

EFEKTIVITAS FORMULASI BAKTERI ENDOFIT INDIGENOS UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT PUSTUL BAKTERI

Yulmira Yanti dan Trimurti Habazar

Universitas Andalas
Fakultas Pertanian UNAND Kampus Limau Manih, Pauh, Padang 25163
e-mail: yy.anthie79@gmail.com

ABSTRAK

Penyakit pustul bakteri disebabkan oleh *Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycines* merupakan masalah utama pada pertanaman kedelai. Untuk pengendalian penyakit ini, hasil percobaan pot telah diseleksi tiga isolat bakteri endofit indigenos (BEI) dari akar tanaman kedelai yang sehat. Untuk meningkatkan stabilitas dan interaksinya dengan tanaman kedelai, selanjutnya ketiga isolat BEI diformulasi dengan bahan pembawa tepung tapioka, gambut, dan minyak sawit. Penelitian menggunakan faktorial dalam rancangan acak lengkap dengan tiga faktor dan tiga ulangan. Peubah yang diamati adalah: viabilitas isolat BEI dalam formula, perkembangan penyakit (masa inkubasi dan insidensi penyakit dan pertumbuhan tanaman), daya muncul lapang, tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang. Hasil penelitian semua formula BEI mampu menurunkan insidensi penyakit pustul bakteri dibanding tanaman kontrol. Hampir semua formula mampu meningkatkan perkecambahan benih, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah ranting, dan hasil tanaman. Selanjutnya formula tapioka dari isolat ST2E1.1 tanpa disimpan, dan formula gambut dari isolat yang sama disimpan tiga minggu lebih efisien menginduksi ketahanan kedelai terhadap penyakit pustul bakteri dan memacu pertumbuhan tanaman.

Keyword: kedelai, bakteri endofit indigenos, pustul bakteri, formula

ABSTRACT

Effectivity of Indigenous Endophytic Bacteria Formula to Control Bacterial Pustule Disease. Bacterial Pustule disease caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* is a main problema in soybeans. To control this disease, three indigenous endophytic bacteria isolated from healthy soybean root had been selected. To increase stability and interaction with soybeans, three isolates formulated with tapioca flour, peat and oil palm. This research used completely randomized design with 3 factors and 3 replicates. As parameters were indigenous endophytic bacteria isolate viability in formula, disease progression (incubation time, disease incidence) and plant growth (viability, plant height, leaves amount, branch amount). The results showed that all indigenous endophytic bacteria were able to supress bacterial pustule disease incidence compared to control. Almost all formula were able to increase seedlings, plant height, leaves amount, branch amount, and yields. Tapioca formula from ST2E1.1 isolate without storing and peat formula from the same isolate that were stored for 3 weeks showed more efficient to induced soybeans' resistance to baterial pustule disease and increased plant growth.

Keyword : Soybean, indigenous endophytic bacteria, bacterial pustule, formula

PENDAHULUAN

Penyakit pustul bakteri oleh *Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycines* (Xag) pada tanaman kedelai menyebabkan kerugian secara ekonomis di berbagai negara. Penyakit ini juga tersebar di berbagai daerah di Indonesia, seperti Jawa Barat, Jawa Tengah, Daerah Istimewa

wa Yogyakarta, Lampung, Sulawesi Selatan (Machmud 1987), dan Sumatera Barat (Habazar 1989). Penurunan hasil kedelai oleh pustul bakteri di Kalimantan Selatan adalah 15,9% dan Jawa Timur 50% dari potensi 1,2 ton/ha (Aini 1992; Rahayu 2005). Penyakit ini tergolong penting, karena penyebarannya sebagian besar melalui benih (Khaeruni *et al.* 2007), air, dan angin (Goradia *et al.* 2004). Patogen ini juga mempunyai banyak inang terutama dari famili Leguminosae, seperti kacang panjang, *Dolichos uniflorus*, *Glycine* spp., *Phaseolus lunatus*, *P. vulgaris* (Garrity 2005).

Cara pengendalian penyakit pustul bakteri antara lain penggunaan varietas tahan (Semangun 1990), bakterisida (Sinclair dan Backman 1989), pergiliran tanaman dengan tanaman yang bukan inang tidak menanam pada musim hujan (Sweets 2010), dan memusnahkan sisa tanaman sakit (Mueller 2010). Penggunaan varietas tahan tidak efektif karena *Xag* mempunyai banyak strain dengan fenotipe dan genotipe yang berbeda (Rukayadi *et al.* 1999 dalam Yanti dan Resti 2013). Penggunaan bakterisida berdampak negatif terhadap lingkungan karena residu yang ditinggalkannya bersifat racun serta terjadinya resistensi bakteri (Habazar *et al.* 2010) tetapi teknik pengendalian tersebut kurang efektif.

Salah satu teknik pengendalian yang potensial adalah menginduksi ketahanan tanaman. Secara alami tanaman mempunyai ketahanan terinduksi terhadap serangan hama dan patogen. Tanggapan ini teraktivasi setelah rangsangan agens biotik dan abiotik, dan tanggapan ini diistilahkan dengan *systemic acquired resistance* (SAR) atau ketahanan perolehan sistemis (Heiland Bostock 2002). Reaksi ketahanan ini tidak spesifik dan tanaman dapat tahan terhadap berbagai jenis hama dan patogen selama beberapa minggu. Ketahanan tanaman yang diinduksi oleh saprofit seperti *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan bakteri endofit diistilahkan *induced systemic resistance* (ISR) atau induksi ketahanan sistemis. ISR merupakan salah satu mekanisme PGPR dan termasuk kelompok bakteri endofit dalam mengendalikan penyakit tanaman melalui manipulasi sifat fisika dan biokimia tanaman inang (Kloepper 1993; Van Loon *et al.* 1998). Mekanisme ini bekerja melalui pengaktifan berbagai senyawa pertahanan tanaman pada tempat masuknya patogen (Bharathi *et al.* 2004; Dean dan Kuc 1985). Selanjutnya PGPR merupakan kelompok bakteri heterogen yang ditemukan dalam kompleks rhizosfer, pada permukaan akar dan berasosiasi dalam akar, yang dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman secara langsung ataupun tidak langsung (Joseph *et al.* 2007).

