

EFIKASI FORMULA SEDERHANA *PSEUDOMONAS FLUORESCENS* UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT BUSUK BATANG KEDELAI

Mudji Rahayu dan Tantawizal

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jl. Raya Kendalpayak km 8 Kotak Pos 66 Malang 65101
e-mail: muji_sings@yahoo.com

ABSTRAK

Penyakit penting pada tanaman kedelai (*Glycines max* L. Merr.) seperti busuk batang yang disebabkan oleh *Sclerotium rolfsii* merupakan kendala produksi terutama pada musim hujan di lahan yang drainasinya buruk. Pengendalian menggunakan agens hayati seperti bakteri antagonis *Pseudomonas fluorescens* (Pf) merupakan salah alternatif pengendalian penyakit yang ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari pengaruh bahan pembawa serbuk talk dan serbuk kompos terhadap produk Pf terformulasi, serta efikasinya untuk pengendalian penyakit di lapangan. Penelitian dilaksanakan di laboratorium dan KP Genteng-Banyuwangi pada musim kemarau 2013. Di laboratorium, Pf diformulasi secara sederhana dengan menambahkan bahan pembawa dalam suspensi Pf sebanyak 5% (berat/volume), selanjutnya disimpan beberapa waktu (1 minggu, 3 minggu, 5 minggu, 7 minggu, dan 9 minggu) dalam kondisi suhu ruangan. Di KP Genteng, dengan perlakuan pengendalian terdiri beberapa cara aplikasi Pf terformulasi, fungisida kaptan, dan kontrol tanpa pengendalian. Rancangan percobaan yang digunakan adalah acak kelompok dengan tiga ulangan. Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa penambahan talk dan kompos dapat menjaga viabilitas bakteri Pf pada penyimpanan hingga 5 minggu, dengan kandungan sel bakteri $2,2 \times 10^8$ cfu/ml pada formula kompos dan $1,8 \times 10^8$ cfu/ml pada formula talk. Hasil penelitian di KP Genteng, menunjukkan bahwa aplikasi Pf formula sederhana tersebut dapat menekan busuk batang *S. rolfsii* dengan kejadian penyakit 3–6% pada umur 21–42 HST. Pf formula talk dengan empat kali aplikasi secara semprot, menurunkan kejadian penyakit busuk batang hingga 3,34%. Berdasarkan pengamatan pertumbuhan tanaman meliputi bobot brangkas kering, jumlah polong isi, bobot 100 biji, dan hasil biji kering, perlakuan aplikasi Pf berpengaruh lebih baik dibandingkan kontrol tanpa pengendalian. Hasil biji rata-rata pada semua perlakuan berkisar 2,25–2,97 t/ha, dengan hasil terendah pada kontrol tanpa pengendalian.

Kata kunci: *Glycines max*, *S. rolfsii*, pengendalian hayati, bahan pembawa, talk, kompos

ABSTRACT

Simple formula of *Pseudomonas fluorescens* bacteria and its efficacy for stem root disease control on soybean. The stem rot caused by *Sclerotium rolfsii* is important diseases of soybean (*Glycines max*). This pathogen caused reduction of soybean yield in wet season and with poor soil drainage. Biological control using antagonistic bacteria *Pseudomonas fluorescens* (Pf) is an alternative control that environmentally safe. The aim of research is to study the effect of carrier materials (talk powder and compost powder) for simple formulation of Pf, and their efficacy against stem root disease in the field. The research was conducted at the laboratory of ILETRI and in the experimental station in Genteng-Banyuwangi in dry season 2013. In laboratory, Pf was formulated by adding carrier materials in 5% (weight / volume) Pf suspension and stored or maintained in 1 week, 3 weeks, 5 weeks, 7 weeks, and 9 weeks under room temperature. In field experiment (Genteng research station), the treatments consisted of

several applications of formulated Pf, fungicide captan, and no disease control. The experiment is designed in randomized block with three replications. In the laboratory showed that talc and compost maintained the viability of bacteria maintained up to 5 weeks, with bacteria cell 2.2×10^8 cfu / ml in the compost formula and 1.8×10^8 cfu / ml in the talk formula. Application of Pf reduced disease incidence by 3-6% at 21-42 DAP (days after planting). Four times of spray Pf in talk formula is slightly effective suppressing the stem root disease incidence up to 3.34%. At 56 DAP, disease incidence varied from 8-18% and the lowest was in fungicide treatment. Based on plant growth observations, Pf application positively affect on dry plants weight, number of pods, 100 seeds weight, and yield, compared with no control treatment, with yield varied from 2.25-2.97 t/ha, higher than no disease control.

