

## Keefektifan Formula *Pseudomonas fluorescens* untuk Mengendalikan Penyakit Layu Bakteri dan Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Nilam

### Effectiveness of *Pseudomonas fluorescens* Formulation to Control Bacterial Wilt Disease and to Increase Growth of Patchouli Plant

Nasrun\* dan Nurmansyah

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Solok 27301

#### ABSTRAK

Penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) merupakan salah satu kendala produksi nilam. *Pseudomonas fluorescens* Pf19 dapat menginduksi ketahanan nilam terhadap *R. solanacearum*. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis dan waktu aplikasi formula *P. fluorescens* Pf19 optimal yang efektif dan efisien mengendalikan *R. solanacearum* dan meningkatkan pertumbuhan dan produksi nilam. Hasil pengujian efektivitas dosis (75 dan 100 g L<sup>-1</sup>) dan waktu aplikasi (setiap 30, 60, 90, dan 120 hari) menunjukkan bahwa formula *P. fluorescens* Pf19 dapat mengendalikan penyakit layu bakteri dan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman nilam di lapangan. Dosis 100 g L<sup>-1</sup> dan waktu aplikasi formula *P. fluorescens* Pf19 setiap 30 dan 60 hari sekali mempunyai kemampuan paling tinggi dan efektif dalam mengendalikan penyakit layu bakteri dengan masa inkubasi penyakit 88.0–93.5 hari setelah tanam (HST) dan intensitas penyakit 16.50–24.12%. Perlakuan yang sama dapat meningkatkan pertumbuhan nilam, yaitu tinggi tanaman 59.0–68.5 cm, jumlah daun total 417.5–510.0 daun per tanaman, bobot basah daun 234.55–263.45 g per petak dan bobot kering daun 25.32–29.28 g per petak.

Kata kunci: agens hayati, dosis, waktu aplikasi, *Ralstonia solanacearum*.

#### ABSTRACT

Bacterial wilt disease (*Ralstonia solanacearum*) is an important constraint for patchouli plant. Formulated *Pseudomonas fluorescens* Pf19 could induce patchouli plant resistance against *R. solanacearum*. The aims of the present study were to find the optimal dose and application interval of formulated *P. fluorescens* Pf19 in order to control *R. solanacearum* effectively and efficiently, as well as promoting the growth and productivity of the patchouli plant. The results of effectivity test of doses (75 g L<sup>-1</sup> and 100 g L<sup>-1</sup>) and application time intervals (every 30; 60; 90 and 120 days) showed that formulation of *P. fluorescens* Pf19 controlled bacterial wilt disease and increased patchouli plant growth and production on patchouli plant in field. Doses of 100 g L<sup>-1</sup> and application time of every 30 and 60 days had highest activity and effectivity to control bacterial wilt diseases and increase plant growth and production of patchouli plant. Incubation period was 88.0–93.5 days after planting, and disease intensity was 16.50–24.12%. The same treatments may increase the growth of patchouli plant, i.e. plant height were 59.0–68.5 cm, total number of leaves were 417.5–510.0 leaves per plant, wet weight of leaves were 234.55–263.45 g per plot and dry weight of leaves were 25.32–29.28 g per plot.

Key word: application time, biological agents, doses, *Ralstonia solanacearum*

\*Alamat penulis korespondensi: Kebun Percobaan Laing Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Solok, Sumatera Barat Kotak Pos 1 Solok 27301  
Tel: 0755-20034, Faks: 0755-23764, Surel: nasrunlaing@yahoo.com

## PENDAHULUAN

Penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* merupakan salah satu penyakit utama pada nilam di Indonesia yang menyerang secara masal mulai dari bibit sampai tanaman dewasa. Penyakit tersebut telah berkembang dan menyebar cukup luas di Indonesia dan menyebabkan penurunan produktivitas nilam antara 60–95% (Setiawan dan Rosman 2013). Sampai saat ini penyakit layu bakteri nilam masih sulit dikendalikan karena epidemiologi patogen yang kompleks, dan keragaman galur *R. solanacearum* (Nasrun *et al.* 2007). Beberapa upaya pengendalian penyakit yang telah dilakukan ialah pemanfaatan mulsa jerami dan ampas nilam, pengendalian dengan antibiotik, pemupukan dengan abu sekam, tetapi semuanya masih menunjukkan hasil yang kurang memuaskan (Nasrun *et al.* 2009).

