

Efikasi Formulasi *Bacillus subtilis* terhadap Pengendalian Penyakit Busuk Batang Fusarium pada Tanaman Jagung

Efficacy of the Bacillus subtilis Formulation to Control Fusarium Stalk Rot Disease in Corn

Suriani, Nurasiah Djaenuddin, dan Amran Muis

Balai Penelitian Tanaman Serealia
Jl. Dr. Ratulangi No. 274, Maros 90514, Indonesia
Email: surianipalla@gmail.com

Naskah diterima 24 Agustus 2018, direvisi 21 September 2018, disetujui diterbitkan 9 Oktober 2018

ABSTRACT

Stalk rot disease of maize caused by *Fusarium verticillioides* is a major problem in increasing maize productivity. The pathogen can be transmitted through seed and soil. Control of the disease through seed treatment with biological control an effective control to control the disease. This research aimed to study effectiveness *B. subtilis* formulation collected by Indonesian Cereal Research Institute (ICERI) to the stalk rot in green house. The experiment was conducted on April to December 2017 which consist two level. The first, *in vitro* antagonism test of the *B. subtilis* to *F. verticillioides* growth was conducted in ICERI Plant Pathology with dual culture method. The trial was arranged in Complete Random Design (CRD) with 3 replications. The second, efficacy of the *B. subtilis* formulation to stalk rot disease on corn was conducted in ICERI green house. The trial was arranged in a CRD, 10 seed treatment with 8 *B. subtilis* formulations namely TLB1, BS-BJ6, BS-M3, BS-TM4, BS-BNt4, BS-BNt5, BS-BNt6, BS-BNt8, synthetic fungicide and control, 3 replications. Maize variety Anoman was used as the test plant. Observed variabel were percentage inhibition of the growth of *F. verticillioides* miselia, level of the *Fusarium* stalk rot disease transmission, and plant growth. The results showed that formulation of *B. subtilis* BNt4 performed the best amount 24,6% to inhibited growth of the *F. verticillioides* *in vitro*. Seed treatment with formulation of *B. subtilis* BNt4 and BS TM3 can suppress stalk rot attack in green house with the percentage disease were 20,9% and 25,9%. The all of *B. subtilis* formulations can stimulate plant growth.

Keywords: Maize, stalk rot disease, seed treatment, bio control agent.

ABSTRAK

Penyakit busuk batang Fusarium yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium verticillioides* menjadi salah satu kendala dalam budi daya jagung. Patogen ini dapat tertular melalui benih dan tanah. Metode pengendalian melalui penyalubungan benih dengan agensi pengendali hayati merupakan salah satu metode efektif. Penelitian bertujuan untuk mengetahui keefektifan formulasi *Bacillus subtilis* koleksi Balai penelitian Tanaman Serealia (Balitsereal) terhadap penyakit busuk batang Fusarium pada tanaman jagung di rumah kaca. Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Desember 2017 yang terdiri dua tahap. Tahap pertama, pengujian daya hambat

formulasi *B. subtilis* terhadap pertumbuhan *F. verticillioides* secara *in vitro* di Laboratorium Penyakit Tanaman dengan metode kultur ganda. Penelitian disusun berdasarkan rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan. Tahap kedua, efikasi formulasi *B. subtilis* terhadap penyakit busuk batang Fusarium pada tanaman jagung di rumah kaca. Penelitian disusun menurut rancangan acak lengkap, dengan 10 perlakuan penyalubungan benih menggunakan delapan formulasi *B. subtilis*, yaitu BS-TLB1, BS-BJ6, BS-M3, BS-TM4, BS-BNt4, BS-BNt5, BS-BNt6, BS-BNt8, fungisida sintetik, dan kontrol, masing-masing dengan tiga ulangan. Dalam penelitian ini digunakan jagung varietas anoman. Variabel pengamatan meliputi daya hambat pertumbuhan miselia *F. verticillioides*, tingkat penularan penyakit busuk batang Fusarium, dan tinggi tanaman jagung. Hasil penelitian menunjukkan formulasi *B. subtilis* BNt4 memiliki daya hambat 24,6% terhadap pertumbuhan *F. verticillioides* secara *in vitro*. Penyalubungan benih dengan formulasi BNt4 dan TM3 mampu menekan penularan penyakit busuk batang Fusarium di rumah kaca masing-masing 20,9% dan 25,9%. Keseluruhan formulasi *B. subtilis* memiliki kemampuan sebagai pemicu pertumbuhan tanaman.

Kata kunci: Jagung, penyakit busuk batang, penyalubungan benih, pengendalian hayati.

