

**INTRODUKSI FORMULA RIZOBAKTERIA  
*Bacillusthuringiensis* pv. *toumanoffi* PADA TANAMAN KEDELAI  
UNTUK PENINGKATAN KETAHANAN TERHADAP PENYAKIT  
PUSTUL BAKTERI (*Xanthomonas axonopodispvglycines*) DI LAPANGAN**

*(Introduction of Bacillus thuringiensis pv. toumanoffi Formula  
to Increase Soybean Resistance Against Bacteria Pustul Disease  
(Xanthomonas axonopodis pv. glycines))*

**Julio Eiffelt Rossaffelt Rumbiak<sup>1</sup>, Trimurti Habazar<sup>2</sup>, Yulmira Yanti<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>**Staf Pengajar Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian  
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

<sup>2</sup>**Staf Pengajar Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian  
Universitas Andalas**

**Jl. Raya Jakarta KM 04, Pakupatan, Serang, Banten  
Telp. 0254-280330, Fax. 0254-281254, e-mail: julio.eiffelt@untirta.com**

**ABSTRACT**

*Bacillus thuringiensis* sr.v.*toumanoffi* is an indigenous endophytic rizobacteria from healthy soybean rizosphere capable of controlling bacterial pustule disease (*Xanthomonas axonopodispvglycines*). Rhizobacteria needs to be formulated to remain effective in storage and application. The aimed of this research was to obtain a stable bacterial formula in controlling bacterial pustule disease in soybeans. This research was designed in factorial in a randomized group consisting of 13 treatments with 3 replications. The Treatment was a combination of carrier material (peat, tapioca and coconut water+1% palm oil) and storage time (0, 2, 4, and 6 weeks). Soybean seeds were introduced with each *Bacillus thuringiensis* sr.v. *toumanoffi* formula before planting. The results showed that the formula *Bacillus thuringiensis*sr.v. *toumanoffi* was relatively stable in suppressing the incidence and severity of bacterial pustule disease in soybean leaf. The best formula for controlling bacterial pustules was *Bacillus thuringiensis* sr.v. *toumanoffi* in peat, coconut water + palm oil and tapioca each 2 weeks storage.

**Keywords:** *Bacillus thuringiensis* sr.v. *toumanoffi*, **Formulation, Soybean, *Xanthomonas axonopodispvglycines***

**PENDAHULUAN**

Pustul bakteri adalah salah satu penyakit utama yang disebabkan oleh *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (*Xag*) pada tanaman kedelai. *Xag* dapat menurunkan produktivitas kedelai mencapai 57,61% pada inang yang rentan dan kondisi lingkungan yang mendukung (Kaewnum *et al.*, 2005). Pengendalian penyakit pustul

bakteri yang dianjurkan yaitu menggunakan bakterisida (Singh dan Jain, 1988) dan varietas tahan (Kim *et al.*, 2011). Bakterisida berbahaya terhadap lingkungan dan organisme bukan sasaran. Bakterisida mengandung molekul tidak bisa terurai di dalam tanah dan bersifat racun terhadap organisme bukan sasaran serta timbulnya bakteri yang

resisten terhadap bakterisida (Agrios, 2005). *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* memiliki genotip yang beragam sehingga penggunaan varietas tahan tidak efektif (Rukayadi, 1995) dan tingkat virulensi yang berbeda (Khaeruni *et al.*, 2008). Alternatif pengendalian penyakit pustul bakteri yang aman adalah dengan memanfaatkan agens hayati yaitu dengan menggunakan bakteri endofit indigenus yaitu *Btt*. Bakteri tersebut adalah kelompok rizobakteri telah banyak dilaporkan mampu mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh bakteri (Habazar *et al.*, 2012). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan rizobakteri dapat mengendalikan penyakit pustul bakteri pada kedelai (Prathuangwong dan Buensanteai, 2007).

Umumnya aplikasi rizobakteri masih dalam bentuk suspensi sel. Pada kondisi tersebut menyebabkan populasi bakteri menurun dengan cepat sehingga tidak efektif dalam mengendalikan penyakit tanaman. Bakteri tersebut juga bersaing terhadap mikroorganisme lain yang memiliki daya adaptasi yang lebih baik. Oleh karena itu, rizobakteri perlu diformulasi agar kepadatan populasi dapat dipertahankan sehingga efektif dalam mengendalikan penyakit dan memudahkan dalam penggunaan dan pemasaran (Nakkeeran *et al.*, 2006). Bahan pembawa dalam formulasi antara lain tanah gambut, tepung tapioka, arang, tanah liat, bahan anorganik (Bashan *et al.*, 2014) dan limbah organik pertanian dan industri (Vandamme, 2009).