*Pseudomonas fluorescens* merupakan salah satu mikroorganisme antagonis untuk pengendalian hayati (Nasrun *et al.* 2005) dan penginduksi ketahanan tanaman (Ardebili *et al.* 2011). *P. fluorescens* merupakan bakteri pengkolonisasi akar penghasil asam salisilat dan fitoaleksin yang menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen (Van Loon dan Baker 2006). *P. fluorescens* isolat 148, 35Q, 16Q, dan 113 menghasilkan *phenoloxisae* (PO) dan *phenyl ammonia lyase* (PAL) yang dapat menginduksi ketahanan sistemik tanaman kapas dari penyakit hawar bakteri (*Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum*) (Fallahzadeh *et al.* 2009). *P. aeruginosa* menghasilkan asam salisilat yang dapat menginduksi ketahanan kedelai terhadap *soybean stunt virus* (SSV) (Khalimi dan Suprpta 2011).

*P. fluorescens* selain sebagai bakteri antagonis, penginduksi ketahanan tanaman, dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini dikarenakan *P. fluorescens* sebagai *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) dapat menghasilkan hormon pertumbuhan tanaman, diantaranya *indole acetic acid* (IAA) (Rahni 2012), melarutkan fosfat dan mengikat nitrogen (Sutariati *et al.* 2014). Berbagai

penelitian membuktikan *P. fluorescens* yang diisolasi dari rizosfer dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi (Anhar *et al.* 2011), jagung (Rahni 2012), cabai (Soesanto *et al.* 2014), dan kedelai (Habazar *et al.* 2014). Hasil penelitian terdahulu menunjukkan formula *P. fluorescens* Pf19 dapat menghasilkan asam salisilat dan menghambat perkembangan serangan *R. solanacearum* hingga 91.16% dan mengendalikan penyakit layu bakteri (Nasrun *et al.* 2013). Penelitian dilakukan untuk menentukan dosis dan waktu pemberian formula *P. fluorescens* Pf19 yang efektif dan efisien untuk menginduksi ketahanan tanaman nilam dalam mengendalikan penyakit layu bakteri dan meningkatkan pertumbuhan dan produksi nilam.

## BAHAN DAN METODE

### Pembuatan Formula *P. fluorescens* Pf19

*P. fluorescens* Pf19 dimurnikan dan diperbanyak di medium King's B pada suhu 30 °C selama 48 jam. Suspensi sel bakteri pada kerapatan populasi 10<sup>9</sup> cfu mL<sup>-1</sup> dicampur secara homogen dengan matriks organik yang terdiri atas bahan pembawa (50 g gambut, 50 g kaolin, dan 50 g talk), bahan aditif (0.5 g arginin dan 0.5 g *carboxy-methyl cellulose* (CMC) 1%) sebagai formula dalam bentuk tepung (Wuryandari 2003).

### Pemberian Formula *P. fluorescens* Pf19.

Pemberian formula *P. fluorescens* Pf19 bentuk tepung dilakukan dengan melarutkan formula tersebut ke dalam air dengan dosis 75 dan 100 g L<sup>-1</sup> yang merupakan dosis terbaik dari penelitian terdahulu di rumah kaca. Selanjutnya bibit nilam berumur 40 hari dicelupkan ke dalam formula tersebut selama 1 jam dan ditanam di lapangan yang telah terinfeksi oleh *R. solanacearum*. Pemberian formula selanjutnya dilakukan dengan penyiraman pada perakaran nilam dengan waktu pemberian 30, 60, 90, dan 120 hari setelah pemberian pertama.