Keywords: *Glycines max*, *S. rolfsii*, biological control, carrier materials, talc, compost.

PENDAHULUAN

Tanaman aneka kacang di awal pertumbuhannya seringkali mengalami gejala pembusukan, terutama pada kondisi tanah lembab. Gejala busuk yang terjadi pada kecambah, perakaran, dan pangkal batang dapat disebabkan oleh beberapa mikroba patogen asal tanah yang bersifat tular tanah (*soilborne diseases*). Jamur *Sclerotium rolfsii* dan bakteri *Xanthomonas axonopodis* adalah jenis patogen tular tanah yang banyak merusak tanaman kedelai. Hasil penelitian Wrather *et al.* (2001) di 10 negara produsen kedelai termasuk Indonesia, menunjukkan bahwa penyakit tular tanah yang disebabkan oleh beberapa jamur seperti *S. rolfsii* dan *Phytophthora sp.*, diperkirakan mengurangi hasil kedelai hingga 2.500 ton pada tahun 1998. Di Amerika Serikat, penyakit busuk batang *S. rolfsii* pada kedelai menurunkan hasil 9.200 ton.

Pengendalian hayati saat ini semakin mendapat perhatian petani. Beberapa jenis agens hayati berupa jamur dan bakteri antagonis telah memberi kontribusi dalam meminimalkan penggunaan pestisida kimia (Mao *et al.* 1997). Salah satu bakteri antagonis yang dilaporkan efektif menekan beberapa jenis penyakit yang disebabkan oleh jamur atau bakteri pada berbagai komoditas pertanian adalah *Pseudomonas fluorescens* (Inam-ul-Haq *et al.* 2003, Wuryandari 2004, Rahayu 2006). Agens hayati *P. fluorescens* hasil isolasi dari rizosfer tanaman kedelai di Jawa Timur yang diaplikasikan pada benih kedelai, dapat menekan 6,67–17,03% kejadian penyakit rebah *S. rolfsii* (Rahayu 2008). Beberapa isolat *P. Fluorescens* juga menunjukkan daya antagonis terhadap bakteri *Xanthomonas axonopodis* penyebab penyakit pustul pada kedelai (Rahayu 2009). Peran *P. fluorescens* sebagai agens hayati berkaitan dengan kemampuannya memproduksi siderofor fluoresen, senyawa organik yang mudah larut dalam air dan mampu menekan patogen (Bagnasco *et al.* 1998).

Dalam praktek pengendalian hayati skala petani di lapangan, agens hayati disarankan diperbanyak secara massal dan diformulasikan dengan menambahkan bahan-bahan yang sederhana, murah dan mudah diperoleh (Derakhshan *et al.* 2008). Tanada dan Kaya (1993) memaparkan bahwa bahan formula yang digunakan selain harus mudah diperoleh dan murah juga mampu mempertahankan viabilitas, stabilitas, virulensi, dan efikasi dari produk agens hayati yang akan digunakan. *P. fluorescens* sebagai biopestisida perlu diformulasikan menjadi produk yang efektif menggunakan bahan pembawa lokal yang mudah didapatkan di lingkungan setempat. Agens hayati *P. fluorescens* pada umumnya diformulasi berupa produk cair menggunakan beragam jenis bahan organik dan anorganik sebagai bahan pembawa. Jenis bahan pembawa yang sering dimanfaatkan diantaranya talk, kao-

lin, sodium alginat, lempung, dan bekatul. Hal ini disebabkan karena dapat meningkatkan efikasinya sebagai biopestisida (Traquair dan Sabaratnam 2001).

