

Efektivitas Formulasi Spora *Bacillus subtilis* B12 sebagai Agen Pengendali Hayati Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Tanaman Padi

Wartono¹, Giyanto², dan Kikin H. Mutaqin²

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
Jl. Tentara Pelajar 3A Bogor 16111
Email: war.tono@yahoo.com

²Institut Pertanian Bogor
Jl. Dramaga Bogor

Naskah diterima 13 Januari 2014 dan disetujui diterbitkan 1 September 2014

ABSTRACT. Effectiveness of *Bacillus subtilis* B12 Spore Formulation as Biocontrol Agent for Bacterial Leaf Blight on Rice. Bacterial leaf blight control in rice (*Oryza sativa* Lin.) using bactericide is prohibitive, due to its high cost and its negative effect on the environment. Biocontrol when available, therefore is the best alternative solution. *Bacillus subtilis* is a perspective of biocontrol agent to control several plant diseases, because of its ability to produce antimicrobial and produce plant growth promoting substances. This research was aimed to examine the effectiveness of *B. subtilis* spore formulation by way of seed treatments and foliar sprays, using different frequencies and concentrations, to control bacterial leaf blight disease (BLB) on rice, caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, and to evaluate its function as plant growth promoter. The experiments were conducted at greenhouse and in the field using factorial design. At the greenhouse experiment, seed treatment and foliar spray, using concentration of 2% produced better result in controlling BLB, and better result on promoting rice plant growth. In the field experiment, application at 2 week interval showed better effect on suppressing the the disease and on increasing yield. Applications of the formulation of *B. subtilis* B12 spore reduced BLB disease by 21% and potentially increased yield up to 50%.

Keywords: Rice, *B. subtilis*, *Xanthomonas oryzae*, formulation.

ABSTRAK. Pengendalian penyakit hawar daun bakteri pada padi, tidak layak untuk dikendalikan menggunakan bakterisida, karena harganya yang mahal dan dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu alternatif pengganti adalah pengendalian secara hayati. *Bacillus subtilis* adalah salah satu agen biokontrol untuk mengendalikan penyakit karena kemampuannya dalam menghasilkan antimikroba dan memacu pertumbuhan tanaman. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui keefektifan formulasi spora *B. subtilis* isolat Indonesia melalui perlakuan benih dan semprot tanaman pada konsentrasi dan frekuensi yang berbeda untuk mengendalikan penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*). Pengaruh lain dari aplikasi formulasi spora *B. subtilis* dilihat dari pertumbuhan tanaman. Penelitian dilakukan di rumah kaca dan lapangan dengan rancangan faktorial. Pada pengujian rumah kaca, perlakuan benih dan aplikasi/ penyemprotan tanaman dengan konsentrasi 2% memberikan hasil yang lebih baik dalam menekan penyakit HDB dan meningkatkan pertumbuhan tanaman padi, sehingga dapat direkomendasikan pada pengujian lapang. Pada pengujian lapang, interval aplikasi 2 minggu sekali memberikan pengaruh yang lebih baik dalam menekan penyakit dan meningkatkan

hasil panen. Aplikasi formulasi spora *B. subtilis* dapat menekan penyakit HDB hingga 21% dan berpotensi meningkatkan hasil panen hingga 50%.

Kata kunci: Padi, *B. subtilis*, *Xanthomonas oryzae*, formulasi.

Hawar daun bakteri (HDB) merupakan salah satu penyakit penting tanaman padi yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (*Xoo*). *Xoo* menyerang semua fase tumbuh tanaman padi, mulai persemaian hingga malai dan biji. Gejala penyakit yang terjadi pada daun muda disebut kresek, sedangkan gejala yang timbul pada tanaman mencapai stadia anakan sampai pemasakan disebut hawar. Kresek merupakan gejala yang paling merusak dari penyakit HDB, sementara gejala yang paling umum dijumpai adalah gejala hawar (IRRI 2008).

Xoo tersebar di Asia, Afrika, Australia, Amerika Utara, Amerika Tengah dan Karibia, Amerika Selatan, serta Oseania. Namun bakteri ini paling banyak terdapat di Asia dan sebagian Afrika Barat, terutama di India, Cina, dan Indonesia, dimana populasinya telah tersebar luas hingga mewabah (Nino-Liu *et al.* 2006). Bakteri *Xoo* memiliki beberapa ras berdasarkan virulensinya. Di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan DIY, ras yang paling dominan adalah ras VIII, diikuti oleh ras IV dan III (Suparyono *et al.* 2004). Di Indonesia, penyebaran penyakit ini meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2004, pertanaman padi yang terinfeksi HDB mencapai 37.229 ha, meningkat 31,8% dari tahun sebelumnya yang hanya 25.403 ha (Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan 2005). Penyakit HDB dapat menurunkan hasil 7,5-23,8% pada musim kemarau dan 20,6-35,6% pada musim hujan (BBPOPT 2007). Pada kondisi ambang penyakit mencapai 20%, setiap peningkatan keparahan penyakit 10% akan meningkatkan kehilangan hasil 4-6% (Suparyono *et al.* 2003).