PENDAHULUAN

Salah satu masalah yang dihadapi petani dalam budi daya jagung ialah penyakit busuk batang Fusarium yang disebabkan oleh *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg syn. *F. moniliforme* J. Sheld (Pakki 2016). Patogen ini ditemukan di beberapa sentra produksi jagung seperti Nusa Tenggara Timur, Gorontalo, dan Sulawesi Selatan (Pakki dan Mas'ud 2005). Penyakit busuk batang dapat menyebabkan terhambatnya pengangkutan unsur hara ke bagian tanaman sehingga pertumbuhan tanaman terhambat, bahkan berdampak pada pengisian tongkol. Gejala berat menyebabkan tanaman mati secara keseluruhan. Dengan demikian, pengendalian yang tepat perlu dilakukan untuk mengurangi penurunan produksi jagung akibat serangan *F. verticillioides*. Mikrokonidia *F. verticillioides*

berkembang biak pada suhu 25-37°C dengan pertumbuhan optimum pada 30°C (Popovski and Celar 2013). *F. verticillioides* merusak tanaman jagung pada bagian batang dan dapat menyebabkan busuk tongkol (Zainudin *et al.* 2017). Gejala penularan pada biji jagung diawali oleh adanya benang-benang miselia berwarna putih, kemudian terjadi perubahan warna permukaan biji menjadi merah muda hingga coklat, namun biasanya tidak mempengaruhi biji pada tongkol secara keseluruhan (Duncan and Howard 2010; Parsons and Munkvold 2012).

Patogen penyakit busuk batang *Fusarium* dapat ditularkan melalui benih, namun inokulum melalui benih tidak terlalu berpengaruh terhadap kejadian penyakit. Patogen dari tanaman jagung yang telah terinfeksi sebelumnya dapat bertahan pada sisa atau limbah tanaman atau dalam tanah yang kemudian dapat menginfeksi inang baru melalui akar (Talanca dan Wakman 2007; Stack 1999).

Pengendalian penyakit busuk batang *Fusarium* cukup sulit karena patogennya memiliki kemampuan bertahan lama di tanah, meskipun kondisi lingkungan tidak menguntungkan dan tanpa tanaman inang dengan cara membentuk spora (klamidospora) (Sudantha 2010). Pemanfaatan beberapa alternatif pengendalian penyakit dapat menekan perkembangan patogen. Salah satu alternatif pengendalian yaitu penggunaan biopestisida berupa mikroba yang bersifat antagonis terhadap patogen tanaman. Penelitian pemanfaatan mikroba antagonis telah memberikan rekomendasi organisme potensial, pengganti pestisida sintetik. Penggunaan mikroba antagonis umumnya tidak berdampak negatif terhadap lingkungan dibandingkan dengan fungisida sintetik (Wartono *et al.* 2012). Berbagai strain *Bacillus* spp., di antaranya *B. amyloliquefaciens*, *B. subtilis*, *B. pasteurii*, *B. cereus*, *B. pumilus*, *B. mycoides*, dan *B. sphaericus* dikenal sebagai elisitor potensial *Induced Systemic Resistance* (ISR) dan memiliki kemampuan menekan perkembangan beberapa patogen (Choudhary *et al.* 2008).

B. subtilis merupakan salah satu bakteri antagonis dan telah diuji keefektifannya untuk mengendalikan beberapa spesies patogen. Bakteri ini dilaporkan berperan sebagai Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR). Penelitian Zainuddin *et al.* (2014) menunjukkan penggunaan PGPR (*B. subtilis* dan *P. fluorescense*) berpotensi mengendalikan penyakit bulai yang disebabkan oleh *Peronosclerospora* sp. pada tanaman jagung. Aplikasi *B. subtilis* (UB-ABS 4 dan 5) dapat menekan penularan penyakit bulai hingga 50%.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan eksplorasi *B. subtilis* dari beberapa daerah dan delapan isolat telah diformulasikan dalam bentuk tepung dengan

media pembawa talc yang diperkaya dengan bahan aditif lainnya (Muis *et al.* 2015). Keefektifan formulasi telah diuji terhadap penyakit busuk pelepah dan upih daun (*Rhizoctonia solani*), hawar daun (*Bipolaris maydis*), bulai (*Peronosclerospora philippinensis*), dan busuk batang (*F. verticillioides*) pada benih jagung. Hasil pengujian menunjukkan perbedaan formulasi *B. subtilis* yang efektif pada patogen sasaran (Muis *et al.* 2015; Suriani *et al.* 2015; Suriani *et al.* 2017).

