

Efektivitas Formula *Bacillus subtilis* TM4 untuk Pengendalian Penyakit pada Tanaman Jagung

Effectiveness of the Formula *Bacillus subtilis* TM4 in Controlling Maize Diseases

Nurasiah Djaenuddin*, Nurnina Nonci, Amran Muis
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros 90514

ABSTRAK

Rhizoctonia solani penyebab penyakit hawar pelepah dan upih daun serta *Bipolaris maydis* penyebab penyakit hawar daun merupakan patogen penting pada tanaman jagung. Penggunaan biopestisida merupakan salah satu alternatif untuk mengendalikan penyakit ini. Penelitian dilakukan untuk menentukan efektivitas formula bakteri *Bacillus subtilis* dalam menghambat perkembangan penyakit hawar pelepah dan upih daun *R. solani* dan hawar daun *B. maydis* di lapangan. Pengujian formula biopestisida dilakukan dengan dua cara aplikasi, yaitu perendaman benih jagung untuk pengendalian *R. solani* dan penyemprotan untuk pengendalian *B. maydis* di lapangan. Formula bakteri antagonis *B. subtilis* TM4 efektif menekan perkembangan penyakit hawar pelepah dan upih daun melalui perlakuan benih tetapi tidak efektif untuk menekan perkembangan penyakit hawar daun melalui penyemprotan formula.

Kata kunci: *Bacillus subtilis*, biopestisida, *Bipolaris maydis*, penyakit hawar daun, *Rhizoctonia solani*

ABSTRACT

Banded leaf and sheath blight (BLSB) and maydis leaf blight (MLB) caused by *Rhizoctonia solani* and *Bipolaris maydis*, respectively are considered as important diseases in maize. The use of biopesticides is an alternative method to control the diseases. This study was conducted to determine the effectiveness of bacterial formula *Bacillus subtilis* to inhibit the development of BLSB and MLB on the plant. Testing of biopesticide formula was done in two different applications, i.e. seed treatment for BLSB control and leaf spraying in the field for MLB. The results showed that the *B. subtilis* formula effectively suppressed the development of BLSB but it was not effectively suppressed the development of MLB.

Key words: *Bacillus subtilis*, biopesticide, *Bipolaris maydis*, leaf blight disease,

PENDAHULUAN

Cendawan patogenik yang sering merusak tanaman jagung di antaranya adalah *Rhizoctonia solani* penyebab penyakit hawar pelepah dan upih daun dan *Bipolaris maydis*

penyebab penyakit hawar daun. Beberapa cara telah ditempuh untuk mengatasi permasalahan penyakit tanaman seperti penggunaan fungisida, dan rekayasa genetika untuk menghasilkan tanaman yang tahan penyakit. Namun semakin tingginya kesadaran

*Alamat penulis korespondensi: Balai Penelitian Tanaman Serealia, Jalan Dr. Ratulangi No. 274, Maros 90514
Tel: (0411) 371 016-371 529, Faks: (0411) 371 961, Surel: asiahdjaenuddin@gmail.com

masyarakat terhadap bahaya fungisida sintetik dan daya beli yang terus meningkat terhadap bahan pangan organik menyebabkan perlunya penggunaan agens hayati sebagai alternatif pengendalian penyakit tanaman (Suryadi *et al.* 2015). Di Filipina perlakuan benih jagung menggunakan agens hayati bakteri antagonis *Bacillus subtilis* BR23 dapat menekan perkembangan *R. solani* dan meningkatkan hasil panen hingga 27% dibandingkan dengan menggunakan fungisida kimiawi (Muis dan Quimio 2006).

Beberapa isolat *B. subtilis* diketahui virulen sebagai agens hayati penyakit tanaman jagung. Bakteri ini telah teruji secara *in vitro* mampu menekan perkembangan *B. maydis*, *R. solani* dan *Fusarium moniliforme* dengan menggunakan metode kultur ganda yaitu uji *diffusible toxic metabolite* dan uji senyawa volatil (Muis *et al.* 2015b). Potensi yang dimiliki *B. subtilis* TM4 dan dua isolat terbaik lainnya (hasil seleksi *in vitro*) dalam menekan patogen tanaman jagung kemudian dikembangkan pada pengujian lebih lanjut di rumah kaca dan dievaluasi viabilitasnya pada bahan pembawa untuk memperoleh formula biopestisida *B. subtilis* yang tepat untuk mengendalikan penyakit hawar pelepah dan upih daun *R. solani* di rumah kaca (Muis *et al.* 2015a). Selanjutnya akan dikembangkan lagi pada skala lapangan.