Bakteri endofit sebagai agen biokontrol memiliki kelebihan dibandingkan agen biokontrol lainnya karena keberadaannya dalam jaringan tanaman, mempunyai kemampuan bertahan terhadap tekanan biotik dan abiotik (Hallman *et al.* 1997). Beberapa jenis bakteri endofit disamping sebagai agen biokontrol, juga sebagai pemacu pertumbuhan tanaman, dan mengimunisasi ketahanan tanaman terhadap patogen seperti *Pseudomonas cepacia*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Bacillus* sp. (Kloepper *et al.* 1993). Endofit *Streptomyces galbus* R-5 efektif mengendalikan beberapa patogen tanaman (Minamiyama *et al.* 2003). *Burkholderia* sp. Strain PsJN mampu memacu pertumbuhan tanaman anggur (*Vitis vinifera* L.) (Compant 2005). Informasi terbaru menyatakan bahwa *Pseudomonas fluorescens* yang bersifat endofit pada perakaran padi dan mampu memfikasi Nitrogen (Centre for Microbial and Plant Genetics 2006).

Keberadaan bakteri endofit di rizosfer dalam waktu yang panjang pada kondisi optimal secara berkelanjutan sangat perlu dipertahankan. Bakteri endofit dapat diintroduksi dalam bentuk formula. Formulasi padat atau formulasi kering bakteri endofit merupakan bahan pembawa sederhana untuk mempertahankan hidupnya. Bahan pembawa rizobakteri yang

pertama kali dikenal adalah tepung talkum, tanah gambut dan tepung tapioka, sedangkan bahan pembawa formula cair salah satu diantaranya adalah minyak nabati (Soesanto 2008). Campuran mineral atau bahan pembawa organik dengan PGPR telah dilaporkan mampu meningkatkan kemampuannya sebagai agens hayati (Viswanathan and Samiyappan 2001). Selanjutnya menurut Ardakani *et al.* (2010) bahan pembawa organik dan anorganik dapat meningkatkan kestabilan dan efektivitas agens hayati untuk pengendalian penyakit tanaman. Formulasi PGPR berperan penting untuk pengendalian penyakit embun tepung pada *pearl millet* (Niranjan Raja *et al.* 2003). Aktivitas biokontrol terhadap *Ralstonia solanacearum* ras 4 terbaik pada tanaman jahe adalah kombinasi *B. megaterium* B1301 dan tepung jagung (Yang *et al.* 2012). Hasil penelitian tentang formulasi bakteri antagonis telah digunakan dalam mengendalikan beberapa bakteri patogen pada tumbuhan seperti penyakit hawar daun bakteri pada kapas yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* dengan bentuk formulasi cair dan tepung talk (Rajendran *et al.* 2006) dan penyakit karat pada kedelai (Priyatno *et al.* 2007). Penggunaan bakteri endofit dalam bentuk suspensi sel dapat menurunkan kemampuan dalam mengendalikan penyakit pada tanaman pada kondisi di lapang. Oleh karena itu suspensi bakteri mesti dimobilisasi dalam bentuk formulasi dengan pembawa (*carrier*) untuk mempertahankan daya hidup bakteri endofit, memudahkan dalam aplikasi, penyimpanan dan pemasaran (Yanti dan Resti 2013). Bahan-bahan pembawa mesti tersedia secara lokal, mudah didapatkan sewaktu proses formulasi (Nakkeeran *et al.* 2005).

Bahan formula yang dapat digunakan dalam formulasi agen hayati adalah tepung tapioka, tepung talk, tanah gambut dan minyak nabati. Vidhyasekaran *et al.* (1997) melaporkan *Pseudomonas fluoresen* (*Pf*) yang diformula dalam *talk* masih tetap efektif sampai 6 bulan penyimpanan pada suhu ruang, karena memiliki kelembaban yang sangat rendah dan relatif hidropobik, sehingga memiliki periode penyimpanan lebih lama. Selanjutnya Advinda (2009) melaporkan bahwa tepung tapioka merupakan bahan pembawa terbaik untuk formulasi *Pf*, dengan viabilitas yang tinggi. Penyakit hawar daun bakteri pada kapas yang disebabkan oleh bakteri *Xam* dengan bentuk formulasi cair dan tepung talk (Rajendran *et al.* 2006) dan penyakit karat pada kedelai (Priyatno *et al.* 2007). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa formula isolat bakteri endofit dengan bahan pembawa tanah gambut dan minyak nabati dengan lama penyimpanan 4 minggu dapat menekan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman bawang merah (Yanti dan Resti 2013).

Sampai saat ini informasi penggunaan bahan pembawa untuk formulasi isolat bakteri endofit untuk pengendalian penyakit pustul bakteri pada tanaman kedelai masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh formula isolat bakteri endofit yang efektif mengendalikan penyakit pustul bakteri dan meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai.

BAHAN DAN METODE

Formulasi isolat bakteri endofit

Pengujian formula secara *in vitro* di laboratorium dan *in planta* di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang, menggunakan faktorial dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 faktor dan 3 ulangan. Faktor I adalah 3 isolat Bakteri Endofit Indigenos (BEI) (ST4E11, ST2E1.1, ST₁E₁₁), faktor II adalah 3 jenis bahan pembawa (formulasi) (gambut, tepung tapioka, minyak sawit), dan faktor III adalah lama penyimpanan (0, 1, 3, 5, dan 7 minggu).

Isolat BEI unggul diformulasi dalam bentuk padat. Isolat tersebut diremajakan dalam medium Nutrient Agar (NA) selama 24 jam, kemudian 1 koloni tunggal dipindahkan ke dalam 20 ml medium *Nutrient Broth (preculture)* dan diinkubasi pada shaker dengan kecepatan 250 rpm selama 24 jam. Selanjutnya 5 ml suspensi dari *preculture* dipindahkan ke dalam 245 ml air kelapa dalam Erlenmeyer (vol. 500 ml) dan diinkubasi pada shaker selama 2 x 24 jam (*mainculture*) (Yanti dan Resti 2010). Bahan pembawa isolat BEI unggul (tapioka dan gambut) disterilkan pada suhu 100 °C. Bahan aditif yang digunakan adalah sukrosa 5%. Semua komposisi formula yang diuji dicampur secara homogen, 50 g campuran formula dimasukkan dalam kantong plastik tahan panas dan disterilkan pada suhu 120 °C. Selanjutnya bahan formula diinokulasi dengan isolat BEI unggul (kepadatan populasi 10⁸ CFU/g). Formula tersebut diuji viabilitasnya dengan lama penyimpanan yang berbeda (0, 1, 3, 5, dan 7 minggu).