Berdasarkan hal tersebut dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui efikasi formulasi *B. subtilis* koleksi Balai Penelitian Tanaman Serealia (Balitsereal) terhadap penyakit busuk batang *Fusarium* di laboratorium dan rumah kaca.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penyakit Tanaman Balitsereal pada April 2017 dan penelitian di Rumah Kaca Balitsereal Maros, Sulawesi Selatan, pada bulan Mei hingga Desember 2017. Bahan penelitian yang digunakan ialah isolat *F. verticillioides*, delapan formulasi *B. subtilis*, dan jagung varietas Anoman. Cendawan *F. verticillioides* diisolasi dari tongkol jagung yang menunjukkan gejala penyakit busuk tongkol dari Kabupaten Soppeng. Isolasi patogen dilakukan dengan menumbuhkan tiga biji jagung yang telah mengalami gejala penyakit busuk tongkol pada media Difco™ Potato Dextrose Agar (PDA), kemudian diinkubasi selama 2 hari. Hifa cendawan yang tumbuh dimurnikan dan selanjutnya diidentifikasi secara morfologi. Formulasi *B. subtilis* yang digunakan merupakan hasil pengembangan di laboratorium, berbentuk tepung dengan media pembawa talk dan diperkaya dengan bahan aditif lainnya seperti CMC (*Carboxymethyl cellulose*) dan yeast ekstrak (Muis *et al.* 2015).

Efikasi Formulasi *B. subtilis* terhadap *F. verticillioides* *in Vitro*

Pengujian menggunakan metode kultur ganda dan disusun dalam rancangan acak lengkap dengan delapan perlakuan formulasi *B. subtilis* dan kontrol berupa pertumbuhan *F. verticillioides* secara tunggal, masing-masing dengan tiga ulangan. Biakan murni *F. verticillioides* ditumbuhkan pada media PDA dengan meletakkan pada bagian tengah cawan petri. Masing-masing formulasi *B. subtilis* yang telah dilarutkan dengan konsentrasi 0.001 g/ml dikocok kemudian digoreskan memanjang pada media PDA yang telah berisi biakan murni *F. verticillioides* dengan jarak 1 cm dari tepi cawan. Sebagai kontrol ditumbuhkan biakan *F. verticillioides* pada cawan petri terpisah.

Kultur diinkubasi selama sembilan hari pada suhu ruang dengan 12 jam penyinaran dengan lampu dan 12 jam gelap. Daya hambat agens hayati ini terhadap *F. verticillioides* diamati pada 6 dan 9 hari masa inkubasi menggunakan rumus *Percentage Inhibition of Radial Growth* (PIRG) (Singh & Vijay 2011) sebagai berikut:

$$\text{PIRG (\%)} = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

PIRG = *Percentage inhibition of radial growth* (% hambat)

R1 = Diameter patogen tanpa antagonis (kontrol)

R2 = Diameter patogen dengan antagonis (*dual culture*)

Efikasi Formulasi *B. subtilis* terhadap *F. verticillioides* di Rumah Kaca

Tahapan ini diawali dengan perbanyakkan *F. verticillioides* menggunakan metode *toothpick contamination*. Tusuk gigi yang akan digunakan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 800 ml yang telah diisi akuades 300 ml, kemudian ditutup dan selanjutnya diotoklaf pada suhu 116°C selama 15 menit. Setelah didinginkan, tusuk gigi dibilas dengan akuades dan diotoklaf kembali. Tahapan ini diulang lima kali. Setelah diotoklaf lima kali, tusuk gigi dibilas dengan akuades, kemudian dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 400 ml yang telah diisi media Potato Dextrose Broth (PDB) sebanyak 100 ml. Selanjutnya media diotoklaf pada suhu 116°C selama 15 menit. Tusuk gigi disimpan dalam media PDB selama 3 hari. Selanjutnya dua puluh tusuk gigi di tempatkan pada media PDA di cawan petri, kemudian diinokulasi suspensi *F. verticillioides* sebanyak 4 ml. Tusuk gigi yang telah diinokulasi cendawan pada petri lalu diinkubasi selama 2 minggu di bawah siklus 12 jam terang dan 12 jam gelap pada suhu kamar (Nordby et al. 2007).

Di rumah kaca dilakukan pengujian dengan 10 perlakuan, masing-masing delapan formulasi *B. subtilis* (BS TLB1; BS BJ6; BS TM3; BS TM4; BS BNt4; BS BNt6; BS BNt8, kontrol pembanding dengan fungisida sintetik, dan kontrol positif (inokulasi *F. verticillioides*). Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan. Benih jagung yang digunakan ialah varietas Anoman. Sebelum ditanam, benih diselubungi dengan formulasi *B. subtilis* dan fungisida sintetik berbahan aktif tembaga oksida 56% (kontrol) dengan dosis 1 g formulasi/100 g biji jagung. Setelah itu, benih ditanam pada polybag masing-masing lima benih/polybag. Pada umur 1 MST, tanaman dijarangkan dengan menyisakan satu tanaman per polybag. Setelah berumur 3 MST, tanaman diinokulasi dengan isolat *F. verticillioides* yang sebelumnya ditumbuhkan menggunakan metode

toothpick contamination dengan cara menusukkan tusuk gigi yang telah ditumbuhi patogen ke ruas pertama batang tanaman.