Viabilitas rizobakteri juga dipengaruhi oleh lamanya formula disimpan (Dutta dan Podile, 2010).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kepadatan populasi bakteri bertahan menurun seiring dengan lamanya penyimpanan. Hal ini terjadi karena bakteri aktif dan terus berkembang selama nutrisi dan kondisi lingkungan yang mendukung (Bashan *et al.*, 2014). Rizobakteria mampu bertahan selama 8 bulan tetapi, kepadatan populasi menurun pada formula tepung tapioka dan tanah gambut setelah penyimpanan 1 bulan (Vidhyasekaran dan Muthamilan, 1995). Oleh karena itu sangat penting untuk menentukan waktu penyimpanan formula yang tepat sehingga kemampuannya stabil dalam mengendalikan penyakit pustul bakteri.

Formula bakteri antagonis digunakan telah dilaporkan mampu mengendalikan patogen tanaman antara lain, hawar daun bakteri pada padi yang disebabkan oleh *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Jambhulkar dan Sharma, 2014). *Pantoea agglomerans* EH 24 dalam tepung tapioka mampu mengendalikan penyakit hawar daun bakteri yang disebabkan oleh *Erwinia amylovora* pada pear (Özaktan dan Bora, 2004). *Staphylococcus epidermidis* dan *Bacillus subtilis* dalam formula cair dan tepung tapioka dapat menurunkan penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* pada tomat (Nawangsih *et al.*, 2015).

Penelitian tentang pemanfaatan *Bacillus* spp. yang diformulasi semakin meningkat terutama *B. thuringiensis* dalam pengendalian biologis pada serangga, tetapi terbatasnya penelitian spesifik pada formulasi *B. thuringiensis* dalam mengendalikan patogen tanaman (Schisler *et al.*, 2004).

Untuk itu, diperlukan informasi mengenai penggunaan bahan pembawa untuk formulasi isolat rizobakteri dan lama penyimpanan yang stabil untuk pengendalian penyakit pustul bakteri pada tanaman kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh formula isolat rizobakteri yang efektif dan stabil dalam mengendalikan penyakit pustul bakteri, serta mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai di lapangan.

### BAHAN DAN METODE

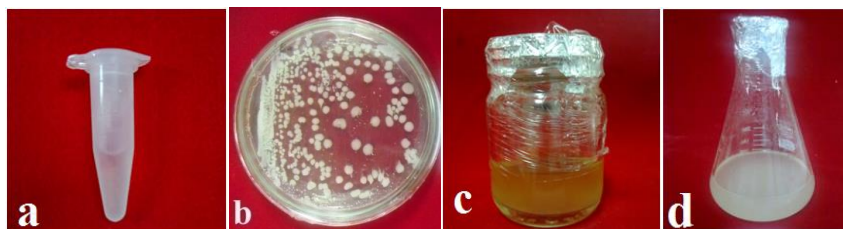
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT) dan Korong Kampung Baru, Nagari Pungguang Kasiak, Kecamatan Lubuk Alung, Sumatera Barat, mulai oktober 2012 - Januari 2013.

Percobaan ini dirancang secara faktorial dalam acak kelompok yang terdiri atas tiga faktor dan dua ulangan. Faktor pertama adalah tiga jenis bahan formula: tanah gambut (GB), tepung tapioka (TP) dan air kelapa + minyak sawit 1% (AK + MS 1%) dikombinasikan dengan lama penyimpanan: 0, 2, 4 dan 6 minggu dan kontrol. Perlakuan diaplikasikan pada benih kedelai sebelum ditanam.

Data dianalisis dengan uji Turkey pada taraf nyata 5%.

### *Perbanyakan Bacillus thuringiensis srv. toumanoffi.*

Isolat sp berasal dari penelitian (Habazar *et al.*, 2015) yang dikoleksi di laboratorium Bakteriologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang. Bakteri diremajakan dengan metode gores pada medium Nutrient Agar (NA) dan diinkubasi 2×24 jam (Gambar 1b). Perbanyakan *Btt* terdiri dari dua tahap: Pertama, untuk *preculture* 1 koloni *Btt* dimasukkan ke dalam 50 ml medium Nutrient Broth (NB) dan diinkubasi pada *shaker* horizontal 1×24 jam dengan kecepatan 150 rpm (Gambar 1c). Kedua, untuk *mainculture* 1 ml biakan *preculture* dipindahkan ke dalam 99 ml air kelapa dalam labu *Erlenmeyer* (volume 250 ml) dan diinkubasi dengan cara yang sama selama 2×24 jam (Gambar 1d). Kepadatan populasi pada suspensi *Btt* dari *mainculture* ditentukan dengan membandingkan kekeruhan suspensi bakteri dengan larutan *McFarland* skala 8. Jika kekeruhannya sama maka kepadatan populasi bakteri tersebut diperkirakan  $10^8$  sel  $ml^{-1}$ .