Pengujian stabilitas formula isolat bakteri endofit di rumah kaca

Pada tahap ini formula 3 isolat BEI dalam formulasi (gambut, tepung tapioka, dan minyak sawit) dengan lama penyimpanan 0, 1, 3, 5, dan 7 minggu diuji kemampuannya mengimunisasi kedelai terhadap penyakit pustul bakteri di rumah kaca. Isolat BEI diintroduksi 2x, yaitu: (1) Pada benih, formula isolat BEI dilarutkan dalam air (1:100), kemudian benih kedelai direndam dalam suspensi tersebut dan dikering anginkan selama 24 jam. Benih kedelai ditanam dalam polybag dengan medium tanam 5 kg campuran pupuk kandang dan tanah steril (2:1 v/v). (2) Pada tanaman kedelai muda umur 3 minggu, suspensi formula isolat BEI disiramkan disekeliling batang dengan jarak 3 cm. Tanaman kedelai diinokulasi dengan *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* umur 1 bulan melalui pelukaan pada permukaan bawah daun, kemudian dioles dengan suspensi bakteri (kepadatan populasi 10⁶ CFU/ml). Untuk menjaga kelembaban, tanaman kedelai yang telah diinokulasi disungkup dengan plastik bening. Tanaman dipelihara dengan pemberian pupuk, penyirangan gulma, dan pembumbunan.

Peubah yang diamati adalah: viabilitas isolat BEI dalam formula, perkembangan penyakit (masa inkubasi dan insidensi penyakit dan pertumbuhan tanaman), daya muncul lapang, tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Viabilitas Formula Isolat Bakteri Endofit

Viabilitas isolat BEI terpilih (hasil pengujian di rumah kaca) yang diformulasi dalam berbagai bahan pembawa (gambut, tapioka, dan minyak sawit) menunjukkan stabil setelah disimpan sampai 7 minggu (Tabel 1). Hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian Yanti dan Resti (2013) yang memformulasi isolat RB dari rizosfer bawang merah dengan bahan pembawa gambut tergolong lebih stabil dibanding air kelapa, tapioka dan *talk*. Sedangkan hasil penelitian Advinda (2009) menunjukkan kepadatan populasi bahan pembawa tepung cukup tinggi setelah disimpan 6 minggu yaitu 1,4.10¹³ cfu/ml, dan populasi menurun menjadi 5,3.10¹² cfu/ml setelah disimpan selama 8 minggu.

Bahan pembawa *Pseudomonas fluorescens* yang pertama kali dikenal adalah talkum (mineral alami dengan rumus kimia Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂). Talkum memiliki kelembaban yang sangat rendah dan relatif hidropobis, sehingga memungkinkan sebagai bahan pembawa PGPR dengan periode penyimpanan yang lebih lama. Menurut Dandurand *et al.* (1994), cit Nakkeeran *et al.* (2005) mengemukakan bahan pembawa dengan ukuran partikel lebih

kecil dapat meningkatkan luas permukaannya, sehingga bakteri dapat terlindung dari kekeringan. Hasil penelitian Vidhyasekaran *et al.* (1997) menunjukkan bahwa *Pseudomonas fluorescens* yang diformula dengan talkum masih tetap efektif setelah disimpan sampai 6 bulan pada suhu ruang.

Tabel 1. Kepadatan populasi isolat BEI dalam formula berbeda dan disimpan dalam waktu yang berbeda (CFU/g/ml).

Isolat	Jenis bahan pembawa	Kepadatan populasi isolat BEI terhadap lama penyimpanan (minggu)				
		0	1	3	5	7
ST4E11 (A)	Gambut	$3,83 \times 10^8$	$1,65 \times 10^8$	$1,38 \times 10^8$	$2,46 \times 10^8$	$1,9 \times 10^8$
ST4E11 (A)	Tepung Tapioka	$1,04 \times 10^8$	$1,59 \times 10^8$	$1,23 \times 10^8$	$1,02 \times 10^8$	$2,3 \times 10^8$
ST4E11 (A)	Minyak sawit	$1,49 \times 10^8$	$1,43 \times 10^7$	$1,33 \times 10^8$	$1,55 \times 10^8$	$1,7 \times 10^8$
ST2E1.1(C)	Gambut	$3,8 \times 10^8$	$2,5 \times 10^8$	$1,7 \times 10^8$	$1,5 \times 10^8$	$1,4 \times 10^8$
ST2E1.1(C)	Tepung Tapioka	$1,6 \times 10^8$	$1,2 \times 10^8$	$1,0 \times 10^8$	$1,0 \times 10^8$	$9,4 \times 10^7$
ST2E1.1(C)	Minyak sawit	$1,6 \times 10^8$	$1,5 \times 10^8$	$1,4 \times 10^8$	$1,3 \times 10^8$	$9,7 \times 10^7$
ST ₁ E ₁₁ (I)	Gambut	$2,2 \times 10^8$	$5,5 \times 10^8$	$1,2 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$	$1,0 \times 10^8$
ST ₁ E ₁₁ (I)	Tepung Tapioka	$1,8 \times 10^8$	$1,3 \times 10^8$	$2,7 \times 10^8$	$9,4 \times 10^7$	$8,6 \times 10^7$
ST ₁ E ₁₁ (I)	Minyak sawit	$1,6 \times 10^8$	$1,6 \times 10^8$	$1,9 \times 10^8$	$1,2 \times 10^8$	$1,1 \times 10^7$

Pf yang diformulasi dengan bahan pembawa gambut masih tetap efektif setelah disimpan sampai 2 bulan pada suhu ruang (Vidhyasekaran *et al.* 1997). Gambut mudah digunakan namun tidak selalu tersedia. Disamping itu, gambut mengandung materi pengkontaminan, sehingga perlu disterilisasi panas yang dapat membebaskan substansi yang bersifat racun terhadap bakteri dan mengurangi kemampuannya (Nakkeeran *et al.* 2005). Kemampuan tepung tapioka sebagai bahan pembawa dalam penelitian ini ternyata sama dengan tepung talkum, karena kondisi fisiknya hampir mirip dengan talk, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembawa isolat RB. Penggunaan tepung tapioka sebagai bahan pembawa juga telah dilaporkan Habazar *et al.* (2008) yang menunjukkan kemampuan yang sama dengan tepung talk.

