



"Tema: 1 (biodiversitas tropis dan prospeksi)"

ISOLASI DAN KARAKTERISASI *PSEUDOMONAS* KELOMPOK FLUORESCENS ASAL RIZOSFER SERTA POTENSINYA SEBAGAI PENGENDALI PENYAKIT LAYU BAKTERI JAGUNG

Oleh

Endang Mugiastuti, Suprayogi, Nur Prihatiningsih, Loekas Soesanto
Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman
endangmugiastuti@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengisolasi, mengkarakterisasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* asal rizosfer, serta potensinya untuk mengendalikan patogen penyebab penyakit layu jagung. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Tanaman dari bulan April sampai Agustus 2019. Penelitian terdiri dari 2 tahap yaitu isolasi dan karakterisasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* asal rizosfer, serta uji antagonism *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* terhadap *Pantoea* sp. Hasil penelitian diperoleh 5 isolat *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Pantoea* sp, dengan tingkat penghambatan cukup kuat sampai kuat dan aktivitas antagonisme bakteriostatik

Kata kunci: *Pseudomonas* kelompok *fluorescens*, *Pantoea* sp., pengendalian hayati, jagung

ABSTRACT

The research aims to isolate and characterize fluorescent Pseudomonads from the rhizosphere, as well as their potential to control the pathogens that cause maize wilt disease. The study was conducted at the Plant Protection Laboratory from April to August 2019. The study consisted of 2 stages: isolation and characterization of the fluorescent Pseudomonads from the rhizosphere, and antagonism test of the fluorescent Pseudomonads against Pantoea sp. The results were obtained 5 isolates fluorescent Pseudomonads which were able to inhibit the growth of Pantoea sp, with a strong enough to strong inhibition rate and bacteriostatic antagonistic activity.

Key words: Fluorescents Pseudomonads, Pantoea sp., biological control, maize

PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu komoditas yang sangat strategis, baik dalam sistem ketahanan pangan maupun perannya sebagai penggerak perekonomian nasional. Selain sebagai sumber makan pokok kedua setelah beras, jagung juga memegang peran penting dalam pengembangan industri di Indonesia khususnya sebagai bahan baku industri pangan ataupun industri pakan ternak. Produksi jagung di Indonesia selama 3 tahun terakhir (tahun 2013-2015) selalu mengalami peningkatan, yaitu



mencapai 18,51; 19,01; dan 19,62 juta ton/tahun (BPS, 2017). Namun demikian, peningkatan produksi tersebut belum mencukupi kebutuhan nasional akan jagung. Pada tahun 2016, pemerintah memutuskan untuk mengimpor jagung sebanyak 2,4 juta ton untuk kebutuhan pakan ternak (Kementerian Perindustrian, 2016).

Menyadari fungsi dan peran penting dari jagung tersebut, maka pemerintah berupaya untuk mewujudkan swasembada jagung melalui peningkatan produksi jagung secara berkelanjutan. Namun demikian, upaya meningkatkan produksi jagung di Indonesia seringkali mengalami beberapa kendala, diantaranya adanya serangan hama dan patogen. Penyakit layu bakteri, yang disebabkan oleh *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* (Smith) Mergaert *et al.* (sinonim: *P. stewartii* (Smith) Dye; sinonim *Erwinia stewartii*), merupakan salah satu penyakit yang merugikan pada pertanaman jagung dan telah dilaporkan di beberapa negara di dunia. Bakteri penyebab penyakit ini merupakan bakteri yang paling merugikan dari jagung manis dan jagung di Amerika Serikat. Patogen dapat menyerang seluruh stadium tanaman, dan dapat menyebabkan gejala layu dan atau hawar daun, serta dikenal sebagai penyakit layu Stewart (Pataky, 2004; Ammar *et al.*, 2014)) Patogen dapat menyebabkan kehilangan hasil 40-100 % (Freeman dan Pataky, 2001).