Pada tahun 2009 di Balitkabi telah dilakukan penelitian pembiakan isolat lokal agens hayati *P. fluorescens* pada beberapa media cair dan media air kelapa 1% dengan hasil yang signifikan dibandingkan dengan kontrol. Hal ini disebabkan limbah organik dari air kelapa mengandung banyak vitamin, mineral, asam amino, enzim, dan nutrisi lain seperti gula (karbohidrat) yang bermanfaat bagi pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme. Hasil penelitian pada tahun 2010 menunjukkan *P. fluorescens* isolat lokal Balitkabi berupa formula cair dalam media limbah organik air kelapa efektif menghambat pertumbuhan jamur tular tanah *S. rolfii* (Rahayu *et al.* 2010). Oleh karena itu, penelitian untuk mengetahui jenis bahan pembawa dan cara aplikasi yang tepat dan mudah sehingga mampu meningkatkan efikasi agens hayati *P. fluorescens* (Pf) perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari pengaruh bahan pembawa untuk formulasi Pf dan efikasinya untuk pengendalian penyakit busuk batang *S. rolfii* pada tanaman kedelai.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Balitkabi dan di lapangan yaitu KP Genteng-Banyuwangi pada tahun 2013. Penelitian di laboratorium, menggunakan rancangan faktorial dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah jenis bahan pembawa yaitu: (a) Talk (T) dan (b) Kompos (K). Faktor kedua adalah lama penyimpanan produk formulasi Pf: (1) 1 minggu, (2) 3 minggu, (3) 5 minggu, (4) 7 minggu, dan (5) 9 minggu. Total perlakuan terdiri 10 kombinasi sebagai berikut: T1 (formula talk disimpan 1 minggu), T2–T5 (talk disimpan 2 hingga 5 minggu), K1 (kompos disimpan 1 minggu), K1–K5 (kompos disimpan 2 hingga 5 minggu).

Cara pembuatan produk terformulasi sebagai berikut: Isolat unggul berupa kultur murni pada media King's B digunakan sebagai inokulum induk. Untuk perbanyakkan masal *P. fluorescens*, disiapkan media organik cair dalam erlenmeyer volume 1 liter dengan komposisi air kelapa 20% dicampur media King's B 1% dengan perbandingan 1:1, selanjutnya media tersebut disterilkan dalam autoclave. Media organik steril yang telah didinginkan selanjutnya diinokulasi dengan inokulum induk *P. fluorescens*, sebanyak 1 ose inokulum per liter media cair, selanjutnya *P. fluorescens* dalam media organik tersebut difermentasi sambil dikocok selama 1–2 hari pada pengocok orbital hasilnya disebut sebagai produk cair *P. fluorescens* (Pf). Serbuk talk dan kompos (lolos saringan ukuran lubang 20 μm) yang akan digunakan untuk bahan pembawa, terlebih dahulu disterilkan dengan autoclave. Bahan pembawa yang sudah steril selanjutnya ditambahkan dalam produk cair Pf sebanyak 5% (berat/volume), kemudian formula Pf tersebut dikocok 1–2 hari. Selanjutnya disimpan selama 1–9 minggu dalam kondisi suhu ruang (27–29 °C). Selama masa penyimpanan produk, setiap minggu dilakukan pengamatan populasi bakteri Pf dengan cara reisolasi pada media King's B dalam cawan Petri. Untuk penelitian aplikasi di lapangan, digunakan produk terformulasi yang disiapkan secara khusus terpisah dari penelitian penyimpanan namun menggunakan tehnik formulasi yang sama.

Penelitian di KP Genteng menggunakan kedelai varietas Anjasmoro ditanam pada plot berukuran 4 m x 5 m, jarak tanam 40 cm x 15 cm, dua tanaman per lubang. Pemeliharaan tanaman dilakukan secara intensif meliputi penyiangan gulma, pengairan, dan pengendalian hama ulat grayak. Percobaan dilaksanakan dengan rancangan acak kelompok, de-

ngan tiga ulangan. Perlakuan meliputi lima cara pengendalian dan satu kontrol sebagai berikut:

Kode	Formula <i>P. fluorescens</i> & cara aplikasi
A.	Formula Talk; melalui benih & semprot 2x (pada umur 3 dan 5 MST)
B.	Formula Kompos; melalui benih & semprot 2x (idem)
C.	Formula Talk 4x semprot (seminggu sekali pada umur 2-5 MST)
D.	FK 4x semprot (idem)
E.	Fungisida kaptan
F.	Kontrol

Keterangan: MST = minggu setelah tanam.

Khusus untuk aplikasi melalui benih, bahan pembawa talk dan kompos masing-masing secara terpisah dicampurkan pada benih dengan takaran 10 gram per kg benih, kemudian ditambah minyak nabati (2 ml/kg benih). Produk cair *P. fluorescens* ditambahkan sedikit demi sedikit hingga mencapai takaran 100 ml/kg benih. Benih diaduk hingga permukaan benih tersalut bahan pembawa secara merata. Selanjutnya benih ditanam 3 biji/lubang, jarak tanam 40 cm x 15 cm.

