (77,3%) maupun pada isolat RS.2 yaitu sebesar (77,6%). Dari tabel diatas juga dapat dilihat bahwa bakteri BS 80, PF 06, dan BS 58 memiliki konsistensi yang baik dalam menghambat jamur *P. syringae* baik pada strain RS.1 maupun Strain RS.2. hanya saja besar daya hambatannya lebih kecil.

Hasil pengamatan pada pengujian secara *in vivo* di rumah kaca terhadap gejala penyakit layu pada kedelai yang disebabkan oleh *P. syringae* menunjukkan bahwa mula mula gejala ditandai dengan menguningnya tepi daun bawah yang kemudian berkembang menjadi warna coklat dan mengering. Selanjutnya tangkai daun akan patah di sekeliling batang palsu , kemudian tanaman layu dan mati (Gambar 1).



Gambar 1. Gejala pangkal batang tanaman kedelai yang terserang oleh bakteri *P. Syringae*

Hasil pengamatan reisolasi terhadap gejala penyakit layu tersebut menunjukkan bahwa tanaman kedelai telah terinfeksi oleh patogen *P. syringae*. Pada kontrol gejala muncul pada hari ke 10, sedangkan pada perlakuan dengan aplikasi antagonis bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* gejala penyakit ,mengalami penundaan hingga pada hari ke 17 – 20 hari setelah inokulasi (his). Pada tanaman yang tidak terserang patogen (Aplikasi bakteri Antagonis) menunjukkan rata rata pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan yang tidak di beri antagonis. Hal ini terjadi mungkin disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah karena kemampuan antagonis untuk menghasilkan beberapa senyawa yang berfungsi baik sebagai *bioprotektan* juga senyawa *biostimulan* dan *biofertilizer* yang berfungsi sebagai pemacu dan menyuburkan tanaman .

Hasil pengujian antagonisme *P. fluorescens*, *B. subtilis* dan kombinasi *P. fluorescens* dan *B. subtilis* terhadap insiden penyakit layu PSG pada kedelai di Rumah kaca dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Insiden Penyakit layu PSG pada kedelai pada berbagai kombinasi perlakuan pada pengamatan 15 ; 30; dan 45 hari setelah inokulasi (hsi) (%) secara *in vivo* pada tanah steril.

Perlakuan Isolat Bakteri	Pengamatan padahari setelah inokulasi (hsi)			
	Antagonis	15	30	40
Bs-05		1.43	10.34 b	12.34 a
Bs-19		1.34	12.45 b	19.13 ab
Bs-57		2.48	10.56 b	23.52 b
Bs-58		0.00	20.43 c	24.32 b
Bs-80		0.00	23.44 c	24.43 b
Bs-91		2.11	23.54 c	23.65 b
PF-06		1.44	20.53 c	27.85 bc
PF-11		0.00	20.32 c	26.54 bc
PF-12		1.44	19.56 c	21.76 b
PF-38		1.23	23.54 c	45.76 d
PF-86		1.44	14.56 b	32.57 c
PF-88		1.54	20.43 c	23.65 b
BS-58 dan PF-12		1.55	12.54 b	14.53 a
BS-58 dan PF-38		1.44	12.54 b	19.43 ab
BS-58 dan PF-88		0.00	8.23 b	11.35 a
BS-91 dan PF-12		0.00	12.57 b	16.43 a
BS-91 dan PF-38		2.54	10.76 b	21.54 b
BS-91 dan PF-88		1.44	15.43 b	23.45 cb
Kontrol/ tanpa antagonis		3.54	27.67 d	80.64 e
Dithane M-45		0.00	3.34 a	13.23 a

Huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan 5 %

Tabel 2 menunjukkan bahwa insiden penyakit layu PSG pada kedelai pada pengamatan 15 hari setelah inokulasi belum menunjukkan tingkat serangan yang berarti pada semua perlakuan aplikasi macam bakteri antagonis maupun pada kontrol. Insiden penyakit rata rata masih sekitar 1 %. Bahkan pada perlakuan dengan Fungisida Dithane M 45 semua tanaman belum ada yang terserang oleh penyebab penyakit layu pada kedelai.

Pada pengamatan 30 hari setelah inokulasi tanda–tanda peningkatan insiden penyakit mulai terjadi. Pada perlakuan aplikasi bakteri antagonis insiden penyakit rata rata lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Pada Kontrol (tanpa perlakuan bakteri antagonis) insiden penyakit mencapai 27.67 % sedangkan pada perlakuan dengan pemberian antagonis insiden penyakit dapat ditekan, yaitu berkisar antara 8.23 % - 23.54 %.