Gambar 1. Peremajaan dan perbanyakan *Btt*.  
(a) penyimpanan *Btt* dalam *microtube*, (b) koloni *Btt*,  
(c) *preculture* dan (d) *mainculture* *Btt*

**Formulasi *Bacillus thuringiensis* srv. *toumanoffi*.**

Formulasi bakteri dibuat 3 macam yaitu dua padatan dan 1 cairan. formula padat (gambut, tapioka masing-masingnya 47,5 g dimasukkan ke dalam kantong plastik tahan panas dan ditambahkan 2,5 g sukrosa. Formula cair bahan pembawanya terdiri dari air kelapa, 1 ml minyak sawit, 98 ml dan sukrosa 5 g. Campuran bahan tersebut

dimasukkan ke dalam dalam labu *Erlenmeyer*. Formula padat dan cair disterilkan dengan outoklaf pada temperatur 121°C selama 15 menit dan didinginkan. Selanjutnya ke dalam bahan formula (padat dan cair) ditambahkan 1 ml suspensi *mainculture Btt* (kepadatan  $10^8$  sel  $ml^{-1}$ ) dan. Masing-masing formulasi disimpan (0, 2, 4, 6 minggu) pada suhu kira-kira 20°C (Gambar 2).



Gambar 2. Formula isolat *B. thuringiensis* srv. *toumanoffi*;  
(a) gambut, (b) tapioka (c) air kelapa+minyak sawit 1%

Populasi *Btt* dari masing-masing formula diuji viabilitasnya pada beberapa pengenceran. Sebanyak 10 g formula kering dan 10 ml formula cair diambil dan diencerkan secara seri ( $10^{-1}$ - $10^{-6}$ ) dalam tabung reaksi steril. 1 ml dari pengenceran  $10^{-6}$  dipindahkan ke media NA dan diinkubasi selama 2×24 jam. Jumlah koloni yang tumbuh dan kepadatan populasinya dihitung menggunakan rumus:

$$JB = A \times C$$

JB, kepadatan populasi ( $CFU \text{ ml}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ); A, Jumlah koloni; C, tingkat pengenceran.

**Introduksi Formula *Btt* dan Penanaman Kedelai**

Benih kedelai yang digunakan yaitu varietas Wilis yang berasal dari Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat, Indonesia. Permukaan benih kedelai dicuci dengan akuades steril dan disterilisasi dengan larutan NaOCl 1% selama 3 menit, selanjutnya dibilas dua kali dengan akuades steril. Selanjutnya, benih kedelai

diintroduksi dengan formula bakteri dan benih ditanam pada bedengan dengan jarak tanam pada 30x30 cm. Benih kedelai ditanam sedalam 1 cm dan ditutup dengan selapis tanah.

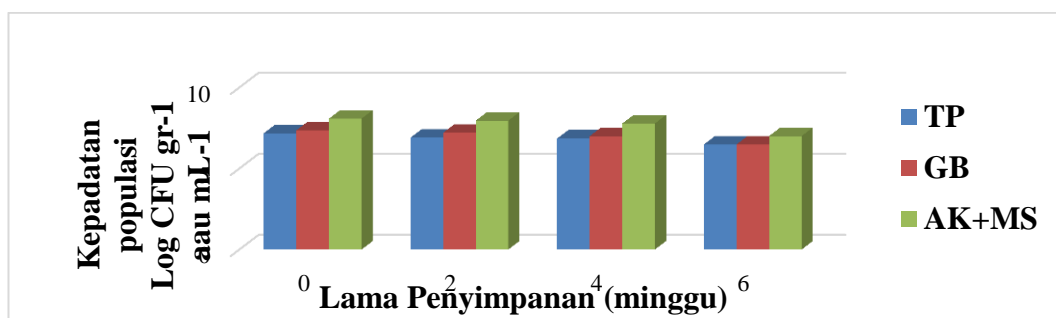
**Peubah yang diamati**

Viabilitas *Btt* dalam formula, Perkembangan penyakit pustul bakteri (masa inkubasi, persentase dan intensitas serangan pada daun dan polong).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Viabilitas *Btt***