Pengamatan meliputi: (1) Jumlah tanaman tumbuh dan tanaman bergajala busuk pangkal batang (layu) per plot, diamati pada umur 14–56 HST(hari setelah tanam), (2) Tinggi tanaman, (3) Jumlah polong pada tanaman contoh (5 tanaman/pot), (4) Jumlah tanaman dipanen, (5) Hasil polong kering plot, dan (6) Bobot brangkas kering (total akar dan batang).

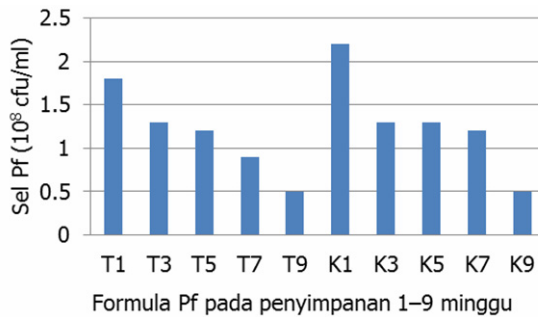
Persentase kejadian penyakit dihitung berdasarkan jumlah tanaman bergejala busuk batang (layu), dibandingkan dengan jumlah tanaman tumbuh per plot dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kejadian penyakit} = \frac{\text{Jumlah tanaman layu}}{\text{Jumlah tanaman tumbuh}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Viabilitas Pf dalam Formula Sederhana

Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa formulasi *P. fluorescens* dalam bahan pembawa talk dan kompos halus (lolos saringan 20 mesh), pada penyimpanan selama 9 minggu dalam suhu ruang mampu mempertahankan viabilitas agens bioaktif tersebut. Dari hasil pengamatan kultur bakteri pada media PDA di cawan, penambahan kompos berpengaruh lebih baik daripada talk terhadap viabilitas bakteri *P. fluorescens* Pada penyimpanan selama seminggu, kedua formula (T1 dan K1) rata-rata memiliki kandungan bakteri tertinggi $1,8 \times 10^8$ cfu/ml dan $2,2 \times 10^8$ cfu/ml. Formula *P. fluorescens* dengan bahan pembawa kompos pada penyimpanan 3-7 minggu memiliki kandungan bakteri rata-rata turun menjadi $1,3 \times 10^8$ cfu/ml. Penurunan populasi *P. fluorescens* seiring dengan lamanya penyimpanan (Gambar 1).



Gambar 1. Viabilitas bakteri antagonis *P. fluorescens* dalam formula sederhana menggunakan bahan pembawa Talk (T) dan Kompos (K).