Perlakuan disusun dalam bentuk plot pengujian dengan beberapa blok ulangan dalam rancangan split plot. Masing-masing

perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Setiap plot percobaan terdiri atas 10 tanaman. Tanaman nilam dipelihara dengan pemberian pupuk organik 2 kg per tanaman.

### Pengamatan

Perkembangan penyakit layu bakteri ditentukan dengan penilaian masa inkubasi dan intensitas penyakit dengan skor sebagai berikut: Skor 0, semua daun sehat; 1, 1-10% daun layu (ringan); 2, >10-30% daun layu (sedang); 3, >30% daun layu (berat) (Arwiyanto 1998).

Intensitas penyakit dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Intensitas penyakit} = \frac{\sum(n \times v)}{Z \times N} \times 100\%, \text{ dengan}$$

n, jumlah tanaman bergejala penyakit dari setiap skor; v, nilai skor gejala penyakit; N, jumlah tanaman yang diamati; Z, nilai skor gejala penyakit tertinggi.

Peubah pertumbuhan tanaman yang diukur ialah tinggi tanaman, jumlah daun total, dan bobot basah dan kering daun nilam. Bobot basah dan kering daun per petak dihitung dengan menimbang hasil panen daun beserta percabangannya pada 190 hari setelah tanam (HST). Hasil pemanenan dipotong-potong menjadi 3–5 cm dan dijemur dibawah sinar matahari penuh selama 4 jam. Bahan tersebut dianginkan di tempat teduh dengan sirkulasi udara cukup selama 3–4 hari sampai diperoleh kadar air bahan 15% sebagai bobot kering

daun.

## HASIL

### Perkembangan Penyakit Layu Bakteri

*P. fluorescens* Pf19 yang diformulasi dalam bentuk tepung mempunyai kemampuan dalam menghambat pertumbuhan dan aktivitas bakteri patogen. Tanaman nilam yang diberi perlakuan formula berbahan aktif *P. fluorescens* Pf19 dalam dosis 75 dan 100 g L<sup>-1</sup> dengan waktu pemberian 30, 60, 90, dan 120 HST mempunyai kemampuan efektif dalam menekan perkembangan penyakit layu bakteri nilam dengan menunda masa inkubasi gejala penyakit layu bakteri dari 32 HST menjadi 32.5–93.5 HST dengan penekanan intensitas penyakit dari 72.5% menjadi 16.5–53.3% (Tabel 1).

Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi antara dosis dan waktu aplikasi formulasi terhadap masa inkubasi gejala dan intensitas penyakit. Pemberian formula pada dosis 100 g L<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi 30 dan 60 hari sekali menunda munculnya gejala penyakit lebih panjang, menekan perkembangan penyakit dan menunda masa inkubasi gejala penyakit dari 32 HST menjadi 88.0–93.5 HST, serta menekan intensitas penyakit dari 72.5% menjadi 16.5–24.1% (Tabel 1). Sebaliknya pemberian formula pada dosis 75 g L<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi 90 dan 120 hari sekali menunjukkan masa inkubasi

Tabel 1 Masa inkubasi dan intensitas penyakit layu bakteri pada nilam dengan perlakuan formula *P. fluorescens* Pf19 pada daerah endemik penyakit layu bakteri nilam di Pasaman Barat, Sumatera Barat

Dosis formula (g L <sup>-1</sup> )	Waktu aplikasi (hari sekali)	Masa inkubasi (HST)	Intensitas penyakit (%) pada 190 HST
75	30	76.0 d	29.8 b
	60	70.5 cd	40.3 cd
	90	50.0 b	47.8 de
	120	32.5 a	53.3 e
100	30	93.5 e	16.5 a
	60	88.0 e	24.1 ab
	90	64.5 d	33.0 bc
	120	52.0 bc	42.4 cd
Tanpa formula (kontrol)		32.0 a	72.5 f

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%.

penyakit lebih cepat (32.5–64.5 HST) dan intensitas penyakit lebih rendah (33.0–53.3%).