Sebagai pembanding inokulasi *F. verticillioides*, tanaman kontrol ditusuk dengan tusuk gigi steril. Tanaman pada umur 5-9 MST menunjukkan gejala bekas tusukan berwarna hitam dan tidak berkembang.

Variabel yang diamati adalah skor penyakit pada 5, 7, dan 9 MST serta tinggi tanaman pada 2 MST. Skor penyakit busuk batang *Fusarium* ditransformasi ke rumus berikut:

$$I = \frac{(n1 \times v1)}{Z \times N} \times 100\%$$

I = Intensitas serangan

n = Jumlah tanaman kategori serangan

v = Nilai skala tiap kategori serangan

N = Jumlah tanaman yang diamati

Z = Nilai skala tertinggi

Nilai skor gejala *F. verticillioides* pada batang jagung berdasarkan keparahan gejala adalah sebagai berikut: skor 1 = perubahan warna yang sehat atau sedikit di ruas batang pertama; skor 2 = hingga 50% dari ruas batang pertama berubah warna; skor 3 = 51-75% dari ruas batang pertama berubah warna; skor 4 = 76-100% dari ruas batang pertama berubah warna; skor 5 = <50% perubahan warna dari ruas yang berdekatan; skor 6 = >50% perubahan warna dari ruas yang berdekatan; skor 7 = perubahan warna dari tiga ruas; skor 8 = perubahan warna dari empat ruas; dan skor 9 = perubahan warna dari lima atau lebih ruas dan prematur kematian tanaman (Directorate of Maize Research India 2012).

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan sidik ragam. Jika terdapat perbedaan data perlakuan dengan kontrol abalisis dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efikasi Formulasi *B. subtilis* terhadap *F. verticillioides*

Hasil pengujian menunjukkan delapan formulasi *B. subtilis* memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan miselia *F. verticillioides*. Pada 6 hari setelah inkubasi (HS), daya hambat *B. subtilis* dari setiap formulasi tidak berbeda nyata tetapi sebaliknya dibandingkan dengan kontrol. Daya hambat formulasi *B. subtilis* berbeda nyata pada 9 HSI dan formulasi BS BNt4 memiliki daya hambat tertinggi (24,65%). Daya hambat enam formulasi lainnya, yakni BS TLB1; BS BJ6;

BS M3; BS TM4; BS BNt6 tidak berbeda nyata dengan formulasi BS BNt4 (Tabel 1).

Aplikasi formulasi *B. subtilis* dapat merusak dinding sel patogen sehingga menghambat perkembangannya. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1 yang menunjukkan pertumbuhan *F. verticillioides* pada perlakuan formulasi BS BNt4 dan BS TM3 dibandingkan dengan perlakuan kontrol pada media PDA 9 hari setelah inkubasi. Khaeruni *et al.* (2010) menyatakan bakteri *B. subtilis* ST21e mampu menghasilkan enzim protease dan kitinase yang berperan sebagai enzim pengurai dinding sel. Interaksi lain yang terlihat pada media pengujian kultur ganda yakni adanya zona bening yang terbentuk antara koloni bakteri dan miselium *F. verticillioides*. Diduga hifa *F. verticillioides* yang tumbuh ke arah bakteri

mengkerut bahkan berubah menjadi jernih akibat nutrisi patogen yang dimanfaatkan oleh biokontrol. Hal yang sama juga telah dibuktikan oleh Nurzannah *et al.* (2014), interaksi antara cendawan endofit dengan *F. oxysporum* menyebabkan hifa *F. oxysporum* menjadi jernih yang diakibatkan oleh sel patogen dimanfaatkan oleh jamur endofit sebagai nutrisi.