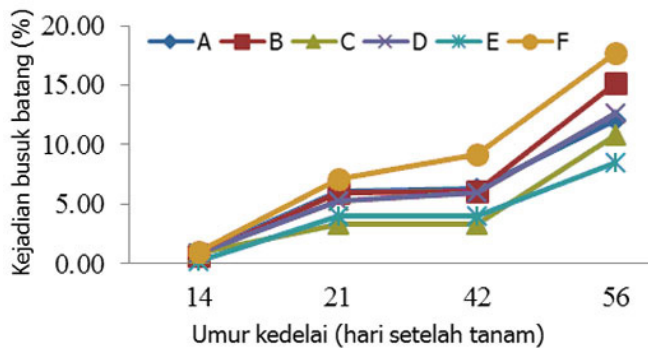
Efikasi Formula Sederhana Pf

Di KP Genteng, tanaman kedelai yang terinfeksi *S. rolfii* menunjukkan gejala khas layu tanaman layu, daun berwarna agak kuning, di bagian pangkal batang dan permukaan lubang tanam terdapat koloni jamur berupa miselia berwarna putih mirip kapas. Berdasarkan perkembangan kejadian penyakit, terlihat bahwa pada pengamatan pertama (14 HST) persentasenya sangat rendah 0–1% pada semua perlakuan, pada pengamatan kedua (21 HST) berkisar 3–7%, pengamatan ketiga (42 HST) berkisar 3–9%, dan pada pengamatan ketiga atau terakhir (56 HST) meningkat menjadi 8–18%. Pada pengamatan kedua dan ketiga, kejadian penyakit persentasenya tidak berubah, rata-rata kejadian penyakit persentasenya sama. Persentase tertinggi pada kontrol tanpa pengendalian dan yang terendah pada Pf formula talk yang disemprotkan empat kali, serta aplikasi fungisida kaptan. Pada pengamatan kerakhir (56 HST), kejadian penyakit meningkat yang tertinggi 18% terdapat pada kontrol tanpa pengendalian dan 15% pada perlakuan Pf formula kompos yang diaplikasikan melalui benih diikuti semprot 2 kali. Efikasi perlakuan pengendalian di lapangan dapat bertahan hingga umur 42 HST, dan Pf formula talk yang diaplikasikan secara semprot sebanyak empat kali, berindikasi efektif menekan kejadian penyakit hingga 3,34% (Gambar 2).

Infeksi *S. rolfii* pada kedelai dapat terjadi sejak awal tanaman tumbuh hingga stadia pengisian polong. Tanaman muda yang terinfeksi menunjukkan gejala busuk bibit, layu, dan di bagian pangkal batang terdapat koloni jamur berwarna putih mirip kapas. Penyakit busuk batang ini tidak dapat sembuh, tanaman yang sakit akhirnya mati mengering sehingga menyebabkan populasi tanaman berkurang (Anahosur 2001, Sarma *et al.* 2002, Sennoi *et al.* 2010). Pengendalian hayati dengan aplikasi bakteri antagonis seperti *P. Fluorescens* saat ini menjadi salah satu alternatif pengendalian untuk menekan penggunaan fungisida kimia. *P. fluorescens* merupakan agens hayati yang sangat potensial untuk mengendalikan penyakit tular tanah yang disebabkan beberapa jenis jamur seperti *R. solani*, *S. rolfii*, dan *Fusarium* sp. Isolat *P. fluorescens* yang diformulasi pada penelitian ini merupakan isolat lokal asal risosfer tanaman aneka kacang di Jawa Timur, dan dilaporkan efektif untuk menekan *R. solani* dan *S. rolfii*. Berikutnya dari hasil penelitian di rumah kaca dilaporkan bahwa aplikasi Pf dapat menekan penyakit rebah *S. rolfii* dengan keefektifan mencapai 55,16%. Selain menekan penyakit, agens hayati tersebut dapat menekan struktur pembiakan patogen yaitu propagul sklerotia yang ada di dalam tanah, dan menekan perkecambahannya (Rahayu 2006, Rahayu 2008). Hasil penelitian serupa pada kacang arab *Pisum sativum* menunjukkan bahwa aplikasi Pf melalui benih dilaporkan efektif untuk

mengendalikan penyakit busuk perakaran akibat infeksi kompleks jamur tanah seperti *Fusarium*, *Rhizoctonia*, dan *Sclerotium* (El-Mohamedy dan Abd. El-Baky 2008).

Pada penelitian ini aplikasi melalui benih (*seed treatment*) diikuti penyemprotan pada pangkal batang berfungsi memberi perlindungan terhadap pertumbuhan awal kedelai dari serangan jamur tular tanah *S. rolfii* yang propagulnya berada di dalam tanah. Biopestisida Pf pada umumnya diaplikasikan sebagai perawatan benih dan perawatan bibit karena dapat memberi perlindungan terhadap penyakit biji dan perakaran di awal pertumbuhan tanaman yang disebabkan patogen tular tanah. Aplikasi pelapisan benih (*seed coating*) dengan sel ataupun spora dari suatu agens hayati, praktis dan sesuai untuk menekan patogen tular tanah (Leeman *et al.* 1995).



Gambar 2. Kejadian penyakit busuk batang *S. rolfii* pada kedelai dengan perlakuan pengendalian hayati (A-E) dan kontrol (F).

P. fluorescens merupakan bakteri yang mampu hidup di tanah dan air sehingga pemanfaatannya sebagai biopestisida, sehingga dapat diformulasi berupa produk cair. Oleh karena bakteri Pf sangat sensitif terhadap lingkungan fisikokimia seperti kekeringan dan suhu tinggi maka untuk meningkatkan efikasinya maka perlu upaya khusus seperti pembuatan produk terformulasi dengan menambahkan bahan-bahan tertentu antara lain seperti serbuk talk dan kompos. Menurut Derakhshan *et al.* (2008) bahwa bahan untuk formulasi suatu biopestisida harus mudah didapatkan, berasal dari sumber daya lokal, dan mampu mempertahankan viabilitas dan efikasi dari produk agens hayati yang digunakan. Talk dan kompos berupa serbuk untuk formula sederhana Pf pada penelitian ini, menunjukkan pengaruh positif dapat mempertahankan viabilitas propagul aktif yaitu sel bakteri Pf pada penyimpanan 1–5 minggu, di samping itu dapat menekan penyakit busuk batang *S. rolfii* pada kedelai (Gambar 1).