### Pertumbuhan Tanaman Nilam

Aplikasi formula *P. Fluorescens* Pf19 dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman menjadi 21.0–68.5 cm dan jumlah daun total 138.5–510.0 per tanaman dibandingkan dengan kontrol (Tabel 2). Aplikasi formula pada dosis 100 g L<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi 30 dan 60 hari sekali menunjukkan pengaruh pertumbuhan tanaman nilam lebih tinggi dengan tinggi tanaman 59.0–68.5 cm dan jumlah daun 417.5–510.0 per tanaman, dibandingkan dengan dosis 75 g L<sup>-1</sup> dan waktu aplikasi 90 dan 120 hari sekali dengan tinggi tanaman 21.0–22.5 cm dan jumlah daun 138.5–180.5 per tanaman (Tabel 2).

Nilam yang diberi perlakuan formula *P. fluorescens* Pf19 mengalami peningkatan bobot basah daun 68.70–234.55 g per petak dan bobot kering daun 8.64–25.32 g per petak dibandingkan dengan kontrol (bobot basah daun 25.40 g per petak dan bobot kering daun 3.21 g per petak). Pemberian formula pada dosis 100 g L<sup>-1</sup> dengan waktu aplikasi 30 dan 60 hari sekali menunjukkan pengaruh peningkatan bobot basah dan kering daun tanaman nilam lebih tinggi dengan bobot basah daun 234.55–263.45 g per petak dan bobot kering daun 25.32–29.28 g per petak dibandingkan dengan dosis 75 g L<sup>-1</sup> dan waktu aplikasi 90 dan 120 hari sekali dengan bobot basah daun 68.70–88.95 g per petak dan bobot kering daun 8.64–10.29 g per petak (Tabel 3).

Tabel 2 Pertumbuhan nilam yang diberi perlakuan formula *P. fluorescens* Pf19 pada 190 hari setelah tanam di daerah endemik penyakit layu bakteri nilam di Pasaman Barat, Sumatera Barat

Dosis formula (g L <sup>-1</sup> )	Waktu aplikasi (hari sekali)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun per tanaman
75	30	55.0 cd	407.5 d
	60	47.0 bc	319.0 c
	90	22.5 a	180.5 b
	120	21.0 a	138.5 b
100	30	68.5 e	510.0 e
	60	59.0 de	417.5 d
	90	45.0 b	304.5 c
	120	38.0 b	260.5 c
Tanpa formula (kontrol)		25.0 a	60.0 a

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%.

Tabel 3 Produksi daun nilam yang diberi perlakuan formula *P. fluorescens* Pf19 pada 190 hari setelah tanam di daerah endemik penyakit layu bakteri nilam di Pasaman Barat Sumatera Barat

Dosis formula (g L <sup>-1</sup> )	Perlakuan Waktu aplikasi (hari sekali)	Bobot daun	
		Basah (g per petak)	Kering (g per petak)
75	30	194.90 de	18.79 e
	60	165.90 d	15.88 d
	90	88.95 bc	10.29 bc
	120	68.70 b	8.64 b
100	30	263.45 f	29.28 g
	60	234.55 ef	25.32 f
	90	172.95 d	16.55 d
	120	116.45 c	11.26 c
Tanpa formula (kontrol)		25.40 a	3.21 a

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%.