Upaya mewujudkan konsep pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan telah dilakukan dengan meminimalkan penggunaan bahan kimia, baik pupuk sintetis ataupun pestisida sintetis. Pada pengelolaan hama dan penyakit tanaman, dikembangkan pengendalian hayati, dengan memanfaatkan agensia pengendali hayati, diantaranya mikroba endofit (Shanti dan Vittal, 2013). Pengendalian penyakit dengan agensia pengendali hayati tergantung pada interaksi dengan inang, umumnya tergantung kemampuannya mengkoloni dan kemampuan bertahan pada rizosfer dan filosfer, atau melalui pengimbasan ketahanan tanaman. Hal ini juga sangat dipengaruhi lingkungan (Jacobsen *et al.*, 2004).

Selama ini, mikroba rizosfer lebih banyak digunakan sebagai agensia pengendali hayati dibandingkan mikroba filosfer, karena daerah rizosfer kaya senyawa organik yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbon dan energi. Mikroba yang berada pada perakaran, dapat mengkoloni perakaran, sehingga mampu bersaing dengan patogen untuk mendapatkan ruang dan nutrisi. Mikroba rizosfer juga mampu merangsang pertumbuhan tanaman, mengurangi insidensi penyakit dan membantu menyediakan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman (Shanti dan Vittal, 2013).

Pseudomonas kelompok *fluorescens* merupakan satu kelompok bakteri rizosfer yang banyak dimanfaatkan sebagai agensia pengendali hayati penyakit. Bakteri antagonis dalam mengendalikan penyakit tanaman dapat melalui beberapa mekanisme pengendalian, diantaranya kompetisi, hiperparasit, menghasilkan senyawa penghambat mikroba (antibiotik, enzim lisis, gangguan fisik atau kimia lain), pengimbasan ketahanan tanaman, pemacu pertumbuhan tanaman. (Pal and McSpadden, 2006; Rosenblueth and Martinez Romero, 2006; Compant *et al.*, 2005).



Melihat mekanisme yang mungkin terjadi serta peluang keberadaannya pada rizosfer pertanaman jagung, maka penggunaan *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* yang diisolasi dari tanaman jagung di berbagai habitat pertumbuhan tanaman jagung, baik dataran tinggi ataupun dataran rendah, sangat berpotensi untuk dijadikan salah satu alternatif pengendalian dan layu (*Pantoea* sp). Diharapkan didapatkan *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* yang mempunyai aktivitas pengendalian hayati yang tinggi dan adaptif sehingga efektif untuk mengendalikan penyakit pada tanaman jagung. Penelitian bertujuan untuk mengisolasi, mengkarakterisasi secara morfologi dan biokimia *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* asal rizosfer tanaman jagung, serta potensinya untuk mengendalikan patogen penyebab penyakit layu jagung.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Tanaman dari bulan April sampai Agustus 2019. Penelitian terdiri dari 2 tahap yaitu isolasi dan karakterisasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* asal rizosfer, serta uji antagonisme dan mekanisme *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* terhadap bakteri patogen layu jagung.

Isolasi bakteri patogen *Pantoea* sp.

Bakteri *Pantoea* sp. diisolasi dari tanaman jagung yang bergejala sakit, yang diambil dari daerah pertanaman jagung yang ada di Kabupaten Banyumas. Isolasi *Pantoea* sp. dilakukan dengan metode Coplin *et al.*, (2012) dan Aini *et al.* (2013) dan Desi *et al.* 2014. Sampel tanaman bergejala (daun atau batang), dicuci dengan air mengalir, kemudian dikeringkan dengan tissue. Sampel bergejala dipotong sepanjang 1,5 x 5 cm, kemudian disterilisasi dengan alkohol dan dibilas dengan air steril sebanyak 3 kali. Selanjutnya sampel digerus dengan 5 ml akuades steril dengan menggunakan lumpang steril. Selanjutnya bakteri distreakkan pada medium nutrisi agar, dan diinkubasikan 3-5 hari. Koloni bakteri yang menunjukkan karakter *P. stewartii* yaitu berwarna kuning, mengkilat, berlendir, datar atau cembung, selanjutnya dipisahkan sebagai biakan murni kandidat *P. stewartii*. Biakan tersebut selanjutnya diuji Raksi Gram (KOH test), produksi pigmen pada medium YDC, uji oksidase, uji hipersensitif pada tanaman tembakau, dan uji patogenitas pada tanaman jagung.