Daya Muncul Lapang Benih Kedelai

Beberapa isolat BEI mampu meningkatkan kemunculan benih kedelai mencapai 100% efektivitas mencapai 49,99% dibanding kontrol (66,67%). Sebagian besar isolat dalam berbagai bahan pembawa mampu meningkatkan daya muncul benih, namun sebagian isolat juga menunjukkan penurunan kemunculan benih dengan penurunan mencapai -70% dibanding kontrol. Peningkatan daya muncul lapang isolat bervariasi efektivitas antara 0,00–49,99%. Isolat ST1.E11 pada formula minyak sawit dan gambut serta isolat ST2E1.1 dalam formula tapioka menunjukkan peningkatan daya muncul lapang tertinggi yaitu mencapai 49,99%. Hasil penelitian Pieterse dan Van Loon (1999) menunjukkan bahwa introduksi *Pseudomonas fluorescens* WCS417 mampu memacu pertumbuhan *Arabidopsis* mencapai 33%.

Tabel 2. Daya muncul lapang benih kedelai yang diintroduksi dengan formula isolat RB di rumah kaca.

Isolat BEI	Bahan pembawa	Penyimpanan (minggu)	Kemunculan benih	
			%	Efektivitas perlakuan (%)
ST4E11(A)	Gambut	0	66,67	0,00
ST4E11(A)	Gambut	1	26,67	-60,00
ST4E11(A)	Gambut	3	26,67	-60,00
ST4E11(A)	Gambut	5	20,00	-70,00
ST4E11(A)	Gambut	7	40,00	-40,00
ST4E11(A)	Tapioka	0	93,33	37,92
ST4E11(A)	Tapioka	1	66,67	0,00
ST4E11(A)	Tapioka	3	53,33	21,19
ST4E11(A)	Tapioka	5	73,33	8,36
ST4E11(A)	Tapioka	7	26,67	-60,00
ST4E11(A)	Minyak sawit	0	80,00	18,22
ST4E11(A)	Minyak sawit	1	93,33	37,92
ST4E11(A)	Minyak sawit	3	33,33	-50,75
ST4E11(A)	Minyak sawit	5	20,00	-70,00
ST4E11(A)	Minyak sawit	7	33,33	-50,75
ST2E1.1	Gambut	0	88,89	33,89
ST2E1.1	Gambut	1	33,33	-50,75
ST2E1.1	Gambut	3	88,89	33,89
ST2E1.1	Gambut	5	77,78	16,68
ST2E1.1	Gambut	7	55,56	-17,90
ST2E1.1	Tapioka	0	88,89	33,89
ST2E1.1	Tapioka	1	77,78	16,68
ST2E1.1	Tapioka	3	100,00	49,99
ST2E1.1	Tapioka	5	77,78	16,68
ST2E1.1	Tapioka	7	66,67	0,00
ST2E1.1	Minyak sawit	0	77,78	16,68
ST2E1.1	Minyak sawit	1	77,78	16,68
ST2E1.1	Minyak sawit	3	88,89	33,89
ST2E1.1	Minyak sawit	5	77,78	16,68
ST2E1.1	Minyak sawit	7	55,56	-17,90
ST ₁ E ₁₁ (I)	Gambut	0	77,78	16,68
ST ₁ E ₁₁ (I)	Gambut	1	88,89	33,89
ST ₁ E ₁₁ (I)	Gambut	3	77,78	16,68
ST ₁ E ₁₁ (I)	Gambut	5	88,89	33,89
ST ₁ E ₁₁ (I)	Gambut	7	100,00	49,99
ST ₁ E ₁₁ (I)	Tapioka	0	66,67	0,00
ST ₁ E ₁₁ (I)	Tapioka	1	77,78	16,68
ST ₁ E ₁₁ (I)	Tapioka	3	?	
ST ₁ E ₁₁ (I)	Tapioka	5	88,89	33,89
ST ₁ E ₁₁ (I)	Tapioka	7	77,78	16,68
ST ₁ E ₁₁ (I)	Minyak sawit	0	100,00	49,99
ST ₁ E ₁₁ (I)	Minyak sawit	1	100,00	49,99
ST ₁ E ₁₁ (I)	Minyak sawit	3	100,00	49,99
ST ₁ E ₁₁ (I)	Minyak sawit	5	77,78	16,68
ST ₁ E ₁₁ (I)	Minyak sawit	7	77,78	16,68
Kontrol			66,67	0,00

Perkembangan Penyakit Pustul Bakteri

Kemampuan Formula isolat BEI dengan berbagai bahan pembawa dan disimpan sampai 7 minggu setelah diintroduksi pada benih kedelai menunjukkan kemampuan yang relatif stabil dalam menekan perkembangan penyakit pustul bakteri. Umumnya introduksi formula isolat BEI yang diintroduksi pada tanaman kedelai mampu menghambat perkembangan penyakit pustul bakteri (Tabel 3). Masa inkubasi Xag pada tanaman kedelai yang diintroduksi dengan formula isolat BEI menunjukkan hampir sama (9,66–11,33 HSI) dibanding dengan kontrol (9 HSI) dengan efektivitas berkisar antara 3,67–25,89%. Masa inkubasi Xag yang paling lama adalah pada tanaman kedelai yang diintroduksi dengan isolat BEI formula gambut yang disimpan selama 7 minggu (11,33 HSI) dengan efektivitas 25,89%. Intensitas serangan penyakit pustul bakteri pada daun kedelai yang diintroduksi dengan beberapa formula isolat BEI bervariasi antara 7,09–16,35% dengan efektivitas 25,42–67,67%. Introduksi formula isolat BEI pada kedelai varietas Anjasmoro mampu meningkatkan ketahanannya terhadap penyakit pustul bakteri dari agak rentan (kontrol) menjadi agak tahan sampai tahan. Formula isolat BEI yang terbaik dalam menekan perkembangan penyakit pustul bakteri adalah minyak sawit yang disimpan 5 minggu, tepung tapioka yang disimpan 1, 3, dan 7 minggu serta tanah gambut yang disimpan 7 minggu. Intensitas polong terserang Xag pada tanaman yang diintroduksi dengan isolat Rb bervariasi antara 15,49–24,24% dibanding kontrol (44,43%) dengan efektivitas 28,38–70,28%. Hasil penelitian yang sama telah dilaporkan Habazar *et al.* (2008) bahwa tanaman bawang merah yang diintroduksi dengan isolat JB2sktE1 yang diformulasi dengan tepung tapioka (7,80%) dengan efektivitas 71,25%. Menurut Vidhyasekaran *et al.* (1997) efektivitas formula *Pseudomonas fluorescens* dalam mengendalikan penyakit tanaman tergantung kepada jenis formula dan lama simpan formula tersebut.

Tabel 3. Perkembangan penyakit pustul bakteri pada tanaman kedelai yang diintroduksi dengan formula isolat BEI di rumah kaca.