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *P. fluorescens* Pf19 yang di formulasi dalam bentuk formula tepung mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan dan aktivitas *R. solanacearum* serta mengendalikan penyakit layu bakteri dan meningkatkan pertumbuhan tanaman nilam. *P. fluorescens* merupakan rizobakteri yang hidup di rizosfer tanaman dan berinteraksi secara intensif dengan akar tanaman maupun tanah dan dapat mengendalikan penyakit serta meningkatkan pertumbuhan tanaman nilam (Khaeruni *et al.* 2014). *P. fluorescens* yang telah beradaptasi mampu mengolonisasi akar tanaman sehingga menginduksi tanaman untuk meningkatkan produksi senyawa metabolit sekunder asam salisilat dan fitoaleksin yang berperan dalam ketahanan tanaman (Soesanto *et al.* 2014) dan menghasilkan zat pengatur tumbuh, di antaranya auksin, giberelin, sitokinin, dan IAA di dalam tanaman (Soesanto *et al.* 2011; Rahni 2012). *P. fluorescens* menghasilkan asam salisilat yang dapat menginduksi ketahanan tomat terhadap penyakit hawar daun *Phytophthora infestans* (Yan *et al.* 2002).

*P. aeruginosa* menghasilkan asam salisilat yang menginduksi ketahanan kedelai terhadap *Soybean stunt virus* (SSV) (Khalimi dan Suprpta 2011). *P. fluorescens* Pf19 menghasilkan asam salisilat dan fitoaleksin cukup tinggi yang dapat menginduksi ketahanan tanaman nilam terhadap penyakit layu bakteri dan meningkatkan pertumbuhan nilam secara efektif (Nasrun *et al.* 2013).

Peningkatan induksi ketahanan nilam menghambat perkembangan penyakit layu bakteri. Peningkatan pertumbuhan dan produksi nilam yang diberi formula *P. fluorescens* Pf19, sejalan dengan peningkatan efektivitas dosis dan waktu aplikasi formula *P. fluorescens* Pf19. Formula *P. fluorescens* Pf1 dengan dosis tinggi efektif mengendalikan penyakit bercak *Cercosporidium personatum* pada daun kacang tanah (Meena 2011) dan penyakit layu fusarium tomat (Manikandan *et al.* 2010). Formula *P. fluorescens* juga

efektif mengendalikan penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas* pv. *oryzae*) pada padi (Jeyatakshmi *et al.* 2010) dan penyakit mati bibit tanaman kapas dengan perlakuan selama 15, 30, 45 dan 60 hari (Ardakani *et al.* 2010). Pemberian rizobakteri pada benih tomat dengan perlakuan 15 dan 30 hari sekali efektif mengendalikan layu fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*) tanaman tomat dengan penekanan sebesar 61.14% (Khaeruni *et al.* 2013).

Dosis dan waktu pemberian formula *P. fluorescens* Pf19 menunjukkan pengaruh berbeda dan terlihat ada interaksi antara dosis dan waktu aplikasi formula terhadap pengendalian penyakit layu bakteri dan meningkatkan pertumbuhan nilam. Semakin meningkatnya dosis dan waktu aplikasi formula *P. fluorescens* Pf19 yang diintroduksi ke dalam tanah, menyebabkan semakin tinggi populasi *P. fluorescens* Pf19 dan banyak kesempatan *P. fluorescens* Pf19 dalam mengendalikan penyakit layu bakteri melalui penghambatan perkembangan *R. solanacearum* melalui induksi ketahanan dan memacu pertumbuhan tanaman nilam (Khaeruni *et al.* 2013).

*P. fluorescens* Pf19 mampu beradaptasi dan menggunakan berbagai substrat sebagai sumber nutrisi dan pertumbuhannya jauh lebih cepat dibandingkan dengan bakteri patogen sehingga dapat mempertahankan populasi secara optimal di akar tanaman (Khaeruni *et al.* 2013). Populasi *P. fluorescens* Pf19 meningkat dengan meningkatnya umur tanaman (Meena 2011), dan berpengaruh efektif sebagai rizobakteri penginduksi ketahanan dan pemacu pertumbuhan tanaman (Soesanto *et al.* 2014).