Isolasi dan karakterisasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens*

Pengambilan sampel untuk isolasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* dilakukan di Kabupaten Banyumas dan Purbalingga. Sampel diambil pertanaman jagung dari 2 kelompok ketinggian tempat yaitu dataran rendah-sedang (0-500 m dpl), dan dataran tinggi (>500 m dpl)



(Nuryanto *et al.*, 2014). Di setiap kabupaten, untuk dataran rendah-sedang dipilih 2 lokasi, dan dataran tinggi dipilih 1 lokasi. Umur tanaman jagung berkisar 20-30 hari setelah tanam, karena pada umur tersebut, jumlah populasi mikroba rhizosphere dan endorhizosphere yang dapat dikultur berada dalam populasi tertinggi (Cavaglieri *et al.*, 2009). Isolasi bakteri antagonis dilakukan dengan metode Chen *et al.*, 2013 dan Wahyudi *et al.*, 2011. Tanah rizosfer jagung dari setiap lokasi sebanyak 3 g disuspensikan dalam 27 ml larutan NaCl 0,85 %. Isolasi bakteri *Pseudomonas* kelompok fluorescens dilakukan dengan menggunakan medium King's B. Koloni yang berpendar (fluoresensi) pada panjang gelombang 365 nm dipilih dan dimurnikan. Bakteri hasil isolasi selanjutnya dimurnikan dikarakterisasi lebih lanjut, seperti karakter morfologi, sifat gramnya, uji katalase dan uji hipersensitif.

Uji antagonisme dan mekanisme *Pseudomonas* kelompok fluorescens terhadap bakteri patogen

Pengujian dilakukan dengan metode *double layer test* (Santiago *et al.* 2015). Bakteri *Pseudomonas* kelompok fluorescens yang akan diuji ditumbuhkan pada medium King's B, diinkubasikan pada suhu 28 °C selama 48 jam. Pada posisi cawan terbalik, ditambahkan 0,5 ml kloroform pada tutup cawan, dan dibiarkan selama 2 jam. Selanjutnya tambahkan 5 mL agar air 0,6 % yang mengandung 0,5 mL suspensi bakteri *P. stewartii*. Biakan diinkubasikan kembali selama 24 jam, dan diamati ada tidaknya zona bening di sekitar koloni bakteri antagonis. Aktivitas antibiosis dinilai berdasarkan diameter zona bening dibandingkan dengan diameter koloni. Karakterisasi tipe antibiosis dibedakan menjadi tipe bakterisidal dan bakteriostatik, dilakukan menurut metode Djatmiko *et al* (2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan karakterisasi bakteri endofit

Hasil dari kegiatan eksplorasi, isolasi dan karakterisasi diperoleh 8 isolat *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* (Tabel 1) berasal dari 5 lokasi pengambilan sampel. Hampir semua lokasi pengambilan sampel di kedua ketinggian tempat di 2 Kabupaten, berhasil diisolasi bakteri *Pseudomonas* kelompok *fluorescens*, kecuali di Kecamatan Bojongsari Kabupaten Purbalingga. Hal ini menunjukkan bahwa *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* menyebar dan mampu hidup di berbagai ketinggian tempat, baik dataran tinggi ataupun rendah. Menurut Ganeshan and Kumar (2005), *P. fluorescens* merupakan spesies bakteri dengan kisaran hidup yang luas, dan sangat adaptif di dalam tanah.

Koloni bakteri *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* pada medium King's B berbentuk bulat, dengan tepi rata, dan memiliki warna kuning kehijauan. Hasil uji Gram dengan KOH 3 % menunjukkan bakteri gram negatif. Bakteri berbentuk batang, tidak berspora dan berpendar pada



medium Kings B di bawah lampu ultraviolet. Bakteri menghasilkan enzim oksidase dan katalase. Hasil ini sejalan dengan Arwiyanto *et al*, (2007) dan Yusriadi (2011), bakteri *P. fluorescens* mempunyai koloni berbentuk bulat, tepi rata, fluidal, dan mengeluarkan pigmen berwarna kuning kehijauan pada medium King's B. Secara individu bakteri berbentuk batang dengan ukuran (0,5-1,0) – (1,5-4,0) µm. Isolat bakteri *P. fluorescens* bersifat gram negatif, yaitu dapat membentuk enzim katalase, oksidase positif, diperlukan untuk tumbuh aerob.