Isolat/Formula/ Penyimpanan	Masa inkubasi Xag		Persentase daun terserang		Intensitas daun terserang			Intensitas polong terserang		
	HSI	Efektivitas (%)	%	Efektivitas (%)	%	Efektivitas (%)	Kate- gori	%	Efektivitas (%)	Kategori
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ST4E11/Gb/0mg(A)	10,3 abcd	14,8	19,6 b	51,8	8,1 ab	63,1	T	32,2 b	27,6	R
ST4E11/ Gb/1mg (A)	9,7 cde	7,3	23,5 ab	42,6	10,5 ab	52,2	AT	29,2 b	34,4	AR
ST4E11/ Gb/3mg (A)	11,0 ab	22,2	23,4 ab	42,6	10,8 a	50,7	AT	32,5 b	26,9	R
ST4E11/ Gb/5mg (A)	10,0 bcde	11,1	20,5 b	49,7	9,2 ab	58,6	T	30,0 b	32,6	AR
ST4E11/ Gb/7mg (A)	10,0 bcde	11,1	24,8 ab	39,1	8,8 ab	59,9	T	30,2 b	32,1	R
ST4E11/ Tp/0mg (A)	10,3 abcd	14,8	20,9 b	48,7	10,2 ab	53,7	AT	27,9 b	37,2	AR
ST4E11/ Tp/1mg (A)	10,3 abcd	14,8	21,0 b	48,5	9,1 ab	58,8	T	36,2 ab	18,6	R
ST4E11/ Tp/3mg (A)	10,3 abcd	14,8	24,9 ab	38,7	9,2 ab	58,2	T	34,1 ab	23,2	R
ST4E11/ Tp/5mg (A)	9,3 cde	3,7	19,8 b	51,3	7,5 b	65,9	T	36,5 ab	17,9	R
ST4E11/ Tp/7mg (A)	9,3 cde	3,7	23,7 ab	41,9	10,7 ab	51,4	AT	27,5 b	38,2	AR
ST4E11/ Ms/0mg (A)	11,0 ab	22,2	21,1 b	46,0	9,2 ab	58,1	T	27,8 b	37,4	AR
ST4E11/ Ms/1mg (A)	10,3 abcd	14,8	23,1 ab	43,2	11,0 a	50,0	AT	36,6 ab	17,6	R
ST4E11/ Ms/3mg (A)	9,7 cde	7,3	19,6 b	51,7	7,9 ab	64,2	T	30,1 b	32,3	R
ST4E11/ Ms/5mg (A)	10,0 bcde	11,1	22,3 b	45,2	10,0 ab	54,6	T	29,8 b	32,9	AR
ST4E11/ Ms/7mg (A)	9,7 cde	7,3	23,8 ab	41,7	9,3 ab	57,7	T	36,5 ab	17,8	R
ST2E1.1/ Gb/0mg	11,7 ab	29,9	14,1 ef	65,4	7,1 cd	67,6	T	14,1 de	68,4	AT
ST2E1.1/ Gb/1mg	10,3 abcd	14,8	22,2 bcdef	45,4	10,5 bcd	52,3	AT	15,3 cde	65,6	AT
ST2E1.1/ Gb/3mg	10,3 abcd	14,8	19,9 cdef	51,1	13,9 bc	36,7	AT	16,9 cde	61,9	AT
ST2E1.1/ Gb/5mg	11,0 ab	22,2	19,8 cdef	51,3	12,5 bcd	43,1	AT	17,6 cde	60,5	AT
ST2E1.1/ Gb/7mg	10,3 abcd	14,8	19,7 cdef	51,7	10,4 bcd	52,5	AT	13,2 e	70,4	AT
ST2E1.1/ Tp/0mg	10,7 abc	18,4	18,1 cdef	55,3	9,9 bcd	54,9	T	15,4 cde	65,4	AT
ST2E1.1/ Tp/1mg	11,7 ab	29,9	16,0 def	60,6	8,1 cd	63,2	T	21,6 cde	51,5	AR

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ST2E1.1/ Tp/3mg	10,3 abcd	14,8	18,5 cdef	54,5	9,8 bcd	55,3	T	17,2 cde	61,4	AT
ST2E1.1/ Tp/5mg	11,7 ab	29,9	16,2 def	60,3	7,1 cd	67,5	T	19,8 cde	55,4	AT
ST2E1.1/ Tp/7mg	9,3 de	3,7	27,7 bcd	31,9	16,4 ab	25,5	AT	23,8 bcd	46,4	AR
ST2E1.1/ Ms/0mg	9,3 de	3,7	29,5 abc	27,5	14,0 bc	36,2	AT	15,5 cde	65,1	AT
ST2E1.1/ Ms/1mg	12,0 a	33,3	10,4 f	74,4	5,3 d	75,7	T	15,8 cde	64,4	AT
ST2E1.1/ Ms/3mg	9,3 de	3,7	26,1 bcd	35,9	13,7 bc	37,8	AT	25,0 bc	43,8	AR
ST2E1.1/ Ms/5mg	9,7 cde	7,3	24,3 bcde	40,4	13,0 bc	40,6	AT	20,6 cde	53,7	AR
ST2E1.1/ Ms/7mg	9,3 de	3,7	32,1 ab	21,2	16,0 ab	27,2	AT	31,7 ab	28,6	R
ST ₁ E ₁ / Gb/0mg (I)	9,7 cde	7,3	17,6	56,8	5,5 d	74,9	T	14,6 efgh	67,1	AT
ST ₁ E ₁ / Gb/1mg (I)	11,0 ab	22,2	15,8	61,3	4,1 d	81,2	T	11,2 h	74,7	AT
ST ₁ E ₁ / Gb/3mg (I)	10,0 bcde	11,1	16,3	59,9	6,0 cd	72,6	T	14,4 fgh	67,6	AT
ST ₁ E ₁ / Gb/5mg (I)	9,7 cde	7,3	17,3	57,6	5,6 d	75,6	T	12,2 gh	72,5	AT
ST ₁ E ₁ / Gb/7mg (I)	11,3 a	25,9	15,3	62,3	4,7 d	78,5	T	17,5 cdef	60,5	AT
ST ₁ E ₁ / Tp/0mg (I)	9,7 cde	7,3	32,3	20,6	12,0 bcd	45,3	AT	19,7 cd	55,8	AT
ST ₁ E ₁ / Tp/1mg (I)	9,3 de	3,7	22,1	45,7	7,1 cd	67,6	T	18,4 cdef	58,5	AT
ST ₁ E ₁ / Tp/3mg (I)	9,7 cde	7,3	21,9	46,2	8,6 cd	61,0	T	21,6 c	51,4	AR
ST ₁ E ₁ / Tp/5mg (I)	9,3 de	3,7	20,7	49,2	7,6 cd	65,5	T	17,4 cdef	60,8	AT
ST ₁ E ₁ / Tp/7mg (I)	9,3 de	3,7	19,4	52,4	5,7 d	74,2	T	26,8 b	39,8	AR
ST ₁ E ₁ / Ms/0mg (I)	9,3 de	3,7	17,7	56,4	6,0 cd	72,7	T	15,8 defgh	64,5	AT
ST ₁ E ₁ / Ms/1mg (I)	10,3 abcd	14,8	15,5	61,9	4,8 d	78,1	T	16,5 defg	62,9	AT
ST ₁ E ₁ / Ms/3mg (I)	10,7 abc	18,4	15,0	63,2	4,6 d	78,9	T	15,6 defgh	65,0	AT
ST ₁ E ₁ / Ms/5mg	10,3 abcd	14,8	18,3	55,0	6,9 cd	68,8	T	17,4 cdef	60,8	AT
ST ₁ E ₁ / Ms/7mg	9,7 cde	7,3	16,7	59,1	6,2 cd	71,5	T	19,1 cde	56,9	AT
Kontrol	9,0	0,0	40,7	0,00	21,9 a	0,0	AR	44,4	0,0	R
	KK = 8,4 %		KK = 16,1%		KK = 21,0%		KK = 22,0%			