Efikasi Formulasi *B. subtilis* terhadap *F. verticillioides* di Rumah Kaca

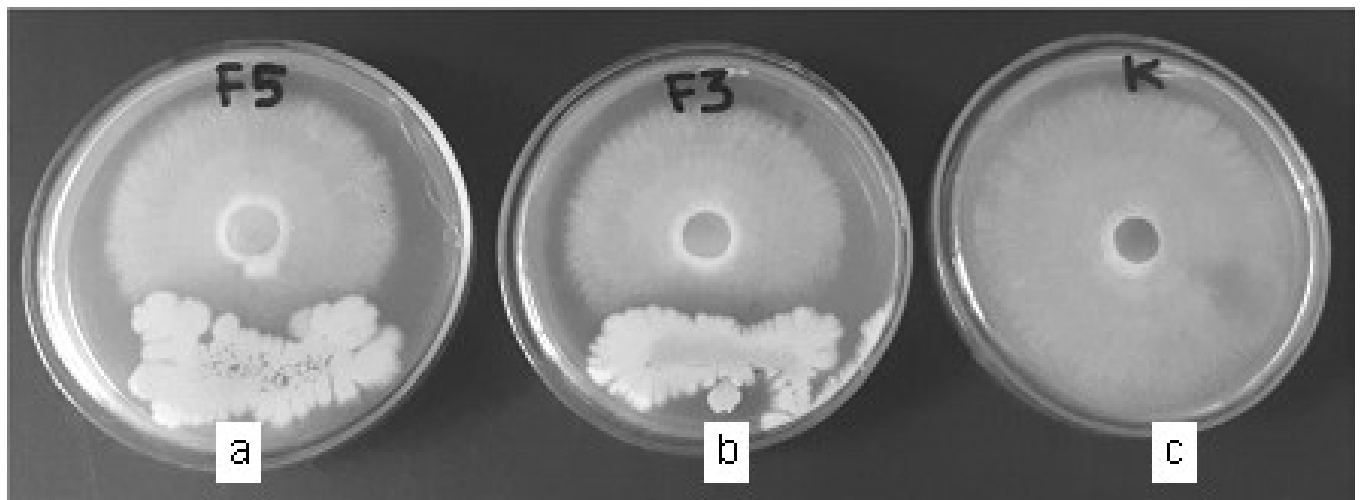
Inokulasi *F. verticillioides* menggunakan metode *tootpick contamination* menimbulkan gejala penyakit busuk batang Fusarium mulai pada ruas batang bekas tusukan yang kemudian menyebar ke ruas lainnya, bahkan beberapa tanaman uji mengalami *damping off*. Perkembangan penyakit busuk batang fusarium 2 minggu setelah inokulasi *F. verticillioides* kurang maksimal. Namun setelah itu perkembangan penyakit sangat cepat karena didukung oleh kondisi iklim dengan suhu rendah dan curah hujan tinggi. Hasil penelitian Rahayu *et al.* (2015) menunjukkan *F. verticillioides* Bio 957 mampu tumbuh dengan baik dan menghasilkan konsentrasi Fumonisin B1 paling tinggi pada jagung dan kedelai pada suhu 20°C dan 30°C dengan kelembaban 90%. Pada suhu 40°C dengan kelembaban 70, 80, dan 90%, patogen ini tidak menunjukkan pertumbuhan, sehingga pembentukan Fumonisin B1 dapat dihindari. Tingkat penularan penyakit pada setiap perlakuan aplikasi formulasi *B. subtilis* disajikan pada Tabel 2.

Tingkat penularan penyakit busuk batang Fusarium pada saat tanaman berumur 5 MST dan 7 MST tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antarperlakuan (Tabel 2). Secara umum, penularan penyakit pada saat

Tabel 1. Daya hambat delapan formulasi *B. subtilis* terhadap pertumbuhan miselium *F. verticillioides*. Laboratorium, Balitsereal, Maros, 2017.

Aplikasi formulasi	Hambatan miselium <i>F. verticillioides</i> (%)	
	6 HSI	9 HSI
BS TLB1	27,3 a	17,5 ab
BS BJ6	28,8 a	19,7 ab
BS TM3	26,4 a	18,8 ab
BS TM4	24,5 a	19,7 ab
BS BNt4	29,0 a	24,6 a
BS BNt5	29,6 a	17,9 ab
BS BNt6	28,8 a	21,5 ab
BS BNt8	21,2 a	16,2 b
Kontrol	0,0 b	0,0 c

Angka selanjut yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata taraf 5% uji BNT
HSI = hari setelah inokulasi



Gambar 1. Pertumbuhan miselia *F. verticillioides* pada perlakuan formulasi BS BNt4 (a); BS TM3 (b); dan kontrol pada media PDA 9 hari setelah inkubasi (c). Laboratorium, Balitsereal, Maros. 2017.

Tabel 2. Intensitas penyakit busuk batang Fusarium (*F. verticillioides*) dengan aplikasi delapan formulasi *B. subtilis* pada saat tanaman berumur 5, 7, dan 9 MST. rumah kaca, Balitsereal, Maros, 2017.