Viabilitas *Btt* dalam berbagai formula (tepung tapioka, gambut dan air kelapa+minyak sawit 1%) relatif stabil dan cenderung menurun setelah disimpan sampai 6 minggu (Gambar 3). Kepadatan populasi *Btt* dalam formula air kelapa + minyak sawit 1% tanpa penyimpanan mencapai  $10^8$  CFU  $m^{-1}$  dan pada penyimpanan 4 dan 6 minggu kepadatan populasi menurun ( $10^7$  CFU  $ml^{-1}$ ). Hal yang sama terlihat pada formula gambut penyimpanan 4 minggu dan tapioka penyimpanan 2 minggu mencapai  $10^7$  CFU  $ml^{-1}$  dan menurun setelah disimpan sampai 6 minggu ( $10^6$  CFU  $ml^{-1}$ ).



Gambar 3. Kepadatan populasi *Bacillus* sp. pada berbagai formula setelah disimpan + minyak sawit 1%

**Perkembangan Penyakit Pustul Bakteri**

Formula *Btt* dengan berbagai bahan pembawa yang disimpan sampai 8 minggu dan diintroduksikan pada benih kedelai menunjukkan kemampuan yang relatif stabil dalam memperlambat masa inkubasi penyakit pustul bakteri (Tabel 1). Umumnya formula isolat *Btt* yang diintroduksi pada tanaman kedelai mampu menghambat perkembangan penyakit pustul bakteri.

Masa inkubasi *Xag* lebih lambat pada tanaman kedelai yang

diintroduksikan dengan formula *Btt* (24,50-26,25 HST) dibanding kontrol (24,27 hsHST) dengan efektifitas 0,97-8,18%. Masa inkubasi *Xag* yang paling lama yaitu pada tanaman kedelai yang diintroduksi dengan formula gambut tanpa penyimpanan (26,25 HST)

Insidensi dan severitas pustul daun bakteri relatif bervariasi pada tanaman kedelai yang diintroduksi formula *Btt*. Insidensi pustul bakteri berkisar antara 28,89-35,43% dengan efektifitas 1,86-19,97%. Dua formula *Btt* terbaik yaitu formula gambut penyimpanan 2 minggu (insidensi

28,89% dengan efektivitas 19,97%) dan tapioka penyimpanan 2 minggu (insidensi 29,73% dengan efektivitas 16,34%) dibanding kontrol (insidensi 36,10%).

Severitas pustul daun bakteri pada tanaman kedelai yang diintroduksi dengan formula *Btt* bervariasi dibanding kontrol dan meningkatkan ketahanan tanaman dari agak tahan sampai tahan. Severitas penyakit pustul bakteri berkisar 8,48-10,00% dibanding kontrol (10,16%). Formula terbaik yang mampu menurunkan severitas *Xag* yaitu gambut penyimpanan 2 minggu (severitas 8,48% dan efektivitas 15,54%), air kelapa+minyak sawit 1% penyimpanan 2 minggu (severitas 8,77% dan efektivitas 13,68%) dan tapioka penyimpanan 2 minggu (severitas 9,06% dan efektivitas 10,83%). Perkembangan insidensi dan severitas serangan pustul bakteri pada kedelai yang diberi perlakuan ini cenderung meningkat diakhir pengamatan. Demikian juga halnya dengan severitas serangan pustul bakteri, namun terdapat dua formula tapioka (tidak disimpan dan disimpan 6 minggu), dua formula gambut (tidak disimpan dan

disimpan 4 minggu) dan satu formula air kelapa+minyak sawit 1% (tidak disimpan).