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata (DNMRT taraf 5%).

Keterangan: Gb = gambut, Tp = Tapioka, Mswt = Minyak sawit, mg = minggu, T = tahan, AT = agak tahan, R = rentan, AR = agak rentan.

Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan tanaman kedelai yang diintroduksi dengan isolat BEI umumnya menunjukkan peningkatan dibanding tanaman kontrol (Tabel 4).

Tinggi tanaman meningkat berkisar antara 64,97–86,33 cm dibanding kontrol (47,00 cm) dengan efektivitas 38,23–83,68%, jumlah daun berkisar antara 29,67–49,67 helai dibanding kontrol (23 helai) dengan efektivitas 28,99–115,94%, dan jumlah cabang berkisar antara 5,67–11,00 buah dibanding kontrol (5,33 buah) dengan efektivitas 6,38–106,38%. Formula isolat BEI terbaik dalam meningkatkan semua peubah pertumbuhan tanaman kedelai adalah ST2E1.1 dengan formula gambut yang disimpan 4 minggu dan ST2E1.1 dengan formula tapioka yang disimpan 4 minggu.

Tabel 4. Pertumbuhan tanaman kedelai setelah diintroduksi dengan isolat BEI di rumah kaca.

No.	Isolat/Formula/ Penyimpanan	Tinggi tanaman		Jumlah daun, 6 mst		Jumlah cabang	
		Cm	Efektivitas (%)	Tangkai	Efektivitas (%)	tangkai	Efektivitas (%)
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	ST4E11/Gb/0mg(A)	70,2 b	49,3	45,3 abc	97,0	7,3 ab	37,0
2.	ST4E11/ Gb/1mg (A)	71,0 b	51,0	46,0 abc	100,0	7,6 ab	42,6
3.	ST4E11/ Gb/3mg (A)	78,2 ab	66,4	48,3 abc	110,0	7,6 ab	42,6
4.	ST4E11/ Gb/5mg (A)	71,6 ab	52,4	60,0 a	160,9	9,0 a	68,9
5.	ST4E11/ Gb/7mg (A)	87,4 a	85,9	34,6 c	50,4	6,0 ab	12,6
6.	ST4E11/ Tp/0mg (A)	79,9 ab	70,0	47,6 abc	107,0	8,3 a	55,7
7.	ST4E11/ Tp/1mg (A)	78,7 ab	67,5	47,3 abc	105,7	8,6 a	61,4
8.	ST4E11/ Tp/3mg (A)	77,6 ab	65,2	43,0 abc	87,0	7,3 ab	37,0
9.	ST4E11/ Tp/5mg (A)	81,9 ab	74,3	55,3 ab	140,4	7,3 ab	37,0
10.	ST4E11/ Tp/7mg (A)	73,9 ab	57,2	42,3 abc	83,9	6,0 ab	12,6