Penelitian ini bertujuan menentukan keefektifan formula bakteri *B. subtilis* TM4 dalam menghambat perkembangan *R. solani* dengan perlakuan benih dan *B. maydis* dengan penyemprotan suspensi di lapangan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Benih jagung yang digunakan ialah varietas Anoman yang diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros. Bakteri *B. subtilis* TM4 berasal dari tanah pertanaman jagung di daerah Malino, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Isolat ini merupakan hasil seleksi terakhir dari tiga isolat *B. subtilis* terbaik yang memiliki populasi bakteri terbanyak setelah dicampurkan dengan bahan pembawa (Muis *et al.* 2015a). Formula *B. subtilis* TM4 dibuat

dengan bahan pembawa talk, ditambah ekstrak khamir 0.25%, CMC 1%, dan gum arabic 0.5%. Konsentrasi bakteri dalam formula *B. subtilis* TM4 sebesar 1.3×10^9 cfu mL⁻¹.

Cendawan patogen diisolasi dari tanaman jagung yang menunjukkan gejala penyakit hawar pelepah dan upih daun untuk *R. solani* dan hawar daun untuk *B. maydis*. Keduanya diisolasi pada medium agar-agar dekstrosa kentang (ADK) mengikuti prosedur Postulat Koch.

Inokulum *R. solani* disiapkan dengan membiakkan 5 mm² biakan *R. solani* dalam 150 g substrat campuran sekam dan beras (3:1) steril. Inokulum dikemas dalam kantong plastik dan diinkubasi pada suhu kamar selama 2 minggu. Inokulum *B. maydis* disiapkan dengan membuat suspensi dari 1 cawan petri biakan cendawan *B. maydis* yang berumur 7 hari dengan 1 L air steril. Suspensi dengan kerapatan konidium 10⁶ cfu mL⁻¹ digunakan sebagai inokulum.

Aplikasi Formula *B. subtilis* TM4 terhadap *R. solani* Penyebab Penyakit Hawar Pelepah dan Upih Daun

Sebanyak 150 g inokulum *R. solani* diinfestasikan dengan mencampurkannya ke tanah petak perlakuan berukuran 1 m × 5 m saat 4 minggu sebelum tanam, kecuali pada petak kontrol negatif. Aplikasi formula *B. subtilis* pada benih dilakukan dengan merendam 1 kg benih jagung dalam 8 g formula *B. subtilis* TM4 yang telah dicampur 30 mL air selama 2 jam. Sementara untuk perlakuan fungisida juga diberikan pada benih sebelum tanam sesuai dengan dosis fungisida yang tertera pada label.

Penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 ulangan. Perlakuan terdiri atas perlakuan benih dengan formula *B. subtilis*, fungisida dengan bahan aktif tembaga oksida 65%, kontrol positif (tanpa formula *B. subtilis*, tetapi tanah diinokulasi *R. solani*) dan kontrol negatif (tanpa formula *B. subtilis* dan tanpa inokulasi *R. solani*).

Variabel pengamatan ialah skor penyakit yang diamati pada umur 30, 45, 60 dan 90 hari setelah tanam (HST) kemudian ditransformasi

ke persentase serangan. Selain itu peubah yang diamati ialah bobot tongkol basah, jumlah tongkol pada saat panen, dan hasil panen per ha. Keparahan penyakit (KP) dihitung berdasarkan rumus:

$$KP = \frac{\sum_{i=0}^i (n_i \times v_i)}{N \times V} \times 100\%, \text{ dengan}$$

n, jumlah daun/pelelah yang terserang pada setiap kategori; V, nilai skor pada setiap daun/pelelah yang terserang; Z, nilai skor tertinggi; N, jumlah daun/pelelah yang diamati.