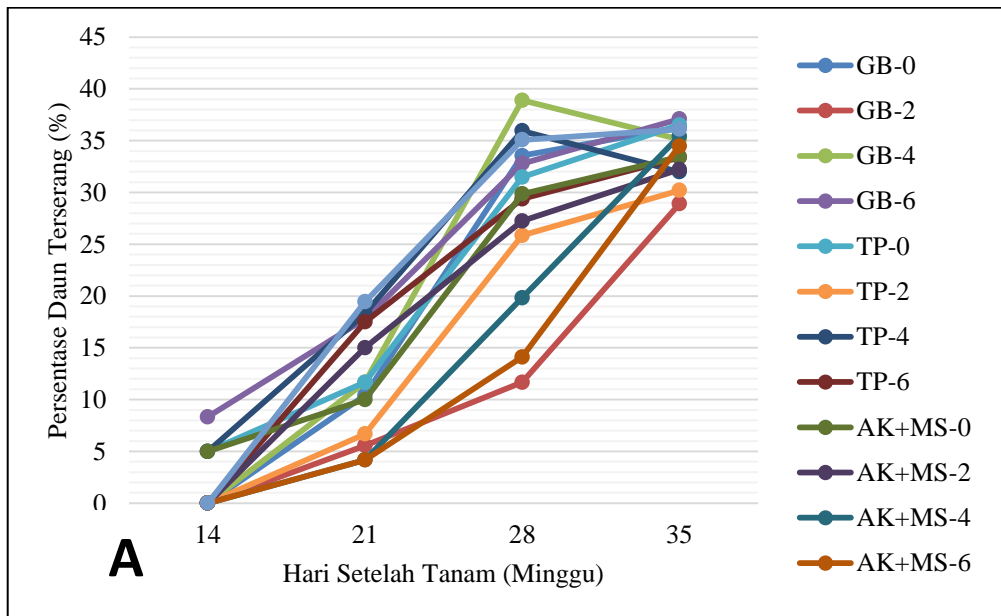
Grafik perkembangan insidensi dan severitas *Xag* pada kedelai yang diintroduksi dengan formula *Btt* dapat dilihat pada Gambar 3. Hampir semua formula *Btt* mampu menekan insidensi dan severitas *Xag* dibanding kontrol. Insidensi dan severitas serangan *Xag* terlihat setelah kedelai berumur 21 HST kecuali empat formula (Gambut penyimpanan 6 minggu, tapioka penyimpanan 0 dan 4 minggu, dan air kelapa+minyak sawit 1% tanpa penyimpanan) yang menunjukkan serangan pada umur 14 HST. Serangan *Xag* cenderung meningkat seiring bertambahnya umur tanaman yang diamati sampai 35 HST (Gambar 4).

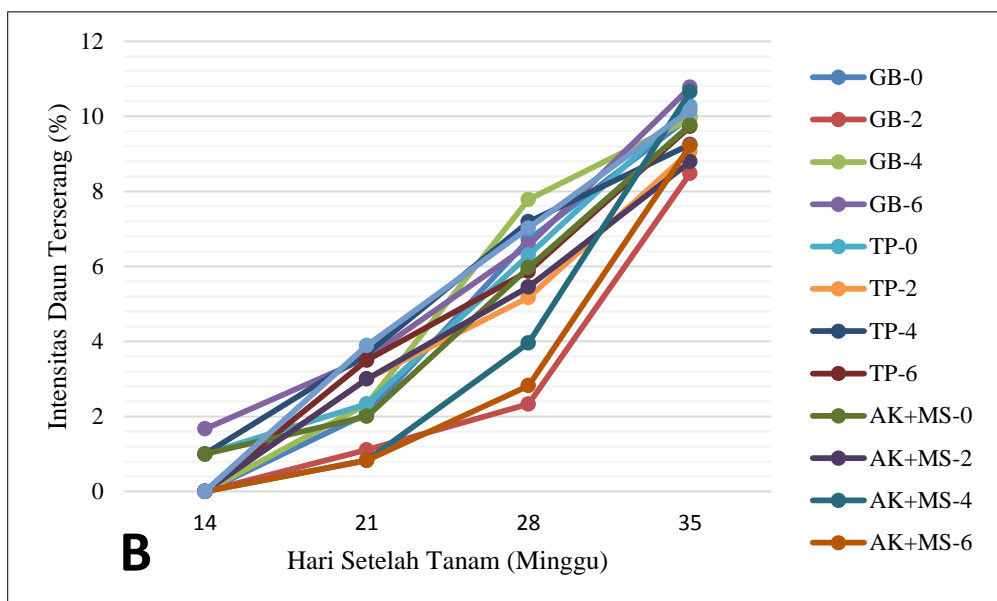
Menunjukkan kecenderungan perkembangan insidensi penyakit pustul bakteri lebih rendah dibanding kontrol, kecuali formula gambut yang tidak disimpan, insidensi daun terserang *Xag* meningkat pada 21 HST. Peningkatan insidensi dan severitas daun terserang *Xag* terjadi pada 24 HST.