1	2	3	4	5	6	7	8
11	ST4E11/ Ms/0mg (A)	83,3 ab	77,2	54,0 abc	134,8	7,6 ab	42,6
12.	ST4E11/ Ms/1mg (A)	82,2 ab	74,8	50,6 abc	120,0	7,3 ab	37,0
13.	ST4E11/ Ms/3mg (A)	79,9 ab	70,0	56,0 ab	143,5	8,6 a	61,4
14	ST4E11/ Ms/5mg (A)	70,5 b	49,9	43,0 abc	87,0	7,6 ab	42,6
15	ST4E11/ Ms/7mg (A)	71,5 ab	52,1	43,6 abc	89,6	6,0 ab	12,6
16	ST2E1.1/ Gb/0mg	74,5 bcde	58,5	42,0 ab	82,6	7,7 cdefg	43,9
17	ST2E1.1/ Gb/1mg	78,2 abcd	66,4	46,6 ab	103,0	8,7 bcdef	62,7
18	ST2E1.1/ Gb/3mg	84,3 abc	79,4	44,7 ab	94,4	9,0 abcde	68,9
19	ST2E1.1/ Gb/5mg	86,3 ab	83,7	48,3 a	110,0	11,0 a	106,4
20	ST2E1.1/ Gb/7mg	65,0 e	38,2	45,7 ab	98,7	7,3 defgh	37,5
21	ST2E1.1/ Tp/0mg	82,0 abc	74,5	49,7 a	116,1	10,0 ab	87,6
22	ST2E1.1/ Tp/1mg	82,5 abc	75,5	39,7 abc	72,6	7,7 cdefg	43,9
23	ST2E1.1/ Tp/3mg	82,1 abc	74,7	40,0 abc	73,9	9,3 abcd	75,1
24	ST2E1.1/ Tp/5mg	85,1 abc	81,0	47,3 ab	105,7	9,3 abcd	75,1
25	ST2E1.1/ Tp/7mg	73,5 cde	56,3	41,3 ab	79,6	7,0 efgh	31,3
26	ST2E1.1/ Ms/0mg	77,3 bcde	64,5	36,3 bc	57,8	9,7 abc	81,4
27	ST2E1.1/ Ms/1mg	90,4 a	92,4	41,3 ab	79,6	7,3 defgh	37,5
28	ST2E1.1/ Ms/3mg	76,9 bcde	63,6	43,0 ab	87,0	9,0 abcde	68,9
29	ST2E1.1/ Ms/5mg	81,1 abc	72,6	44,3 ab	92,6	8,7 bcdef	62,7
30	ST2E1.1/ Ms/7mg	67,2 de	42,9	29,7 cd	29,1	5,7 gh	6,4
31	ST ₁ E ₁ / Gb/0mg (I)	76,7 ab	62,9	30,3 abc	31,9	7,0 defgh	31,3
32	ST ₁ E ₁ / Gb/1mg (I)	57,3 cdef	21,9	28,0 abcd	21,7	6,7 defgh	25,1
33	ST ₁ E ₁ / Gb/3mg (I)	60,6 cdef	27,7	29,7 abcd	29,0	6,0 gh	12,6
34	ST ₁ E ₁ / Gb/5mg (I)	54,8 def	16,6	29,3 abcd	27,5	6,7 defgh	25,1
35	ST ₁ E ₁ / Gb/7mg (I)	72,0 abc	53,2	33,0 ab	43,5	6,7 defgh	25,1
36	ST ₁ E ₁ / Tp/0mg (I)	54,0 ef	14,9	24,0 cd	4,3	5,7 gh	6,4
37	ST ₁ E ₁ / Tp/1mg (I)	64,0 bcde	36,2	27,3 bcd	18,8	6,0 gh	12,6
38	ST ₁ E ₁ / Tp/3mg (I)	63,8 bcde	35,7			5,7 gh	6,4
39	ST ₁ E ₁ / Tp/5mg (I)	69,3 abcd	47,5	29,0 abcd	26,1	5,7 gh	6,4
40	ST ₁ E ₁ / Tp/7mg (I)	60,3 cdef	26,2	32,7 ab	42,0	6,5 gh	18,8
41	ST ₁ E ₁ / Ms/0mg (I)	79,7 a	69,4	31,0 ab	34,8	7,0 defgh	31,3
42	ST ₁ E ₁ / Ms/1mg (I)	76,7 ab	62,9	34,3 a	49,3	6,0 gh	12,6
43	ST ₁ E ₁ / Ms/3mg (I)	66,7 abcde	40,4	33,7 ab	46,4	7,0 defgh	31,3
44	ST ₁ E ₁ / Ms/5mg (I)	64,6 bcde	37,4	31,0 ab	34,8	6,5 gh	18,8
45	ST ₁ E ₁ / Ms/7mg (I)	67,5 abcde	43,3	32,0 ab	39,1	6,5 gh	18,8
46	Kontrol	47,0 g	0,0	23,0 cd	0,0	5,3 h	0,0
		KK = 12,5%		KK = 26,3%		KK = 25,0%	

Keterangan: Gb = gambut, Tp = Tapioka, Mswt = Minyak sawit, mg = minggu.

Hasil penelitian ini menunjukkan kecenderungan yang sama dengan penelitian Cha-kraborty *et al.* (2012), dimana bioformulasi *B. megaterium* dalam serbuk gergaji, gabah dan limbah teh efektif meningkatkan pertumbuhan teh yang diukur dari tinggi tanaman dan jumlah daun.

KESIMPULAN

1. Viabilitas isolat BEI terpilih yang diformulasi dalam berbagai agen pembawa (gambut, tapioka dan minyak sawit) stabil setelah disimpan sampai 7 minggu.

2. Formula isolat BEI dengan berbagai bahan pembawa dan disimpan sampai 7 minggu mampu menekan perkembangan penyakit pustul bakteri.
3. Rekomendasi isolat dan formulasi terbaik adalah formula tapioka dari isolat ST2E1.1 tanpa disimpan, dan formula gambut dari isolat yang sama disimpan 3 minggu lebih efisien menginduksi ketahanan kedelai terhadap penyakit pustul bakteri.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dibiayai oleh DP2M DIKTI DEPDIKNAS melalui Hibah Kompetensi Tahun 2012 dengan Kontrak No. 063/UN.16/PL/Hikom/2012. Untuk itu tim peneliti menyampaikan terimakasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Advinda, L. 2009. Tanggap Fisiologis Tanaman Pisang yang Diintroduksi dengan *Pseudomonas fluorescens* terhadap *Blood Disease Bacteria* (BDB). Disertasi. Program Pascasarjana Univ. Andalas. Padang
- Aini M.H. 1992. Penyakit Bakteri pada Kedelai di Kalimantan Selatan: Identifikasi, Kehilangan hasil, dan Kelangugan Hidup Patogen. Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Ardakani S.S., Heydari A., Khorasani N., and Arjmandi, R. 2010. Development of new bio-formulations of *Pseudomonas fluorescens* and evaluation of these products against damping-off cotton seedlings. *Jurnal of Plant Pathology* 92(1):83–88.
- Bharathi R., Vivekananthan R., Harish S., Ramanathan A., Samiyappan R. 2004. Rhizobacteria-based bio-formulations for the management of fruit rot infection in chilies. *Crop Protection* 23:835–843.
- Chakraborty, U., Chakraborty, B. N., & Chakraborty, A. P., 2012. Induction of Plant Growth Promotion in *Camellia sinensis* by *Bacillus megaterium* and its Bioformulations. *World Journal of Agric. Sci.*, 8(1):104–112.
- Centre for Microbial and Plant Genetics. 2006. Plant growth promoting rhizobacteria and biodegradation. Katolike Universiteit Leuven, Netherland.
- Compant, S., 2005. 'Use of plant growth promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanism of action, and future prospects', *Minireview Journal Applied and environmental Microbiology* 71(9):4951–4959.
- Dean, R.A., and Kuc, J., 1985. Induced systemic protection in plants. *Trends in Biotechnology*. 3(5):125–129.
- Garrity GM. 2005. *Bergey's manual of sistematic bacteriology*. Second Edition. Volume Two: The proteobacteria. Part B gammaproteobacteria. Department of Microbiology and Molecular Genetics. Michigan State University.
- Goradia L, Hartman GL, and Daniel S. 2004. Pathogenicity of *Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycines*, the Causative Agent of Bacterial Pustule in Soybeans. *America Society for Microbiology*. <http://www.ars.usda.gov/research/publications.htm?seq no 115 = 160989>. [08 Juli 2011].
- Habazar, T. 1989. Inventarisasi Penyakit-Penyakit Bakteri Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max*). Laporan Penelitian Pusat Penelitian Universitas Andalas Padang.
- Habazar, T., Nasrun, Jamsari, dan Rusli, I. 2008. Pola Penyebaran Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *allii*) pada Bawang Merah dan Upaya Pengendaliannya Melalui Imunisasi Menggunakan Rizobakteria. Laporan Hasil Penelitian. Padang.