Nilai skor penyakit hawar pelelah dan upih daun pada tanaman jagung ditentukan mengikuti Ahuja and Payak (1983): Skor 1, gejala hanya pada 1 pelelah daun paling bawah dengan lesio sangat kecil dan sedikit; Skor 2, gejala pada 2 pelelah daun bagian bawah dengan lesio yang melebar; Skor 3, gejala sudah sampai pada pelelah daun keempat dari bawah, lesio banyak dan menyatu; Skor 4, sama dengan skala 3, hanya saja terjadi perubahan warna dengan lesio yang kecil-kecil; Skor 5, gejala pada semua pelelah, kecuali 2 ruas di bawah tongkol; Skor 6, gejala penyakit sudah sampai pada 1 ruas di bawah tongkol; Skor 7, gejala penyakit sudah sampai pada tempat melekatnya tongkol, tetapi tongkol belum terinfeksi; Skor 8, gejala penyakit sudah sampai pada tongkol dan permukaan daun memutih seperti pita, ukuran tongkol tidak normal dan beberapa tanaman ada yang sudah mati; Skor 9, seperti skor 8, batang mengerut, bentuk tongkol tidak normal, dan susunan biji tidak teratur, umumnya tanaman mati sebelum waktunya dan sklerotium banyak dijumpai pada tongkol dan rambutnya.

Uji Formula dan Suspensi *B.subtilis* TM4 terhadap *B. maydis* Penyebab Penyakit Hawar Daun Jagung

Pengujian dilaksanakan dengan menyiapkan petak uji berukuran 1 m x 5 m yang ditanami jagung dengan jarak tanam 75 cm x 20 cm. Jagung berumur 14 HST diinokulasi dengan penyemprotan suspensi *B. maydis* (1×10^6 cfu mL⁻¹). Dosis yang digunakan ialah 1 L per 100 tanaman. Tanaman yang tidak disemprot suspensi *B. maydis* digunakan sebagai kontrol negatif.

Formula *B. subtilis* TM4 untuk penyemprotan dibuat dengan mencampurkan 3 g formula *B. subtilis* TM4 ke dalam 1 L air, sedangkan suspensinya dibuat dari 5 ose koloni *B. subtilis* TM4 umur 2 hari pada medium agar-agar nutrien yang disuspensikan dalam 50 mL akuades steril. Suspensi untuk perlakuan ini memiliki kerapatan 10^9 cfu mL⁻¹. Perlakuan penyemprotan dengan formula *B.subtilis*, suspensi *B.subtilis*, dan fungisida dilakukan pada 1 dan 15 hari setelah inokulasi patogen *B.maydis*.

Penelitian ini disusun dalam RAK yang terdiri atas 5 perlakuan dengan 4 ulangan. Perlakuan terdiri atas penyemprotan tanaman jagung dengan formula *B.subtilis* TM4, suspensi *B.subtilis* (tanpa formula), fungisida dengan bahan aktif mankozeb 0.1%, kontrol positif (inokulasi dengan *B.maydis*), dan kontrol negatif (tanpa inokulasi *B.maydis*).

Pengamatan keparahan penyakit dilakukan pada tanaman berumur 30, 45, dan 60 HST, pada 10 tanaman yang diambil secara acak tiap barisnya. Penyakit hawar daun pada tanaman jagung dinilai mengikuti Sharma (1983): Skor 0, tidak ada gejala penyakit; Skor 1, 1–2 lesio yang tersebar pada daun yang lebih rendah; Skor 2, jumlah lesio sedang pada daun yang lebih rendah; Skor 3, jumlah lesio banyak pada daun yang lebih rendah, beberapa pada daun tengah; Skor 4, jumlah lesio banyak pada daun yang lebih rendah dan tengah, lesio meluas ke daun atas; Skor 5, lesio berlimpah pada hampir semua daun, tanaman mengering hingga mati.

Tingkat keparahan penyakit pada 30, 45, dan 60 HST dihitung berdasarkan persamaan seperti diuraikan pada pengujian aplikasi formula *B. subtilis* terhadap penyakit hawar pelelah dan upih daun (*R. solani*). Peubah lain yang diamati ialah bobot tongkol basah, jumlah tongkol pada saat panen, dan hasil panen per ha.