**Tabel 1. Perkembangan penyakit pustul bakteri pada daun kedelai yang dintroduksi formula *B. thuringiensis* srv. *toumanoffi***

Formula	Lama Penyimpanan (Minggu)	Masa Inkubasi		Insidensi		Severitas		Reaksi Ketahanan <sup>c)</sup>
		HST	Efektivitas (%) <sup>a)</sup>	%	Efektivitas (%) <sup>b)</sup>	%	Efektivitas (%) <sup>b)</sup>	
TP	0	25,20	3,85	36,75 ab	-1,16	10,28 ab	-1,18	Agak tahan
TP	2	25,20	3,85	29,73 ab	16,34	9,06 ab	10,83	Tahan
TP	4	24,50	0,97	29,15 ab	11,39	9,25 ab	8,96	Tahan
TP	6	25,03	3,13	31,58 ab	7,56	9,73 ab	4,23	Tahan
GB	0	26,25	8,18	36,93 ab	-0,58	10,00 ab	1,57	Tahan
GB	2	25,67	5,79	28,89 b	19,97	8,48 b	16,54	Tahan
GB	4	25,90	6,74	34,45 ab	2,69	9,94 ab	2,17	Tahan
GB	6	24,50	0,97	39,84 a	-2,74	10,77 a	-6,00	Agak tahan
AK+MS	0	25,20	3,85	35,36 ab	7,37	9,77 ab	3,84	Tahan
AK+MS	2	24,85	2,41	31,94 ab	10,75	8,77 ab	13,68	Tahan
AK+MS	4	26,25	8,18	35,43 ab	1,86	10,65 a	-4,82	Agak tahan
AK+MS	6	26,25	8,18	34,47 ab	4,52	9,22 ab	9,25	Tahan
Kontrol	-	24,27	0,00	36,10 ab	0,00	10,16 ab	0,00	-
		KK = 4,57 %		KK = 5,58 %		%		

Keterangan: <sup>a)</sup>Efektivitas =  $(K-P/K) \times 100\%$ , K=Kontrol dan P=Perlakuan.  
<sup>b)</sup>Efektivitas= $(P-K/K) \times 100 \%$ , <sup>c)</sup>Sivan & Chet (1986). Huruf yang sama di belakang angka menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada  $\alpha=0,05$





Gambar 3. Perkembangan penyakit pustul bakteri pada daun kedelai yang diintroduksi formula *Btt* di lapangan. (A) Insidensi dan, (B) severitas

### Pembahasan Umum

#### Viabilitas Formula Rizobakteri

Viabilitas Rizobakteri dipengaruhi oleh bahan pembawa (Nakkeeran *et al.*, 2005). *Btt* yang diformulasi dalam bahan pembawa cair dapat menginduksi bakteri dalam bentuk inaktif sel sehingga terbentuknya spora sehingga kepadatan populasi lebih stabil. Menurut Schisler *et al.*, 2004, formulasi *Btt* difokuskan dalam bentuk spora agar kepadatan populasi relatif stabil selama penyimpanan dan mudah dalam formulasi dan aplikasi. Menurut Singleton *et al.*, 2002 bahan pembawa cair memiliki keuntungan yaitu, dapat ditambahkan zat aditif (sukrosa dan gliserol) melindungi dan meningkatkan kemampuan bakteri di lapang. Bahan pembawa cair dengan penambahan gliserol memiliki viabilitas *P. fluorescens* dapat ditingkatkan dalam formula cair dan dapat disimpan 6 bulan (Taurian *et al.*, 2010). Dengan demikian *Btt* bahan formula air

kelapa+minyak sawit 1% lebih baik dibandingkan tapioka dan gambut.

Formula *Btt* dengan 3 jenis bahan pembawa (tapioka, gambut dan air kelapa + minyak sawit 1%) yang disimpan sampai 6 minggu, kemudian diintroduksi pada benih kedelai menurunkan severitas penyakit pustul bakteri. *Enterobacter agglomerans* dalam formula cair dapat menurunkan tingkat serangan blast yang disebabkan oleh *Pyricularia oryzae* (Suprpta *et al.*, 2014). Sebagian besar formula *Btt* mampu menurunkan severitas *Xag* dibanding kontrol dan mampu meningkatkan ketahanan tanaman dari agak tahan sampai tahan (formula gambut yang disimpan 2 dan 6 minggu, tapioka yang disimpan 2 dan 4 minggu, air kelapa + minyak sawit 1% yang disimpan 2, 4 dan 6 minggu) dan agak rentan sampai agak tahan (formula air kelapa+minyak sawit 1% tanpa penyimpanan).