Saat ini pengendalian HDB dilakukan menggunakan varietas tahan, bakterisida, serta menghindari irigasi dan penggunaan pupuk nitrogen yang berlebihan. Bakterisida yang sering digunakan untuk mengendalikan penyakit HDB diantaranya adalah tembaga (Champ, Cuproxide, Kocide, dan NuCop) (Schwartz and Gent 2007), bordeaux, copper oxychloride, Vitigran Blue, dan Cupravit.

Peluang pengendalian lain adalah melalui perlakuan benih dengan *conditioning* menggunakan biopestisida (bakteri antagonis) (Ilyas 2006). Biopestisida merupakan salah satu alternatif pengendalian yang lebih aman dalam mengendalikan penyakit HDB (Habazar dan Rivai 2004). Perlakuan benih pra tanam atau *conditioning* bertujuan untuk menghilangkan sumber infeksi benih dari patogen tular benih, melindungi bibit ketika muncul di permukaan tanah, dan meningkatkan perkecambahan atau melindungi benih dari patogen. Perlakuan benih (*conditioning*) dilaporkan mampu meningkatkan daya berkecambah benih hortikultura hingga 90%, meningkatkan keserempakan tumbuh dan meningkatkan indeks vigor benih (Ilyas 2006).

Mikroba agens hayati yang telah digunakan di antaranya adalah golongan *B. subtilis*. Spesies bakteri ini sudah banyak dikembangkan menjadi produk komersial, di antaranya sudah memiliki merk dagang seperti Companion, Kodiak™, Epic™, Quantum 4000 dan System 3™, Prima-BAPF (Nakkeeran *et al.* 2006, Hanudin *et al.* 2011). Keunggulan *B. subtilis* dibanding bakteri jenis lainnya adalah sifatnya yang mampu menekan berbagai jenis patogen tanaman, bersifat *plant growth promoting rhizobacter* (PGPR), dan mampu bertahan pada kondisi lingkungan yang ekstrim (Szczech and Shoda 2006; Vasudevan *et al.* 2002).

B. subtilis B12 adalah isolat bakteri yang berasal dari rizosfer bambu. Bakteri ini telah teruji secara *in vitro* mampu menekan perkembangan *Xoo* dan *Rhizoctonia solani* (Sulistiani 2009). Potensi yang dimiliki *B. subtilis* B12 dalam menekan patogen penyebab penyakit tanaman padi tersebut kemudain dikembangkan pada pengujian lebih lanjut di rumah kaca dan lapang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan formulasi spora *B. subtilis* B12 dengan mengetahui konsentrasi dan frekuensi aplikasi yang tepat untuk mengendalikan penyakit HDB dan pengaruhnya terhadap tanaman padi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada April 2009 sampai Februari 2010 di Laboratorium Bakteriologi Tumbuhan, Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor (IPB), Laboratorium Mikrobiologi dan Rumah Kaca Balai

Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor, dan lahan sawah petani Situgede, Bogor.

Formulasi Spora *Bacillus subtilis* B12 di Rumah Kaca

Bahan penelitian yang digunakan adalah isolat *Bacillus subtilis* B12, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (*Xoo*), dan benih padi varietas Ciherang. Formulasi spora *B. subtilis* B12 yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk tepung yang diperkaya dengan bahan aditif lain hasil pengembangan di Laboratorium Bakteriologi, Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor (Sulistiani 2009). Isolat *Xoo* yang digunakan berasal dari koleksi Biogen *Culture Collection* dengan nomor aksesori 93-107. Varietas padi Ciherang diperoleh dari Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.

Pengujian menggunakan rancangan faktorial acak lengkap dengan lima ulangan. Faktor yang diuji terdiri atas tiga faktor, yaitu perlakuan benih, konsentrasi formula, dan frekuensi aplikasi (penyemprotan). Faktor pertama adalah S0 (tanpa perlakuan benih) dan S1 (perlakuan benih). Faktor kedua adalah A0 (tanpa penyemprotan), A1 (aplikasi setiap satu minggu), A2 (aplikasi setiap dua minggu), A3 aplikasi (setiap tiga minggu), dan A4 (aplikasi setiap empat minggu). Faktor ketiga adalah K0 (konsentrasi formulasi 0%), K1 (konsentrasi formulasi 1%), K2 (konsentrasi formulasi 2%), dan K5 (konsentrasi formulasi 5%).