HASIL

Formula *B. subtilis* TM4 mampu menekan keparahan penyakit hawar pelelah dan upih daun pada umur 45 HST dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 1). Selanjutnya laju keparahan penyakit hawar pelelah dan upih daun meningkat lebih dari 7 kali pada umur

Tabel 1 Keparahan penyakit (%) hawar pelepah dan upih daun *Rhizoctonia solani* pada tanaman jagung yang diberi beberapa perlakuan

Perlakuan	Keparahan penyakit pada ... HST			
	30	45	60	90
Formula <i>Bacillus subtilis</i> TM4	0.3 b	6.4 c	47.8 a	63.4 ab
Fungisida (tembaga oksida)	4.5 ab	11.7 b	45.7 a	75.0 a
Kontrol positif	8.9 a	19.2 a	47.0 a	83.5 a
Kontrol negatif	0.0 b	0.0 d	6.3 b	32.1 b

Angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%

60 HST, dan hampir 10 kali pada umur 90 HST. Intensitas penyakit hawar pelepah dan upih daun tidak mampu ditekan dengan penggunaan formula *B. subtilis* TM4 maupun fungisida berbahan aktif tembaga oksida 65%. Keparahan penyakit pada ketiga perlakuan tersebut cukup tinggi dan sama dengan keparahan penyakit pada perlakuan kontrol positif. Kontrol dengan tanah yang tidak diinokulasi dengan *R. solani* pada umur panen juga terserang penyakit meskipun tidak separah tiga perlakuan lainnya.

Tanaman yang diberi fungisida (tembaga oksida) memperlihatkan bobot tongkol basah lebih tinggi daripada perlakuan formula *B. subtilis* TM4 dan kontrol positif. Jumlah tongkol tidak berbeda nyata antarperlakuan, sedangkan hasil panen perlakuan formula *B. subtilis* TM4 berbeda nyata dengan kontrol negatif namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (fungisida dan kontrol positif) (Tabel 2).

Semua perlakuan yang dicoba tidak berbeda nyata terhadap keparahan penyakit hawar daun yang disebabkan oleh *B. maydis* pada 3 waktu pengamatan (Tabel 3). Bobot tongkol basah perlakuan *B. subtilis* TM4 tidak berbeda nyata dengan perlakuan fungisida tetapi berbeda nyata dengan kontrol positif dan negatif. Tanaman jagung yang diberi formula *B. subtilis* TM4, suspensi bakteri *B. subtilis* TM4, dan fungisida mankozeb tidak menunjukkan bobot tongkol basah, jumlah tongkol, dan hasil panen yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol positif maupun negatifnya pada semua perlakuan (Tabel 4).

PEMBAHASAN

Potensi formula *B. subtilis* dalam menekan perkembangan penyakit hawar pelepah dan upih

daun *R. solani* melebihi kemampuan fungisida yang digunakan, ini terlihat pada pengamatan 45 HST. Hal tersebut mengindikasikan bahwa *B. subtilis* menghasilkan senyawa anticendawan yang efektif menghambat perkembangan cendawan *R. solani*. Sebagian besar senyawa peptida yang dihasilkan oleh *B. subtilis* seperti basilomisin, mikobasilin, dan fungistatin, merupakan antibiotik yang bersifat racun terhadap cendawan patogen tular tanah (Awais *et al.* 2010) dan menghasilkan hormon pertumbuhan seperti etilen, auksin dan sitokinin (Gnanamanickam 2007). Kemampuan *B. subtilis* sebagai agens hayati telah dilaporkan oleh Prihatiningsih *et al.* (2015), dimana *B. subtilis* B315 memiliki mekanisme antibiosis dan mekanisme lain yaitu penginduksi ketahanan sistemik.

Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan formula *B. subtilis* memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Muis *et al.* (2015b) bahwa bakteri antagonis *B. subtilis* selain mampu menekan perkembangan cendawan *R. solani in vitro*, juga meningkatkan daya kecambah dan vigor benih jagung. Formula bakteri antagonis *B. subtilis* TM4 tidak berpengaruh negatif terhadap daya kecambah benih bahkan memengaruhi kemampuan *B. subtilis* dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman (Muis *et al.* 2015a). Beberapa strain *B. subtilis* mampu menekan perkembangan *R. solani* dan *Fusarium* spp. di antaranya, *B. subtilis* CE1, *B. subtilis* BFS01, *B. subtilis* BR23, dan BS100 (Suriani dan Muis 2016).