### **Perkembangan Penyakit Pustul bakteri**

Formula *Btt* yang yang diformulasi dan disimpan pada berbagai bahan pembawa dan disimpan sampai 8 minggu serta diintroduksi pada benih kedelai menunjukkan kemampuan yang stabil dalam menekan perkembangan penyakit pustul bakteri (Tabel 1). Masa inkubasi *Xag* dapat ditekan pada tanaman kedelai yang diintroduksi dengan formula *Btt* (24,50-26,25 HST) dibanding dengan kontrol (24,27 HST) dengan efektifitas berkisar antara 0,97-8,18%. Masa inkubasi yang paling lama adalah pada tanaman kedelai yang diintroduksi formula air kelapa penyimpanan 4 dan 6 minggu gambut tanpa penyimpanan dengan efektifitas (8,18%). Severitas serangan penyakit pustul bakteri pada kedelai dapat ditekan pada tanaman kedelai yang diintroduksi dengan formula *Btt* berkisar antara 8,48-10,00% dengan efektifitas 2,17-16,54%.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa formula *Btt* mampu mengendalikan perkembangan *Xag* pada kedelai. *Btt* termasuk ke dalam kelompok bakteri yang dapat mengendalikan patogen dan memacu pertumbuhan dan hasil tanaman (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*, PGPR). Yang *et al.*, 2012 melaporkan *B. megaterium* B1301 dalam tepung jagung dapat menurunkan severitas penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* pada jahe dengan efektifitas 73,68%. Perlakuan benih tomat dengan *B. subtilis* AUBS-1 dengan formula tapioka mampu mengendalikan *P. aphanidermatum*, penyebab penyakit rebah kecambah (Jayaraj *et*

*al.*, 2005), *P. fluorencens* strain Pf1 dalam formula cair dengan penambahan gliserol dapat disimpan selama 6 bulan dan mampu menurunkan insidensi penyakit layu fusarium pada tomat (Manikandan *et al.*, 2010).

Formula bakteri antagonis telah dilaporkan mampu mengendalikan patogen tanaman. Bakteri endofit *Ralstonia pickettii* TT47 dalam formula tapioka yang disimpan sampai 6 minggu dapat menurunkan populasi *Xanthomonas oryzae pv oryzae* penyebab penyakit hawar daun bakteri pada padi (Krisnandika *et al.*, 2016). *P. agglomerans* EH 24 dalam formula tepung tapioka telah digunakan dalam mengendalikan hawar api yang disebabkan oleh *Erwinia amylovora* pada pear dengan efektifitas 76% (Ozaktan dan Bora, 2004). Perlakuan benih dengan *B. subtilis* strain 2500 dan 2508 dapat menekan perkembangan *botrytis cinerea* penyebab penyakit bercak coklat pada buncis (Ongena *et al.*, 2007) dan *Serratia marcescens* galur 90-166 dapat melindungi serangan *Erwinia tracheiphila* penyebab penyakit layu bakteri pada mentimun (Zehnder *et al.*, 2001).

### **KESIMPULAN**

Viabilitas *Btt* yang diformulasi dalam berbagai bahan pembawa (tapioka, gambut dan air kelapa+minyak sawit) relatif lebih stabil setelah disimpan sampai 6 minggu. Hampir semua formula *Btt* dengan berbagai bahan pembawa yang disimpan sampai 6 minggu menunjukkan kemampuan yang relatif stabil dalam menekan perkembangan penyakit pustul bakteri dengan formula terbaik yaitu gambut dan air kelapa+minyak sawit