Uji antagonisme bakteri endofit terhadap bakteri patogen

Hasil uji antagonisme antara *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* dan *Pantoea* sp. menunjukkan hasil beragam (Tabel 2). Bakteri *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri layu jagung ditunjukkan dengan adanya zona bening di sekitar koloni *Pseudomonas* sp (Gambar 1). Dari 8 isolat *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* yang diuji, terdapat 6 isolat yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Pantoea* sp, yaitu Pf Baturaden R1, Pf Baturaden R3, Pf Sumbang R1, Pf Kembaran R2, Pf Padamara R1, dan Pf Padamara R2. Sedangkan isolat Pf Kembaran R1, dan PF Pratin R2 tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri pathogen, karena tidak terdapat zona bening yang terbentuk.

Tabel 1. Isolasi dan karakterisasi *Pseudomonas* kelompok *fluorescens*

Dat ar an	Lokasi pengambilan sampel	Uji Gram	Uji Katalase	uji oksidase	Bentuk koloni	Warna koloni *	Berpe ndar pada Mediu m KB	Bentuk sel	Nama isolat
Dat ar an Tinggi	1. Purbalingga, Pratin 7.13'33" LS, 109.17'21" BT, TT 1.190 m dpl	-	+		bulat	Kuning kehijauan	+	batang	(<i>Ps.</i>) kel. <i>fluorescens</i> Pratin R2
	2. Banyumas, Baturaden 7.19'1" LS, 109.14'29" BT, TT 520 m dpl	-	+		bulat	Kuning kehijauan	+	batang	<i>Pseudomonas</i> (<i>Ps.</i>) kel. <i>fluorescens</i> Baturaden R1
		-	+		bulat	Kuning kehijauan	+	batang	(<i>Ps.</i>) kel. <i>fluorescens</i> Baturaden R3
Dat ar an Rendah	1. Banyumas, Sumbang 7.21'54" LS, 109.17'33" BT, TT 200 m dpl	-	+		bulat	Kuning kehijauan	+	batang	(<i>Ps.</i>) kel. <i>fluorescens</i> Sumbang R1
	2. Banyumas, Kembaran 7.23'47" LS, 109.17'9" BT, TT 110 m dpl	-	+		bulat	Kuning kehijauan	+	batang	(<i>Ps.</i>) kel. <i>fluorescens</i> Kembaran R2



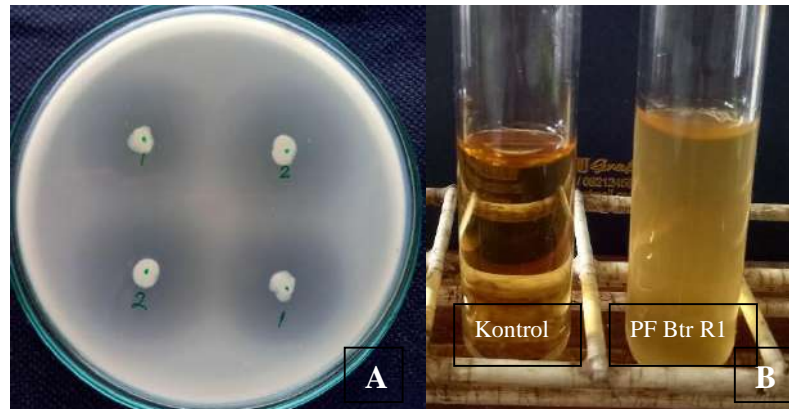
		-	+		bulat	Kuning kehijauan	+	bata ng	(Ps.) kel. <i>fluorescens</i> Kembaran R1
3. Purbalingga, Padamara, 7.22'28" LS, 109.13'24" BT, TT 180 m dpl		-	+		bulat	Kuning kehijauan	+	bata ng	(Ps.) kel. <i>fluorescens</i> Padamara R1
		-	+		bulat	Kuning kehijauan	+	bata ng	(Ps.) kel. <i>fluorescens</i> Padamara R2
4.	Tidak berhasil ditemukan isolat <i>Pseudomonas</i> kelompok <i>fluorescens</i>								