Pengaruh aplikasi penyemprotan formula *B. subtilis* TM4 dalam menekan penyakit hawar daun terlihat dari persentase keparahan penyakit hingga akhir pengamatan. Aplikasi

Tabel 2 Hasil panen tanaman jagung pada beberapa perlakuan terhadap penyakit hawar pelepah dan upih daun *Rhizoctonia solani*

Perlakuan	Bobot tongkol basah (kg)	Jumlah tongkol (tongkol)	Hasil panen (kuintal ha ⁻¹)
Formula <i>Bacillus subtilis</i> TM4	1.3 b	13.3 a	12.10 b
Fungisida (tembaga oksida)	1.7 a	15.6 a	14.83 ab
Kontrol positif	1.3 b	13.3 a	11.78 b
Kontrol negatif	2.0 a	15.9 a	18.09 a

Angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%

Tabel 3 Keparahan penyakit (%) hawar daun *Bipolaris maydis* pada tanaman jagung yang diberi beberapa perlakuan

Perlakuan	Keparahan penyakit pada ... HST		
	30	45	60
Formula <i>Bacillus subtilis</i> TM4	28.3 a	36.8 a	56.5 a
Suspensi <i>Bacillus subtilis</i> TM4	28.1 a	40.0 a	57.8 a
Fungisida (Mankozeb)	27.4 a	32.5 a	59.0 a
Kontrol positif	30.0 a	41.3 a	58.0 a
Kontrol negatif	26.3 a	32.3 a	59.8 a

Angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%

Tabel 4 Hasil panen tanaman jagung pada beberapa perlakuan terhadap penyakit hawar daun *Bipolaris maydis*

Perlakuan	Bobot tongkol basah (kg)	Jumlah tongkol (tongkol)	Hasil (kuintal ha ⁻¹)
Formula <i>Bacillus subtilis</i> TM4	6.8 b	31.4 a	61.23 b
Suspensi <i>Bacillus subtilis</i> TM4	7.4 ab	31.6 a	67.07 ab
Fungisida (Mankozeb)	7.0 b	31.0 a	63.37 b
Kontrol positif	7.9 a	34.1 a	71.75 a
Kontrol negatif	8.2 a	33.9 a	74.00 a

Angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%

formula *B. subtilis* memberikan respons positif dalam menekan penyakit hawar daun dengan nilai keparahan penyakit yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol (tanpa aplikasi). Hal ini diduga bakteri antagonis tersebut menghasilkan senyawa antimikrob yang berperan sebagai pengurai dinding sel patogen sehingga dapat menghambat perkembangan cendawan *B. maydis*. Tingkat kerapatan inokulum 6×10^4 konidium mL⁻¹ telah dilaporkan oleh Altaf *et al.* (2016) dapat digunakan untuk mengevaluasi keefektifan ketahanan varietas jagung. Bakteri antagonis *B. subtilis* dapat menekan pertumbuhan cendawan patogen melalui aktivitas anticendawan yang dapat mendegradasi dinding sel patogen sehingga pertumbuhan sel cendawan tidak optimal (Khaeruni *et al.* 2013). Hasil penelitian ini

didukung oleh penelitian lain yang menemukan adanya kemampuan *B. subtilis* dalam menghasilkan antibiotik (Kumar *et al.* 2009).

Pada penelitian ini patogen diaplikasikan lebih dahulu dari antagonisnya sehingga patogen lebih dominan menguasai ruang/inang yang mengakibatkan antagonis tidak mampu bekerja efektif karena asupan makanannya tidak cukup. Menurut Hussain *et al.* (2016) untuk penyaringan kultivar jagung yang efektif terhadap penyakit hawar daun, inokulasi dengan patogen *B. maydis* harus dilakukan pada tahap pertumbuhan awal (awal pertumbuhan 6 daun). Demikian juga hormon maupun enzim yang berperan dalam mekanisme pemacu pertumbuhan yang dihasilkan *B. subtilis* menjadi lemah. Hal inilah yang menyebabkan hasil panen pada perlakuan formulasi *B. subtilis*

lebih rendah daripada perlakuan fungisida. Hal ini bertolak belakang dengan hasil penelitian Zongzheng *et al.* (2009) bahwa inokulasi *B. subtilis* memberikan efek yang baik untuk meningkatkan pertumbuhan radikal dan embrio tanaman; dan setelah inokulasi morfologi tanaman meningkat secara nyata.