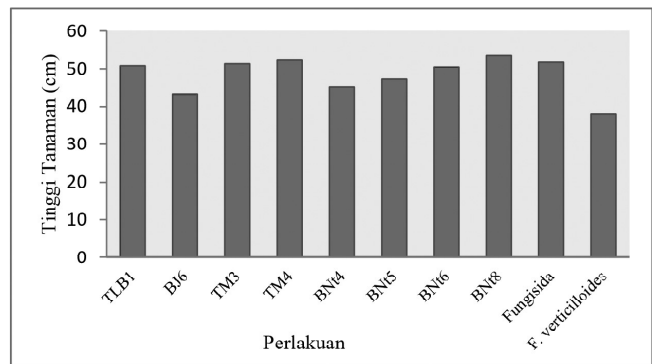
Aplikasi formulasi	Intensitas penularan		
	5 MST	7 MST	9 MST
BS TLB1	13,6	22, 2	37,0 ab
BS BJ6	13,6	33,3	76,5 a
BS TM3	11,1	20,9	25,9 ab
BS TM4	14,8	20,9	43,2 ab
BS BNt4	11,1	12,3	20,9 b
BS BNt5	12,3	25,9	35,8 ab
BS BNt6	12,3	19,7	50,6 ab
BS BNt8	11,1	22,2	37,0 ab
Fungisida	11,1	29,6	44,7 ab
Kontrol (<i>F. verticillioides</i>)	11,1	25,9	59,3 a

Angka selanjut yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata taraf 5% uji BNT

MST = minggu setelah tanam

tanaman berumur 5 MST masih rendah berkisar antara 11,1-14,8%. Tingkat penularan semakin meningkat dan bervariasi sejalan dengan perkembangan tanaman. Aplikasi beberapa formulasi *B. subtilis* menunjukkan tingkat penularan penyakit yang lebih rendah dibandingkan dengan aplikasi fungisida dan kontrol positif, di antaranya perlakuan dengan formulasi BNt4, BNt6 dan BNt 8. Namun terdapat aplikasi formulasi menunjukkan tingkat penularan penyakit yang lebih tinggi dibandingkan dengan aplikasi fungisida dan kontrol positif.

Aplikasi formulasi *B. subtilis* pada saat tanaman berumur 9 MST menunjukkan perbedaan terhadap perkembangan patogen antarperlakuan. Pada perlakuan formulasi BS BNt4, intensitas penularan patogen berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Tingkat penularan patogen yang rendah juga ditunjukkan pada aplikasi formulasi TM3, yaitu 25,9%. Formulasi BNt4 berbahan aktif *B. subtilis* diisolasi dari Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. Kandungan mikotoksin yang diproduksi oleh *B. subtilis* BNt4 terbukti mampu menekan perkembangan *F. verticillioides* pada batang jagung. Keefektifan yang sama juga telah dibuktikan oleh Suriani *et al.* (2015) dengan menguji beberapa formulasi *B. subtilis* terhadap *F. verticillioides* pada biji jagung secara *in vitro*. Tingkat penularan *F. verticillioides* pada biji jagung yang telah diselubungi dengan formulasi BNt4 30% lebih rendah dibandingkan dengan kontrol atau tanpa bahan pengendali. Sementara aplikasi dengan formulasi *B. subtilis* lainnya tidak berbeda nyata dengan kontrol, bahkan formulasi BJ6 menunjukkan tingkat infeksi penyakit busuk batang Fusarium yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Hal ini membuktikan



Gambar 2. Tinggi tanaman jagung pada perlakuan penelubungan benih dengan beberapa formulasi *B. subtilis* pada 2 MST. Rumah kaca, Balitsereal, Maros, 2017.

kandungan mikotoksin *B. subtilis* dari setiap lokasi inokulan berbeda-beda.

Mekanisme penekanan perkembangan patogen oleh *B. subtilis* dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung, bakteri ini memproduksi beberapa senyawa toksin berbahaya bagi patogen. Secara tidak langsung, *B. subtilis* dapat menginduksi ketahanan tanaman dengan menekan jumlah koloni patogen di perakaran, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman, terutama dalam penyerapan unsur hara. Hal ini juga terkait dengan peranan *B. subtilis* sebagai bakteri PGPR. Abidin *et al.* (2015) menyatakan mekanisme pengendalian penyakit oleh golongan bakteri bersifat langsung dan tidak langsung. Pengendalian secara langsung, bakteri antagonis memproduksi antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan patogen. Lebih lanjut Prihatiningsih *et al.* (2015) menyatakan bahwa mekanisme lain dari agens pengendali hayati adalah secara tidak langsung sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan menginduksi ketahanan sistemik. Dengan mengaplikasikan pada benih/biji, bakteri dapat berasosiasi dengan akar tanaman dan meningkatkan hasil panen melalui mekanisme peningkatan serapan hara, penekanan infeksi penyakit, dan produksi hormon (Kloepper *et al.* 1991).