Semakin meningkatnya kemampuan *P. fluorescens* Pf19 menekan perkembangan penyakit layu bakteri dan menghasilkan zat pengatur tumbuh mengakibatkan semakin meningkatnya pertumbuhan nilam. *P. fluorescens* yang diisolasi dari rizosfer tomat, kacang tanah, cabai dan timun juga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman tomat, kacang tanah, cabai, dan timun (Manikandan *et al.* 2010; Meena dan

Marimuthu 2012; Sutariati dan Safuan 2012; Khabbaz dan Abbasi 2014).

Formula berbahan aktif bakteri *P. fluorescens* Pf19 dapat menginduksi ketahanan tanaman nilam terhadap *R. solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Dosis formula *P. fluorescens* Pf19 100 g L<sup>-1</sup> dan waktu pemberian 60 hari sekali selama 3 kali mempunyai kemampuan dan efektifitas terbaik dalam menginduksi ketahanan tanaman nilam terhadap *R. solonacearum* penyebab penyakit layu bakteri dan meningkatkan pertumbuhan tanaman nilam.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, atas dukungan dana penelitian melalui program INSENTIF RISET SINAS No.126/M/Kp/XI/2006.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anhar A, Doni F, Advinda L. 2011. Respon pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa* L) terhadap introduksi *Pseudomonas fluorescens*. J Ekakta. 12(1):1–8.
- Ardebili ZO, Ardebil NO, Hamdi SMM. 2011. Physiological effects of *Pseudomonas fluorescens* CHAO on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) plants and its possible impact on *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici*. Aus J Crop Sci. 5(12):1631–1638.
- Ardakani SS, Heydari A, Khorasani N, Arjmandi R. 2010. Development of new bioformulations of *Pseudomonas fluorescens* and evaluation of these products against damping-off of cotton seedlings. J Plant Pathol. 92(1):83–88.
- Arwiyanto T. 1998. Pengendalian secara hayati penyakit layu bakteri pada tembakau. Di dalam: *Laporan Riset Unggulan Terpadu IV(1996-1998)*. Jakarta (ID): Kantor Menteri Negara Riset dan Teknologi Dewan Riset Nasional.
- Fallahzadeh V, Ahmadzadeh M, Marefat A, Ghazanfary K. 2009. Application of rhizobacteria for induction of systemic resistance to bacterial blight of cotton caused by *Xanthomonas campestris* pv. *malavacearum* using fluorescent pseudomonads of rhizosphere. J Plant Protec Res. 49(4): 416–420. DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/v10045-009-0066-5>.
- Habazar T, Yanti Y, Ritanaga C. 2014. Formulation of indigenous rhizobacterial isolates from healthy soybean's root, which ability to promote growth and yield of soybean. Int Adv Sci Engi Info Tech. 4(5):75–79.
- Jeyatakshmi C, Madhiazhagan K, Rettinassababady C. 2010. Effect of different methods of application of *Pseudomonas fluorescens* against bacterial leaf blight under direct sown rice. J Biopesticides. 3(2):487–488.
- Khabbaz SE, Abbasi PA. 2014. Isolation, characterization and formulations of antagonistic bacteria for the management of seedlings damping-off and root rot disease of cucumber. Can J Microbiol. 60:25–33. DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/cjm-2013-0675>.
- Khaeruni A, Wahab A, Taufik M, Sutariati GAK. 2013. Keefektifan waktu aplikasi formulasi rizobakteri indigenous untuk mengendalikan layu *Fusarium* dan meningkatkan hasil tanaman tomat di tanah ultisol. J Hort. 23(4):365–371.
- Khaeruni A, Asniah, Taufik M, Sutariati GAK. 2014. Aplikasi formula campuran rizobakteri untuk pengendalian penyakit busuk akar *Rhizoctonia* dan peningkatan hasil kedelai di tanah ultisol. J Fitopatol Indones. 10(2):37–44. DOI: <http://dx.doi.org/10.14692/jfi.10.2.37>.
- Khalimi K, Suprpta DN. 2011. Induction of plant resistance against soybean stunt virus using some formulations of *Pseudomonas aeruginosa*. J ISSAAS. 17(1):98–105.
- Manikandan R, Saravanakumar D, Rajendran L, Rauchander T, Samiyappan R. 2010. Standarization of liquid formulation of