1% dan tapiokan penyimpanan 2 minggu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bashan, Y., de-Bashan, L.E., Prabhu, S.R., dan Hernandez, J.P. 2014. Advances in Plant Growth-Promoting Bacterial Inoculant Technology: Formulations and Practical Perspectives (1998-2013). *Plant and soil*, 378 (1-2): 1-33.
- Dutta, S., dan Podile, A.R. 2010. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): the Bugs to Debug the Root Zone. *Critical Reviews in Microbiology*, 36 (3): 232-244.
- Habazar, T., Resti, Z., Yanti, Y., Trisno, J., dan Diana, A. 2012. Penapisan Bakteri Endofit Akar Kedelai secara in Planta untuk Mengendalikan Penyakit Pustul Bakteri. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 8 (4): 103.
- \_\_\_\_\_, Resti, Z., Yanti, Y., Sutoyo, S., dan Imelda, I. 2015. Formulasi Bakteri Endofit Akar Kedelai untuk Pengendalian Pustul Bakteri. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 11 (2): 51.
- Jayaraj, J., Radhakrishnan, N.V., Kannan, R., Sakthivel, K., Suganya, D., Venkatesan, S., dan Velazhahan, R. 2005. Development of New Formulations of *Bacillus Subtilis* for Management of Tomato Damping-Off Caused by *Pythium aphanidermatum*. *Biocontrol Science and Technology*, 15 (1): 55-65.
- Jambhulkar, P.P., dan Sharma, P. 2014. Development of Bioformulation and Delivery System of *Pseudomonas Fluorescens* Against Bacterial Leaf Blight of Rice (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*). *Journal of Environmental Biology*, 35 (5): 843.
- Kaewnum, S., Prathuangwong, S., dan Burr, T. J. 2005. Aggressiveness of *Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycines* Isolates to Soybean and Hypersensitivity Responses by Other Plants. *Plant Pathology*, 54 (3): 409-415.
- Khaeruni, A., Suwanto, A., Tjahjono, B dan Sinaga, S.M. 2007. Deteksi Cepat Penyakit Pustul Bakteri pada Kedelai menggunakan Teknik PCR dengan Primer Spesifik. *Hayati J Biosciences* 14 (2): 76-80.
- Krisnandika, A.A.K., Widajati, E., Hermawan, W., dan Giyanto, G. 2016. Pelet Bakteri Probiotik untuk Biokontrol *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* dan Viabilitas Benih Padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 12 (1): 27-33.
- Nakkeeran, S., Fernando, W.G.D., Siddiqui, Z.A. 2005. Plant Growth Promoting Rhizobacteria Formulation and Its Scope in

- Commercialization for the Management of Pest and Disease. Siddiqui, Z.A (Editor). PGPR : Biocontrol and Biofertilization. Springer: Dordrecht, the Netherland. Hal 257-296.
- Nawangsih, A.A., Wijayanti, E., dan Kartika, J.G. 2014. Pengembangan Formulasi Biopestisida Berbahan Aktif Bakteri *Staphylococcus Epidermidis* dan *Bacillus Subtilis* untuk Mengendalikan Penyakit Layu Bakteri oleh *Ralstonia solanacearum* pada Tomat. Prosiding Seminar Perlindungan Tanaman II. Bogor, 13 November 2014.
- Manikandan, R., Saravanakumar, D., Rajendran, L., Raguchander, T., dan Samiyappan, R. 2010. Standardization of Liquid Formulation of *Pseudomonas fluorescens* Pf1 for its Efficacy Against Fusarium Wilt of Tomato. Biological Control, 54 (2): 83-89.
- Ongena, M., Jourdan, E., Adam, A., Paquot, M., Brans, A., Joris, B., Arpigny, J.L. and Thonart, P., 2007. Surfactin and Fengycin Lipopeptides of *Bacillus Subtilis* as Elicitors of Induced Systemic Resistance in Plants. Environmental Microbiology, 9 (4): pp.1084-1090.
- Özaktan, H., dan Bora, T. 2004. Biological Control of Fire Blight in Pear Orchards with a Formulation of *Pantoea agglomerans* strain Eh 24. Brazilian Journal of Microbiology, 35 (3): 224-229.
- Schisler, D.A., Slininger, P.J., Behle, R. W., dan Jackson, M.A. 2004. Formulation of *Bttp*. for Biological Control of Plant Diseases. Phytopathology 94:1267-1271.
- Singh, R.B., dan Jain, J.P. 1988. Chemical Control of Bacterial Pustule in Soybean. Journal of Turkish Phytopathology, 17 (1): 31-36.
- Suprpta, D.N., Quontao, V., dan Khalini, K. 2014. Effectiveness of Rhizobacteria to Reduce Rice Blast Disease Intensity. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare. Vol.4, No 3.
- Taurian, T., Anzuay, M.S., Angelini, J.G., Tonelli, M.L., Ludueña, L., Pena, D., Ibáñez, F. Fabra, A. 2010. Phosphate-Solubilizing Peanut Associated Bacteria: Screening for Plant Growthpromoting Activities. Plant Soil 329:421-431.
- Vandamme, E. J. 2009. Agro-industrial residue utilization for industrial biotechnology products. In *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation* (pp. 3-11). Springer Netherlands.
- Vidhyasekaran, P., dan Muthamilan, M. 1995. Development of Formulations of *Pseudomonas fluerescens* for

Control of Chickpea Wilt.  
Plant Dis. 79: 782-786.

Biotechnology, 11 (39):  
9383-9390.

Yang, W., Liu, H., Wang, Y., Luo, Y., Yang, H., dan 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

Zehnder, G.W., Murphy, J.F., Sikora, E.J., & Kloepper, J.W. (2001). Application of Rhizobacteria for Induced Resistance. European Journal of Plant Pathology, 107 (1): 39-50.