Pengaruh Formulasi *B. subtilis* terhadap Tinggi Tanaman

Penyelubungan benih dengan formulasi *B. subtilis* mempengaruhi pertumbuhan tanaman sebagaimana terlihat tinggi tanaman (Gambar 2). Tinggi tanaman pada perlakuan formulasi *B. subtilis* BNt8 berbeda nyata dengan kontrol, kemudian disusul oleh perlakuan formulasi *B. subtilis* TM4 masing-masing dengan tinggi tanaman 53,5 cm dan 52,4 cm pada umur 2 MST.

Rasio tinggi tanaman antara perlakuan formulasi *B. subtilis* dengan perlakuan tanpa bahan pengendali menunjukkan bakteri *B. subtilis* yang terkandung dalam formulasi mengandung bahan perangsang tumbuh yang efektif. Hasil pengujian sebelumnya juga menunjukkan pengaruh formulasi *B. subtilis* BNt8 terhadap pertumbuhan tanaman jagung lebih baik dibandingkan dengan formulasi lainnya (Suriani *et al.*, 2017). Hal ini membuktikan bakteri dalam formulasi ini mampu bekerja maksimal sebagai perangsang tumbuh tanaman. Dengan demikian, bakteri ini dapat direkomendasikan untuk diaplikasikan ke daerah perakaran untuk membantu tanaman menghidrolisis hara esensial yang dibutuhkan seperti N dan P. Penggunaan rhizobakteri seperti *Bacillus* dan *Pseudomonas* sebagai agens pengendali hayati selain berpotensi melindungi tanaman selama siklus hidupnya, juga mampu menghasilkan hormon tumbuh, memfiksasi N, dan melarutkan P anorganik ke dalam larutan tanah sehingga memberi manfaat ganda bagi tanaman (Sutariati *et al.* 2014; Avivi *et al.* 2010).