Pada pengamatan 45 hari setelah inokulasi semakin menunjukkan perbedaan yang sangat jelas antara semua perlakuan dengan kontrol maupun dengan pembanding dithane M- 45. Pada Pengamatan ini terjadi peningkatan insiden penyakit pada semua kombinasi perlakuan, dan menunjukkan perbedaan yang nyata. Insiden penyakit tertinggi terjadi pada kontrol yaitu mencapai 80,64%, sedangkan insiden penyakit terendah terdapat pada beberapa perlakuan yaitu pada kombinasi perlakuan aplikasi Pf 88 dan BS 58 yaitu sebesar 11.35 %. Dan tidak berbeda nyata dengan aplikasi bakteri BS 05 dengan insiden penyakit sebesar 12.34 %, sementara pada perlakuan dengan *P. fluorescens* yang paling efektif adalah pada bakteri isolat PF 12 dengan insiden penyakit mencapai 21,76%, pada aplikasi dengan dithane M-45 sebesar 13.23%. Hal ini berarti bahwa aplikasi macam bakteri antagonis dapat berpengaruh secara nyata menurunkan insiden penyakit layu PSG pada kedelai.

Aplikasi dengan penggunaan fungisida Dithane M-45 untuk menekan penyakit memberikan hasil yang sangat berbeda nyata pada khususnya pada awal pengamatan 15 hari setelah inokulasi hingga 30 hari setelah inokulasi, dimana insiden penyakit jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan aplikasi kombinasi bakteri antagonis yaitu sebesar 1.4%, sedangkan pada waktu yang sama perlakuan kombinasi bakteri insiden penyakit mencapai 10.3 %. Pada pengamatan pada 45 hari setelah inokulasi, insiden penyakit pada aplikasi fungisida ini ternyata mencapai 13.23 % dan tidak berbeda nyata bila dibandingkan dengan aplikasi kombinasi bakteri antagonis. Kenyataan ini di duga pada awalnya fungisida memang dapat bekerja secara efektif menekan patogen, namun setelah berjalan hingga 45 his, fungisida telah mengalami degradasi sehingga tidak lagi efektif menurunkan penyakit. Sementara pada agens hayati bakteri antagonis justru akan terus berkembang dan hidup sehingga lebih dapat berperan dalam waktu yang lama bila dibandingkan dengan penggunaan fungisida.

Dari data Tabel 2. hasil pengamatan insiden penyakit PSG diketahui bahwa rata rata aplikasi dari macam bakteri antagonis yang digunakan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata.

Tabel 3. Rata- rata Insiden penyakit layu PSG akibat pengaruh macam antagonis pada berbagai strain yang berbeda (%).

Macam antagonis	Insiden Penyakit pada hari setelah inokulasi (%)	
	45	
Tanpa antagonis	80.64 d	
<i>P. fluorescens</i>	29.68 c	
<i>B. subtilis</i>	21.23 b	
<i>P. fluorescens</i> dan <i>B. subtilis</i>	17.79 a	

Huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan 5 %.

Hasil yang paling baik adalah terdapat pada perlakuan kombinasi bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* pada frekwensi aplikasi 3. Hal ini berarti aplikasi kombinasi kedua bakteri tersebut dapat saling bekerja sama meningkatkan efektifitasnya dan bersifat sinergis bila dibandingkan dengan aplikasi secara tunggal. Kenyataan ini juga dilaporkan oleh Kurniawan (1996) bahwa perlakuan kombinasi antagonis *Gliocladium*, *Trichoderma*, dan *Pseudomonas* menunjukkan persentase penghambatan serangan antraknose lebih besar dibandingkan dengan penggunaannya secara tunggal. Hal ini dimungkinkan oleh adanya efek sinergisme antara agens antagonis tersebut. Pengujian ini ditujukan pada bakteri antagonis terpilih yang menunjukkan hasil potensial pada pengujian secara in vivo pada tanah steril, yaitu pada isolat BS 05, BS 19, PF 12, dan interaksi kombinasi BS 58 dan PF 12; BS 58 dan PF 88. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 4. Insiden Penyakit layu PSG pada kedelai pada berbagai kombinasi perlakuan secara invivo pada tanah non steril.