- Habazar, T., Yanti, Y., dan Resti, Z. 2010. Pengembangan teknik penapisan rizobakteria indigenos secara *in planta* untuk pengendalian bakteri patogen tanaman. Laporan Akhir Penelitian Tahun I Hibah Kompetensi, DP2M DIKTI.
- Hallmann, J., Quardt-Hallmann, A., Mahaffee, W.F., Kloepper, J.W. (1997) Bacterial endophytes in agricultural crops. *Canadian J. of Microbiol.* 43:895–914.
- Heil, M., dan Bostock, R.M., 2002. Induced systemic resistance (ISR) against pathogens in the context of induced plant defenses. *Annals of Botany* 89:503–512. (see Niranjana et al. 2003).
- Joseph B., Ranjan PR & Lawrence, R. 2007. Characterization of plant growth promoting rhizobacteria associated with chickpea (*Cicer arietinum* L.). *J. Plant Production* 1(2):141–151.
- Khaeruni A, Suwanto A, Tjahjono B, dan Sinaga SM. 2007. Deteksi cepat penyakit pustul bakteri pada kedelai menggunakan teknik PCR dengan primer spesifik. *HAYATI Journal of Biosciences* 14(2):76-80.
- Kloepper JW. 1993. Plant Growth-promoting Rhizobacteria as biological control agents. In: F. Blaine Metling, Jr. (Ed.), *Soil Microbial Ecology, Application In Agricultural and Environmental Management*. Marcel Dekker R.J.W. Kloepper, J.W. 1994. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*. In: Y. Okon (Eds.), *Azospirillum/plant associations*. CRC BOQ Raton, FL. pp. 137–166.
- Machmud M. 1987. Pengamatan Penyakit Pustul Bakteri dan Hawar Bakteri Kedelai. Dalam *Gatra Penelitian Penyakit Tumbuhan dalam Pengendalian Secara Terpadu*. Perhimpunan Fitopatologi Indonesia.
- Mueller, J.D. 2010. Soybean Disease Control. http://www.clemson.edu/edisto/soybeans/disease_control/. [18 Juni 2011].
- Nakkeeran, S, Fernando, W.G.D., Siddiqui, Z.A. 2005. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria Formulations and Its Scope in Commercialization for the Management of Pests and Diseases* Z.A. Siddiqui (ed.), *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*, 257–296. ©2005 Springer, Dordrecht, The Netherlands
- Niranjana Raja S., Deepaka S.A., Basavarajua P., Shettya H.S., Reddyb M.S. 2003. Comparative performance of formulations of plant growth promoting rhizobacteria in growth promotion and suppression of downy mildew in pearl millet. *Crop Protection* 22: 579–588.
- Pieterse, C.M.J., Van Loon, L.C., 1999. Salicylic acid independent plant defence pathways. *Trends in Plant Science* 4:52–58.
- Priyatno, P.T. Chaerani, Suryadi, Y. dan Sudjadi, M, 2007. *Teknik Produksi dan Formulasi Bakteri Kitinolitik Untuk Pengendalian Penyakit Karat Kedelai*. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan (BPTP), Bogor. Hlm. 124.
- Rahayu, M. 2005. *Tanggapan Varietas Kedelai terhadap Penyakit Pustul Xanthomonas axonopodis dan Potensi Ekstrak Nabati untuk Pengendaliannya*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. <http://balitkabi.litbang.deptan.go.id/images/PDF/Prosiding/seminar2007/proteksi/43mudji%20rahayu.pdf>
- Rajendran L. Saravanakumar D., Ragunchander T., dan Samiyappan R. 2006. Endophytic bacterial induction of defence enzymes against bacterial blight of cotton. Department of Plant Pathology, Centre for Plant Protection Studies, Tamil Nadu Agriculture University, Coimbatore-641003, Tamil Nadu, India.
- Semangun, H. 1990. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta. Gadjah Mada. Univ. Press. 752 hlm.
- Sinclair JB, dan Backman PA., 1989. *Compendium of Soybean Diseases*. 3 rd Ed. The American Phytopathological Society. United States of America.
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. PT Raja Grafindo Persada: Jakarta. Hlm. 135.

- Sweets, L. 2010. Soybean Foliage Diseases may Begin to Show Up. Vol. 20, No. 13. <http://ppp.missouri.edu/newsletters/ipcm/archives/v20n13/a1.pdf> [24 Juni 2011].
- Van Loon L.C., Bakker PAHM, Pieterse C.M.J. 1998. Systemic resistance induced by Rhizosphere bacteria. *Annu. Rev. Phytopathology* 36:453–483.
- Vidhyasekaran, P., Sethuraman, K., Rajappan, K., Vasumathi, K. 1997. Powder Formulations of *Pseudomonas fluorescens* Control Pigeonpea Wilt. *Biological Control* 8(3):166–171.
- Viswanathan R., Samiyappan R., 2001. Antifungal activity of chitinase produced by some fluorescent pseudomonads against *Colletotrichum falcatum* Went causing red rot disease in sugarcane. *Microbiological Research* 155:309–314.
- Yanti, Y., Resti Z., 2010. Induksi ketahanan tanaman bawang merah dengan bakteri rhizoplan indigenos terhadap penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas axonopodis pv allii*). Dalam L. Soesanto, E. Mugiastuti, R.F. Rahayuniati dan A. Manan (Ed). Prosiding seminar nasional pengelolaan opt ramah lingkungan Purwokerto, 10–11 November 2010. 235–241 hlm.
- Yang, W., Liu, H., Wang, Y., Luo, Y., Yang, H., and Guo, J. 2012. Effects of two different soil amendments on the biocontrol efficacy of biological control agents (BCA) against *Ralstonia* wilt on ginger. *African Journal of Biotechnology* 11(39):9383–9390. DOI: 10.5897/AJB11.4317. ISSN 1684–5315 © 2012 Academic Journals.
- Yanti, Y dan Resti Z. 2013. Introduksi Formula Isolat Bakteri Endofit Indigenos Pada Tanaman Bawang Merah Untuk Pengendalian Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas axonopodis pv. allii*). Makalah disampaikan dalam seminar nasional BKSPTN Wilayah Barat di Universitas Tanjung Pura. Pontianak.