Perlakuan benih dengan formula *B. subtilis* TM4 efektif menekan perkembangan cendawan patogen tular tanah *R. solani* dengan keparahan penyakit hingga akhir pengamatan 63.4% dibandingkan dengan kontrol positif yang keparahan penyakitnya mencapai 83.5%. Namun, penyemprotan tanaman jagung dengan formula *B. subtilis* TM4 tidak efektif menekan perkembangan *B. maydis*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja SC, Payak MD. 1983. A rating scale for banded leaf and sheath blight of maize. *Indian Phytopathol.* 36:338–340.
- Altaf M, Raziq F, Khan I, Hussain H, Shah B, Ullah W, Naeem A, Adnan M, Junaid K, Shah SRA, Attaullah, Iqbal M. 2016. Study of the response of different maize cultivars to various inoculum levels of *Bipolaris maydis* (Y. Nisik & C. Miyake) shoemaker under field conditions. *J Entomol Zool Stu.* 4(2):533–537.
- Awais M, Pervez A, Yaqub A, and Shah MM. 2010. Production of antimicrobial metabolites by *Bacillus subtilis* immobilized in polyacrylamide gel. *J Zool.* 42(33):267–275.
- Gnanamanickam SS. 2007. *Plant-Associated Bacteria*. Ed ke-1. Berlin (DE): Springer.
- Hussain H, Raziq F, Khan I, Shah B, Altaf M, Attaullah, Ullah W, Naeem A, Adnan M, Junaid K, Shah SRA, Iqbal M. 2016. Effect of *Bipolaris maydis* (Y. Nisik & C. Miyake) shoemaker at various growth stages of different maize cultivars. *J. of Entomol and Zool Stu.* 4(2): 439–444.
- Khaeruni A, Asrianti, Rahman A. 2013. Efektifitas limbah cair pertanian sebagai medium perbanyak dan formulasi *Bacillus subtilis* sebagai agens hayati patogen tanaman. *J Agroteknos.* 3(3):144–151.
- Kumar A, Saini P, Shrivastava JN. 2009. Production of peptide antifungal antibiotic and biocontrol activity of *Bacillus subtilis*. *Indian J Exp Biol.* 47:57–62.
- Muis A, Djaenuddin N, Nonci N. 2015a. Evaluasi lima jenis inert carrier dan formulasi *Bacillus subtilis* untuk pengendalian hawar pelepah jagung (*Rhizoctonia solani* Kuhn). *J HPT Tropika.* 15(2):164–169.
- Muis A, Djaenuddin N, Nonci N. 2015b. Uji virulensi beberapa isolat bakteri antagonis putative *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn sebagai agens pengendali hayati penyakit tanaman jagung. *Bul Pen Tan Serealia.* 1(1):8–15.
- Muis A, Quimio AJ. 2006. Biological control of banded leaf and sheath blight disease (*Rhizoctonia solani* Kuhn) in corn with formulated *Bacillus subtilis* BR23. *Indo J Agric Sci.* 7(1):1–7. DOI: <http://dx.doi.org/10.21082/ijas.v7n1.2006.p1-7>.
- Prihatiningsih N, Arwiyanto T, Hadisutrisno B, dan Widada J. 2015. Mekanisme antibiosis *Bacillus subtilis* B315 untuk pengendalian penyakit layu bakteri kentang. *J HPT Tropika.* 15(1):64–71. DOI: <https://doi.org/10.23960/j.hptt.11564-71>.
- Sharma RC. 1983. *Techniques of Scoring for Resistance to Important Diseases of Maize*. All India coord. Maize Improvement Project. New Delhi (IN): Indian Agric Res Inst.
- Suriani, Muis A. 2016. Prospek *Bacillus subtilis* sebagai agen pengendali hayati patogen tular tanah pada tanaman jagung. *J Litbang Pert.* 35(1):37–45. DOI: <http://dx.doi.org/10.21082/jp3.v35n1.2016.p37-45>.
- Suryadi Y, Samudra IM, Priyatno TP, Susilowati DN, Lestari P, Sutoro. 2015. Aktivitas anticendawan *Bacillus cereus* 11UJ terhadap *Rhizoctonia solani* and *Pyricularia oryzae*. *J Fitopatol Indones* 11(2):35–42. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.11.2.35>.
- Zongzheng Y, Xin L, Zhong L, Jinzhao P, Jin Q, Wenyan Y. 2009. Effect of *Bacillus subtilis* SY1 on antifungal activity and plant growth. *Int. J Agric Biol.* 2(4):55–61.