Hasil pengamatan pertumbuhan kedelai seperti bobot kering brangkasan, jumlah polong isi, bobot 100 biji, dan bobot biji menunjukkan bahwa aplikasi Pf terformulasi pengaruhnya lebih baik dibandingkan dengan kontrol tanpa pengendalian. Pada kedua formula Pf, terutama yang diaplikasikan lewat benih diikuti semprot dua kali, didapatkan jumlah polong isi tertinggi yaitu 62 buah/tanaman dan bobot brangkasan tertinggi 54,2 g/tanaman. Bobot 100 biji tertinggi 17,1 g terdapat pada perlakuan Pf formula talk yang diaplikasikan 4 kali semprot. Jumlah polong isi terendah pada kontrol tanpa pengendalian 46 polong/tanaman (Tabel 1). *P. fluorescens* selain berperan sebagai agens hayati juga mampu berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman. Liu *et al.* (1995) menyatakan bahwa *P. fluorescens* termasuk salah satu plant-growth promoting rhizobacteria (PGPR) karena me-

miliki efek hormonal yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, dan mengimbas ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen.

Hasil panen biji kering kedelai rata-rata tergolong baik karena mencapai lebih dari 2 t/ha. Pada perlakuan pengendalian, dengan aplikasi Pf dan dengan fungisida, dicapai hasil biji yang berkisar 2,75–2,97 t/ha, dan ini berbeda nyata dengan perlakuan kontrol yang memberikan hasil biji 2,25 t/ha (Tabel 1).

Tabel 1. Komponen hasil dan hasil biji kering kedelai.

Kode	Perlakuan pengendalian	Tinggi tanaman (cm)	Plg isi (bh/tan)	Brangkasan (g/tan)	Bobot 100 biji (g)	Hasil biji (t/ha)
A.	FT melalui benih & semprot 2x	58,0	61 a	54,2 a	16,8 a	2,76 a
B.	FK melalui benih & semprot 2x	57,5	62 a	53,5 a	15,7 b	2,88 a
C.	FT 4x semprot	57,4	51 ab	45,8 ab	17,1 a	2,83 a
D.	FK 4x semprot	55,8	56 ab	51,1 a	16,4 ab	2,97 a
E.	Fungisida kapton	59,5	50 b	46,6 ab	15,8 b	2,75 a
F.	Kontrol	55,4	46 b	41,5 b	15,7 b	2,25 b
BNT 5%		8,76 tn	11,21	8,80	0,91	0,41

Keterangan: FT = formulasi talk, FK = formulasi kompos, tn = tidak berbeda nyata.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Penambahan talk dan kompos dalam formula sederhana agens hayati *P. fluorescens* dapat menjaga viabilitas bakteri tersebut pada penyimpanan hingga 5 minggu, dengan kandungan sel bakteri $2,2 \times 10^8$ cfu/ml pada formula kompos dan $1,8 \times 10^8$ cfu/ml pada formula talk.
2. Penelitian di KP Genteng, aplikasi Pf formula sederhana tersebut dapat menekan busuk batang *S. rolfii* dengan kejadian penyakit 3–6% pada umur 42 HST. Aplikasi Pf formula talk dengan empat kali penyemprotan, efektif menekan penyakit hingga 3,34%. Berdasarkan pengamatan pertumbuhan tanaman meliputi bobot brangkasan kering, jumlah polong isi, bobot 100 biji, dan hasil biji kering, terdapat indikasi perlakuan aplikasi Pf berpengaruh lebih baik dibandingkan kontrol tanpa pengendalian. Hasil biji rata-rata pada semua perlakuan berkisar 2,25–2,97 t/ha, dengan hasil terendah pada kontrol tanpa pengendalian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bpk. Mispan, teknisi di KP Genteng, atas segala bantuannya selama pelaksanaan penelitian di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anahosur, KH. 2001. Integrated management of potato Sclerotium wilt caused by *Sclerotium rolfii*. Indian Phytopathology 54:158–166.
- Bagnasco, P., L. De La Fuente, G. Gualtieri, F. Noya, and A. Arias. 1998. Fluorescent *Pseudomonas spp.* as biocontrol agents against forage legume root pathogenic fungi. Soil Biology and Biochemistry 30:1317–1322.