Adanya zona bening di sekitar koloni *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* menunjukkan kemampuan isolat bakteri tersebut dalam menghasilkan antibiotika untuk menghambat pertumbuhan *Pantoea* sp. Menurut Soesanto (2010) bahwa *P. fluorescens* merupakan bakteri yang mampu menghasilkan antibiotika yang menghambat pertumbuhan patogen. Ganeshan and Kumar (2005) dan Nasrun dan Burhanudin (2016) menyebutkan bahwa bakteri *P. fluorescens* menghasilkan metabolit sekunder yaitu antimikroba, asam sianida dan antibiotika *2,4-diacetylphloroglucinol phenazine, pyrrolnitrin, pyoluteorin*

Kemampuan bakteri dalam menghambat pertumbuhan dapat ditunjukkan dengan besarnya diameter zona bening yang muncul. Hasil penelitian menunjukkan diameter zona bening antara 3,11 – 5,11 mm. Berdasarkan diameter zona bening yang dihasilkan, Davis dan Stout (1971) menggolongkan ke dalam kategori cukup kuat (3-4) dan kuat (> 4). Selanjutnya isolat bakteri yang menunjukkan aktivitas antagonisme, diuji tipe aktivitas antagnisme berdasarkan Djatmiko (2007). Berdasarkan aktivitas antagonismenya, semua isolat kemampuan bakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri ada yang bersifat bakteriostatik, ditunjukkan dengan keruhnya medium pepton cair setelah ditumbuhkan selama 24 jam (Gambar 1).

Tabel 2. Aktivitas antagoisme bakteri *Pseudomonas* kelompok *fluorescen* terhadap *Pantoea* sp.

No	Nama isolat	Antagonisme	Indeks Anatgonisme	Aktivitas antagonisme
1	Pf Baturaden R1	+	4,39	bakteriostatik
2	Pf Baturaden R3	+	5,10	bakteriostatik
3	Pf Sumbang R1	+	3,11	bakteriostatik
4	Pf Kembaran R2	+	4,10	bakteriostatik
5	Pf Kembaran R1	-	0,00	Tidak ada penghambatan
6	Pf Padamara R1	+	4,18	bakteriostatik
7	Pf Padamara R2	+	4,48	bakteriostatik
8	PF Pratin R2	-	0,00	Tidak ada penghambatan



Gambar 1. Hasil uji antagonisme *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* terhadap *Pantoea* sp. A. Pengujian antagonisme dengan metode *double layer*. B. Pengujian tipe antagonisme.

KESIMPULAN

Dari hasil eksplorasi dan isolasi diperoleh 5 isolat *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Pantoea* sp, dengan tingkat penghambatan cukup kuat sampai kuat dan aktivitas antagonisme bakteriostatik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemenristek Dikti atas pembiayaan penelitian ini melalui Hibah Penelitian Disertasi Doktor I No kontrak P/1763/UN 23/14/PN/2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, L.Q., L. Suryani A.N. Sugiharto and A.L. Abadi. 2013. Identification of Bacterial Wilt and Leaf Blight Disease on Maize (*Zea Mays*) Found in Kediri, Indonesia. *Agrivita* 35(1): 1-7
- Ammar, E, V.R. Correa, S.A. Hogenhout, and M.G. Redinbaugh. 2014. Immunofluorescence localization and ultrastructure of Stewart's wilt disease bacterium *Pantoea stewartii* in maize leaves and in its flea beetle vector *Chaetocnema pulicaria* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Microscopy and Ultrastructure* 2(2014): 28 – 33
- Arwiyanto, T., Y.M.S. Maryudani., N. Nurul, dan Azizah. 2007. Sifat-sifat fenotipik *Pseudomonas fluorescens*, agensia pengendalian hayati penyakit lincat pada tembakau temanggung. *Biodiversitas* 8(2): 147 – 151
- BPS. 2017. *Luas panen jagung menurut propinsi 1993-2015*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Cavaglieri, L., J. Orlando and M, Etcheverry. 2009. Rhizosphere microbial community structure at different maize plant growth stages and root locations. *Microbiological Research* 164(4): 391 – 399