KESIMPULAN

Formulasi *B. subtilis* memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *F. verticillioides* yang berbeda antarperlakuan. Daya hambat tertinggi ditunjukkan oleh formulasi BNt4. Penyelubungan benih jagung dengan formulasi BNt4 dan TM3 sebelum ditanam mampu menekan penularan penyakit busuk batang *Fusarium*. Keseluruhan formulasi *B. subtilis* memiliki kemampuan sebagai pemicu pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., L.Q. Aini, dan A.L. Abadi. 2015. Pengaruh bakteri *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. terhadap pertumbuhan jamur patogen *Sclerotium rolfsii* Sacc. penyebab penyakit rebah semai pada tanaman kedelai. J. HPT 3(1): 1-10.
- Avivi, S., I.S. Suyanti, dan S. Winarso. 2010. Efek bakteri pelarut fosfat terhadap pertumbuhan *Aspergillus flavus* pada perkecambahan kacang tanah. J. HPT Tropika 10: 64-72.
- Choudhary, D.K., A. Prakash, and B.N. Johri. 2008. Induced systemic resistance (ISR) in plants: mechanism of action. Indian J. Microbiol. 47:289-297.
- Directorate of Maize Research India. 2012. Inoculation Methods and Disease Rating Scales for Maize Diseases. ICAR, India: 31 pp.
- Duncan, K.E. and R.J. Howard. 2010. Biology of maize kernel infection by *Fusarium verticillioides*. Mol. Plant-Microbe Interac. J. 23(1): 6-16.
- Khaeruni, A., G.A.K. Sutariati, dan S. Wahyuni. 2010. Karakterisasi dan uji aktifitas bakteri rizosfer lahan ultisol sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan agensia hayati cendawan patogen tular tanah secara in-vitro. J. Hama dan Penyakit Tanaman Tropika 10(2):123-130.
- Kloepper, J.W., R.M. Zablowicz, B. Tipping, and R. Lifshitz. 1991. Plant growth mediated by bacterial rhizosphere colonizers. In: Keister, D.L. and B. Gregan (Eds.) The rhizosphere and plant growth. BARC Symp. 14: 315-326.
- Muis, A., N. Djaenuddin, dan N. Nonci. 2015. Evaluasi lima jenis inner carrier dan formulasi *Bacillus subtilis* untuk pengendalian hawar pelepah jagung (*Rhizoctonia solani* Kuhn). J. Hama dan Penyakit Tropika 15(2): 164-169.
- Nordby, J.N., J.K. Patalaky, and D.G. White. 2007. Development of Gibberella ear rot on processing sweet corn hybrids over extended period of harvest. Plant Disease 91(2): 171-175.
- Nurzannah, S.E., Lisnawita, dan D. Bakti. 2014. Potensi jamur endofit asal cabai sebagai agens hayati untuk mengendalikan layu *Fusarium* (*Fusarium oxysporum*) pada tanaman cabai dan interaksinya. J. Agroteknologi 2(3): 1230-1238.
- Pakki, S dan S. Mas'ud. 2005. Inventarisasi dan identifikasi patogen cendawan yang menginfeksi benih jagung. Dalam: Saenong, M.S., Burhanuddin, M.S. Pabbage, T. Kuswinanti, A. Rosmana, I. D. Daud, A. Muis, M. Yasin, W. Wakman, A. M. Adnan, S. Pakki, A. Tenrirawe, N. Nonci, A. H. Talanca, Burhanuddin, Umriana. Prosiding Seminar Imiah dan Pertemuan Tahunan XVI PEI dan PFI Komda Sulsel 2005.
- Pakki. 2016. Cemaran mikotoksin, bioekologi patogen *Fusarium verticillioides* dan upaya pengendaliaanya pada jagung. J. Litbang Pertanian 35(1): 11-16.
- Parsons, M.W. and G.P. Munkvold. 2012. Effects of planting date and environmental factors on fusarium ear rot symptoms and fumonisin B₁ accumulation in maize grown in six North American locations. Plant Pathology 61(6): 1130-1142.
- Popovski, S. and F.A. Celar. 2013. The impact of environmental factors on the infection of cereal with *Fusarium* species and mycotoxin production-a review. Acta Agric. Slovenia J. 101(1): 105-116.
- Prihatiningsih, N., T. Arwiyanto, B. Hadisutrisno, dan J. Widada. 2015. Mekanisme antibiosis *Bacillus subtilis* B315 untuk pengendalian penyakit layu bakteri kentang. J. HPT Tropika: 15(1): 64-71.
- Rahayu, D., W.P. Rahayu, H.N. Lioe, D. Herawati, W. Broto dan S. Ambarwati. 2015. Pengaruh suhu dan kelembaban terhadap pertumbuhan *Fusarium verticillioides* BIO 957 dan produksi fumonisin B₁. J. Agritech 35(2): 156-163.
- Singh, P.K. and K. Vijay. 2011. Biological control of *Fusarium* wilt of *Chrysanthemum* with *Trichoderma* and botanicals. J. Agric. Tech. 7(6): 1603-1613.
- Stack, J. 1999. G99-1385 Common Stalk Rot Diseases of Corn. https://www.researchgate.net/publication/265990314_G991385_Common_Stalk_Rot_Diseases_of_Corn [accessed in Jan 02, 2018].
- Sudantha, I.M. 2010. Pengujian beberapa jenis jamur endofit dan saprofit *Trichoderma* spp. terhadap penyakit layu fusarium pada tanaman kedelai. J. Agroteksos 20(2-3): 90-102.
- Suriani, A. Muis dan Aminah. 2015. Efektivitas 8 formulasi *Bacillus subtilis* dalam menekan pertumbuhan *Fusarium moniliforme* secara in vitro. hlm 428-435. Dalam: A. Muis, Syafruddin, M. Aqil, dan Bahtiar (Eds). Prosiding Seminar Nasional Serealia. Maros: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Suriani, S. Pakki, dan A. Muis. 2017. The effectiveness of eight bacterial formulations of *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn. on maydis leaf blight (*Bipolaris maydis* (Nisik. & Miyake Shoemaker) in corn (*Zea mays* L.). AAB Bioflux 9(1): 11- 20.

- Sutariati, G.A.K., A. Madiki, dan A. Khaeruni. 2014. Integrasi teknik invigorasi benih dengan rhizobakteri untuk pengendalian penyakit dan peningkatan hasil tomat. *J. Fitopatologi* 10(6): 188-194.
- Talanca, H. dan W.Wakman. 2008. Penyakit busuk batang jagung (*Fusarium* sp.) dan pengendaliannya. Dalam: S. Saenong, Baharuddin, T. Kuswinanti, S. Sjam, Y. Said, M.S. Pabbage, I.D. Daud, N. Agus, W.Wakman, Tenrirawe, H. Talanca, Masmawati, dan Juniarsih (eds). *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan XVIII PEI dan PFI Komda SulSel. Makassar*.
- Wartono, Y. Suryadi, dan D.N. Susilowati. 2012. Keefektifan formulasi bakteri *Burkholderia cepacia* isolat E76 terhadap *Rhizoctonia solani* Kuhn pada pertumbuhan tanaman padi di laboratorium. *J. Agrotropika* 17(2): 39-42.
- Zainuddin, A.L. Abadi, dan L.Q. Aini. 2014. Pengaruh pemberian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (*Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*) terhadap penyakit bulai pada tanaman jagung (*Zea mays* L.). *J. HPT* 2(1): 11-18.
- Zainuddin N.A.I.M., F.A. Hamzah, N.A. Kusai, and S.Salleh. 2017. Characterization and pathogenicity of *Fusarium proliferatum* and *F. verticillioides*, causal agents of Fusarium ear rot of corn. *Turkish J. of Biol.* 41:220-230.
-