- Pseudomonas fluorescens* Pf1 for its efficacy against fusarium wilt of tomato. *Bio Control*. 54:83–89. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.04.004>.
- Meena B. 2011. Effect of *Pseudomonas fluorescens* Pf1 formulation application on rhizosphere and phyllosphere population in groundnut. *Int J Plant Protec*. 4(1):92–94.
- Meena B, Marimuthu T. 2012. Effect of application methods of *Pseudomonas fluorescens* for the late leaf spot of groundnut management. *J Biopest*. 5(1):14–17.
- Nasrun, Christanti, Arwiyanto T, Mariska I. 2005. Pengendalian penyakit layu bakteri nilam menggunakan *Pseudomonas fluorescens*. *J Littri*. 11(1):19–24.
- Nasrun, Christanti S, Arwiyanto T, Mariska I. 2007. Karakteristik fisiologis *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri nilam. *J Littri*. 13(2):43–48.
- Nasrun, Nurmansyah, Idris H. 2009. Evaluasi ketahanan hibrida somatik nilam terhadap penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*). *J Littri*. 15(3):110–115.
- Nasrun, Nurmansyah, Burhanuddin. 2013. Pengujian produk kombinasi rizobakteri indigenus untuk mengendalikan penyakit layu bakteri dan budok nilam. Di dalam: *Prosiding Konferensi Nasional Minyak Atsiri. Kelembagaan untuk menangkap peluang pasar minyak atsiri baru*. 2013 Nov 6–8; Padang (ID): Dewan Atsiri Indonesia. hlm 976–979.
- Rahni NM. 2012. Efek Fitohormon PGPR terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*). *J Agribisnis Pengembangan Wilayah*. 3(2):27–35.
- Setiawan, Rosman R. 2013. Produktivitas nilam nasional semakin menurun (45% total areal pertanaman nilam di Indonesia produksinya < 150 kg/ha). *Warta Penelitian Pengembangan Tanaman Industri*. 19(3):8–11.
- Soesanto L, Mugiastuti E, Rahyuniati RF. 2011. Biochemical characteristic of *Pseudomonas fluorescens* P60. *J Biotech Biodiver*. 2:19–26.
- Soesanto L, Mugiastuti E, Rahayuniati RF. 2014. Aplikasi formula cair *Pseudomonas fluorescens* P60 untuk menekan penyakit virus cabai merah. *J Fitopatol Indones*. 9(6): 179–185. DOI: <http://dx.doi.org/10.14692/jfi.9.6.179>.
- Sutariati GAK, Safuan LO. 2012. Perlakuan benih dengan rizobakteri meningkatkan mutu benih dan hasil cabai (*Capsicum annuum* L). *J Agron Indones*. 40(2):125–131.
- Sutariati GAK, Rahian TC, Sopacua AN, Hag LM. 2014. Kajian potensi rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman yang diisolasi dari rhizosfer padi sehat. *J Agroteknos*. 2:71–77.
- Van Loon LC, Baker PAHM. 2006. Induced systemic resistance as a mechanism of disease suppression by rhizobacteria. Di Dalam: Siddiqui ZA, editor. *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*. Netherland (NL): Springer. hlm 39–66.
- Wuryandari Y. 2003. Formulasi *Pseudomonas putida* strain Pf20 untuk pengendalian biologi penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum* pada tembakau [Disertasi]. Yogyakarta (ID): Universitas Gadjah Mada.
- Yan Z, Reddy MS, Ryu CM, Melnroy JA, Wilson M, Kloepper JW. 2002. Induced systemic protection against tomato late blight elicited by plant growth promoting rhizobacteria. *J Phytopathol*. 92:1329–1333. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PHTO.2002.92.12.1329>.