Perlakuan Isolat Bakteri Antagonis	Pengamatan padahari setelah inokulasi (hsi)		
	(%)		
	15	30	40
Bs 05	1.45	15.34	19.34 ab
Bs 19	1.55	16.45	27.13 c
PF 12	1.55	16.56	30.52 c
Bs 58 dan PF 12	1.45	16.56	20.30 b
Bs 58 dan PF 88	1.25	15.45	17.43 a
Kontrol	2.45	43.55	70.87 d

Huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan 5 %

Pada Tabel 4. diatas menunjukkan bahwa walaupun hampir semua perlakuan aplikasi bakteri antagonis yang terpilih dari pengujian in vitro pada tanah steril ternyata mengalami penurunan tingkat efektifitasnya, namun isolat BS. 05 dan interksi antara BS 58 dan PF 88 ternyata masih konsisten dalam menekan penyakit layu PSG. Penurunan efektifitas pada tanah non steril dibandingkan dengan tanah steril di duga bahwa pada tanah non steril terdapat populasi mikrobia yang lebih kompleks, sehingga terjadi kompetisi nutrisi, ruang, dan pengaruh antibiosis dari mikrobia tanah lainnya , sedangkan pada tanah steril hal tersebut tidak terjadi .

Pengamatan mekanisme antagonis juga dilakukan dengan melihat kandungan senyawa biokimia fenol yang berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Menurut Soesanto (2008), mikrobia tertentu dapat meningkatkan ketahanan tanaman secara terimbas dan sistemik. Ketahanan terimbas merupakan bentuk mekanisme agensia hayati yang mampu menurunkan jumlah infeksi dan membatasi pertumbuhan patogen selama tahap parasitnya di dalam tanaman.

Tabel 5. Kandungan senyawa fenol tanaman kedelai yang telah diperlakukan dengan bakteri antagonis.

Perlakuan Isolat Bakteri Antagonis	Kandungan senyawa fenol total (mgGAE/g)
	7 hari setelah inokulasi
Bs 05	10.45
Bs 19	8.93
PF 12	9.65
Bs 58 dan PF 12	12.43
Bs 58 dan PF 88	13.43
Kontrol tanpa antagonis	7.83
Tanaman sehat	5.61

GAE (Galic Acid Equivalent)

Pada Tabel 5. dapat diketahui bahwa telah terjadi peningkatan senyawa fenol pada tanaman yang telah dinokulasi dibandingkan dengan tanaman yang sehat (tanpa inokulasi), dan peningkatan senyawa fenol tersebut lebih tinggi pada inokulasi dengan bakteri antagonis yang dikombinasikan antara isolat BS dan PF. Peningkatan senyawa fenol terkait dengan peningkatan respirasi tanaman yang meningkat selama terjadi infeksi mikrobia.

Berdasarkan hasil penelitian pada tahun pertama (sementara hingga bulan agustus) dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu telah didapat dan diidentifikasi secara biokomia Bakteri antagonis *P. fluorescens* dan *B. subtilis* sejumlah (216 PF) dan (320 BS), dan semua tidak bersifat patogenik pada pengujian hipersensitif. Hal ini memungkinkan dalam aplikasi pengujian di rumah kaca maupun aplikasi dilapangan untuk dilakukan kombinasi antar isolat *P. fluorescens* dan *B. subtilis* yaitu khususnya pada strain BS-58, BS-91, PF-12, Pf-38 dan PF-88.

DAFTAR PUSTAKA

- Raaljmakersm, M., M. Leeman, Mark M.P. van Oorschat. I. Der Sluis, B. Schipper dan P.A.H.M. Backer. 2006. Dose-Relationship in Biological Control of Fusarium wilt of Radish by Pseudomonas spp. *Phytopath*, 85(100): 1075.
- Schisler, D. A., Slininger, P. J., Behle, R. W., and Jackson, M. A. 2004. Formulation of *Bacillus* spp. for biological control of plant diseases. *Phytopathology*, 94:1267-1271.
- Semangun, H. 1991. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Tjahjono, B. 2000. Bakteri untuk pengendalian hayati penyakit tanaman. Makalah Seminar Sehari Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Malang. 03p.
- Whitelaw MA. 2009. Growth promotion of plants inoculated with phosphate-solubilizing fungi. *Advances in Agronomy*, 69:99–151.
- Yang, D.T 1997. "Education in Production: Measuring Labor Quality and Management," *American Journal of Agricultural Economics, Agricultural and Applied Economics Association*, 79(3): 764-772.