- Chen, Y., F. Yan, Y. Chai, H. Liu, R. Kolter, R. Losick and J.H. Guo. 2013. Biocontrol of tomato wilt disease by *Bacillus subtilis* isolates from natural environments depends on conserved genes mediating biofilm formation. *Environ Microbiol.* 15(3): 848 – 864
- Compant, S. B. Duffy, J. Nowak C. Clement and E. A. Barka. 2005. Use of Plant Growth- Promotng Bacteria for Biocontrol of Plant Diseases: principles, Mechanisme of Acion, and Future Prospects. *Applied and Enviromental Microbiology* 71(9): 4951 – 4959
- Coplin, D.L. and M. G Redinbaugh. 2012. The Bacterium *Pantoea stewartia* Uses Two Different Type III Secretion Systems to Colonize Its Plant Host and Insect Vector. *Applied and Enviromental Microbiology* 78(17): 6327 – 6336
- Davis, W.W. and T.R Stout. 1971. Disc plate methods of microbiological antibiotic assay. *Applied Microbiology* 22(4):659 – 665
- Djatkiko, H.A, T Arwiyanto, B. Hadisutrisno dam B.H. Sunarminto. 2007. Potensi tiga genus bakteri dari tiga rizosfer tanaman sebagaiagensia pengendali hayati penyakit lincat. *Jurnal ilmu-ilmu Pertanian* 9(1): 40 – 47
- Freeman, N. D., and Pataky, J. K. 2001. Levels of Stewart's wilt resistance necessary to prevent reductions in yield of sweet corn hybrids. *Plant Dis.* 85: 1278 – 1284
- Ganeshan, G. and A.M. Kumar. 2005. *Pseudomonas fluorescens*, a potential bacterial antagonist to control plant diseases. *Journal of Plant Interactions* 1(3): 123 – 134
- Jacobsen, B.J., N.K. Zidack, and B.J. Larson. 2004. The role of *Bacillus*-based biological control agents in integrated pest management systems: Plant Diseases. *Phytophatology* 94: 1272 – 1275
- Kementerian Perindustrian. 2016, RI impor jagung 2,4 Juta Ton. <http://www.kemenperin.go.id/artikel/13892/2016,-RI-Impor-Jagung-2,4-Juta-Ton>. Diakses pada 26 Juni 2016.
- Nasrun dan Burhanudin. 2016. Evaluasi efikasi formula *Pseudomonas fluorescens* untuk pengendalian penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) nilam. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat* 27(1): 67-76.
- Nuryanto, B., A. Priyatmojo, and B. Hadisutrisno. 2014. Pengaruh Tinggi Tempat dan Tipe Tanaman Padi terhadap Keparahan Penyakit Hawar Pelepah. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 33(1): 1 – 8
- Pal, K. K. and B. McSpadden Gardener. 2006. *Biological Control of Plant Pathogens*.
- Pataky, J.K. 2004. Stewart's wilt of corn. *The Plant Health Instructor*.
- Rosenblueth, M. And E. Martinez-Romero. 2006. Bacterial endophytes and ther interaction with hosts (Review). *MPMI* 19(8): 827 – 837
- Santiago, T.R. C. Grabowski, M. Rossato, R.S. Romeiroa, and E.S.G. Mizubuti. 2015. Biological control of eucalyptus bacterial wilt with rhizobacteria. *Biological Control* 80: 14 – 22
- Shanti, A.T., and R.R. Vittal. 2013. Biocontrol potenciales of Plant Growth promoting Rhizobacteria Against Fuusarium Wilt Disease of Cucurbit. *Esci J. Plant Pathol.* 2(3): 155 – 161



Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers

**"Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan IX" 19-20 November 2019
Purwokerto**

- Soesanto, L., E. Mugiastuti, dan R. F. Rahayuniati. 2010. Kajian mekanisme antagonis *Pseudomonas fluorescens* P60 terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* pada tanaman tomat *in vivo*. *Jurnal HPT Tropika* 10(2): 108 – 115
- Wahyudi, A.T., R.I. Astuti, and Giyanto. 2011. Screening of *Pseudomonas* sp. isolated from rhizosphere of soybean plant as plant growth promoter and biocontrol agent. *American Journal of Agricultural and Biological Science* 6(1): 134 – 141
- Yusriadi. 2011. Pemanfaatan *Pseudomonas fluorescens* Sebagai Agens Pengendali Ramah Lingkungan (Biokontrol) Penyakit Tular Tanah Pada Tanaman Pisang, Jahe dan Kacang Tanah *Berk. Penel. Hayati Edisi Khusus* 7F: 55 – 59