- Derakhshan, A., R.J. Rabindra, B. Ramanujam, and M. Rahimi. 2008. Evaluation of different media and methods of cultivation on the production and viability of entomopathogenic fungi *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas. *Pakistan Journal of Biological Sciences*:1–4.
- El-Mohamedy RSR. And MMH Abd. El-Baky. 2008. Evaluation of different types of seed treatment on control of root rot disease, improvement growth and yield quality of pea plant in Nobarria province. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4(6):611–622.
- Inam-ul-Haq, M., N. Javed, R. Ahmad, and A. Rehman. 2003. Evaluation of different strains of *Pseudomonas fluorescens* for the biocontrol of Fusarium wilt of chickpea. *Pakistan J. of Plant Pathol.* 2(1):65–74.
- Leeman, M., van Pelt, J.A., Hendrickx, M.J., Scheffer, R.J., Bakker, P.A.H.M, and Schippers, B. 1995. Biocontrol of Fusarium wilt of radish in commercial greenhouse trials by seed treatment with *Pseudomonas fluorescens* Wcs 374. *Phytopath.* 85:1301–1305.
- Liu, L., Kloepper, J.W., and 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. *Phytopath.* 85:1064–1068.
- Mao W, Lewis JA, Hebbar PK, and Lumsden RD. 1997. Seed treatment with a fungal or a bacterial antagonist for reducing corn damping-off caused by species of Pythium and Fusarium. *Plant Dis.* 82:450–454.
- Rahayu M, Yusmani P, Sri Wahyuni I, Bedjo, dan Sumartini. 2010. Keefektivan agens hayati dan pestisida nabati untuk pengendalian hama dan penyakit utama kedelai. laporan Teknis (ROPP E.2.). Balitkabi Malang. 43 hlm.
- Rahayu M. 2006. Antagonisme antara dua isolat *Pseudomonas fluorescens* dengan *Sclerotium rolfsii* dan *Rhizoctonia solani* serta pengaruhnya terhadap penyakit rebah kedelai. *Jurnal Agrivita* 28(1):79–86.
- Rahayu M. 2008. Efikasi isolat *Pseudomonas fluorescens* terhadap penyakit rebah semai pada kedelai. *Jurnal Penelitian Pertanian. Puslitbangtan Bogor.* 27(3):179–184.
- Rahayu, M. 2009. Keefektivan agens hayati *Pseudomonas fluorescens* dan ekstrak daun sirih terhadap penyakit pustul *Xanthomonas axonopodis* pada kedelai. Laporan teknis hasil penelitian tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balitkabi Malang. 13 hlm.
- Sarma, B.K., U.P. Sigh, and K.P. Sigh. 2002. Variability in Indian isolates of *Sclerotium rolfsii*. *Mycologia*, 94:1051–1058.
- Senoi, R., S. Jogloy, W. Saksirirat, and A. Patanotai. 2010. Pathogenicity test of *Sclerotium rolfsii*, a causal agent of jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosum* L.) stem rot. *Asian J. Plant Aci.* 9:281–284.
- Tanada, Y. and H.K. Kaya. 1993. *Insect Pathology*. Academic Press, San Diego, California. 563 p.
- Traquair, JA., and S. Sabaratnam. 2001. Formulation and delivery of an Actinomycete biocontrol agents for damping-off and seedling root rots in greenhouse-grown plug transplants. Final report. Ontario Research Enhancement Program. 37 pp.
- Wrather, J.A., T.R. Anderson, D.M. Arsyad, Y. Tan, L.D. Ploper, A. Porta-Pugila, H.H. Ram, and J.T. Yorinori. 2001. Soybean disease loss estimates for the top ten soybean-producing countries in 1998. *Can. J. Plant Pathol.* 23:115–121.
- Wuryandari, Y. 2004. Formulasi pil-benih tembakau dengan *Pseudomonas putida* strain Pf-20 untuk pengendalian biologi penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*). Disertasi. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Tidak dipublikasi. 120 hlm.