Pengujian dilakukan dalam empat tahap. Tahap pertama adalah perlakuan benih. Benih varietas Ciherang dikecambahkan dengan cara dibungkus kain kasa basah semalaman dan disimpan di tempat lembab sehingga berkecambah. Selanjutnya pada setiap 10 g benih berkecambah ditaburkan 1 g formulasi. Formulasi diberikan 30 menit sebelum tanam. Sementara untuk yang tanpa perlakuan benih, benih yang berkecambah tidak diberi formulasi. Tahap kedua, benih ditanam dalam ember-ember plastik berdiameter 30 cm berisi tanah lumpur dengan bobot 10 kg/pot, secara terpisah sehingga tumbuh menjadi tiga rumpun/tanaman. Pada saat berumur 21 hari, tanaman diamati panjang akarnya dengan cara mengambil dua rumpun/tanaman per pot. Selanjutnya, satu rumpun/tanaman sisanya dipelihara untuk pengujian berikutnya. Pemupukan dilakukan pada 15 hari setelah pengukuran akar dengan diberi pupuk urea + TSP (2 : 2 g/petak) dan 25 hari kemudian diberi pupuk KCl dengan takaran 5 g/pot. Tahap ketiga adalah inokulasi tanaman dengan patogen *Xoo* yang sebelumnya dibiakkan dalam media *nutrient broth*. Inokulasi dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi biakan *Xoo* pada permukaan tanaman, masing-masing pada 40 dan 45 hari setelah tanam (HST).

Selanjutnya, tanaman disungkup selama tiga hari dengan plastik milar yang bagian atasnya ditutup dengan kain kasa untuk menjaga kelembaban di sekitar tanaman, sehingga patogen dapat berkembang biak. Tahap keempat adalah aplikasi (penyemprotan) formulasi dengan cara melarutkan formulasi spora *B. subtilis* dalam air (10^8 cfu/ml), kemudian disemprotkan pada permukaan tanaman secara merata (15 ml/tanaman) pada sore dan pagi hari.

Pengamatan meliputi panjang akar pada 21 HST, tinggi tanaman dan jumlah anakan produktif pada 60 HST, keparahan penyakit HDB seminggu setelah aplikasi pertama diulang dengan interval seminggu sekali, dan bobot kering gabah pada saat panen. Sampel tanaman yang diamati adalah lima pot per ulangan.

Pengamatan penyakit dilakukan dengan cara menghitung jumlah anakan/daun yang sakit dibagi dengan total jumlah anakan/daun, dikali dengan rata-rata luas gejala per rumpun. Tingkat keparahan penyakit (KP) dihitung berdasarkan persamaan Townsend dan Heüberger (Agrios 2005):

$$KP = \frac{\sum (n_i \times v_i)}{Z \times N} \times 100\%$$

KP = keparahan penyakit;

n_i = tanaman terinfeksi ke-I;

v_i = skor dengan kategori penularan ke-I;

Z = nilai skala dari kategori penularan tertinggi (skor 9);

N = jumlah tanaman yang diamati.

Skor keparahan penyakit diadopsi dari KNPN (2003), yaitu: 1 = penularan > 0-3%; 2 = penularan > 3-6%; 3 = penularan > 6-12%; 4 = penularan > 12-25%; 5 = penularan > 25-50%; 6 = penularan > 50-75%; 7 = penularan > 75-87%; 8 = penularan > 87-94%; 9 = penularan > 94-100%.

Penularan penyakit kumulatif dihitung berdasarkan area di bawah kurva perkembangan penyakit (ADKPP) dengan persamaan ADKPP = $[(Y_i/100 + Y_{i+1}/100)/2] [(t_{i+1} - t_i)]$ (Katherine *et al.* 1997); Y_i = keparahan penyakit pada pengamatan ke-i; dan t_i = waktu pengamatan ke-i.

Data yang diperoleh dianalisis keragamannya dengan prosedur GLM (*General Linear Model*) dengan selang kepercayaan 5%. Pengolahan data menggunakan program SAS Ver. 6.12 (SAS Institute, Cary, NC).

Formulasi Spora *B. subtilis* B12 di Lapangan

Uji efektivitas formulasi spora *B. subtilis* terhadap pertumbuhan tanaman dan penekanan penyakit HDB dilakukan di lahan petani Situ Gede, Bogor,

menggunakan rancangan faktorial acak kelompok dengan tiga ulangan. Faktor yang diuji terdiri atas dua faktor, yaitu: 1) frekuensi aplikasi (penyemprotan) formula ke tanaman, dan 2) varietas padi. Setiap perlakuan terdiri atas tiga ulangan. Faktor pertama adalah waktu aplikasi formula spora *B. subtilis* B12 ke tanaman yang terdiri atas empat waktu aplikasi, yaitu: A0 (tanpa aplikasi), A1 (setiap 1 minggu), A2 (setiap 2 minggu), dan A4 (setiap 4 minggu). Faktor kedua adalah varietas padi yang terdiri atas tiga varietas, yaitu Vs (Sintanur), Vcs (Cisantana), dan Vch (Ciherang).

Tiga puluh menit sebelum sebar, benih diberi perlakuan dengan cara mencampur 1 g formulasi spora *B. subtilis* B12 dengan 10 g benih yang sebelumnya telah dikecambahkan. Selanjutnya benih ditebar pada petak persemaian. Ukuran petak terkecil adalah 2 m x 5 m. Kemudian, bibit padi umur 21 hari dipindah tanam ke sawah, tiga tanaman per lubang dengan jarak tanam 25 cm x 25 cm. Pemupukan dilakukan pada umur 15 dan 14 HST menggunakan urea dan NPK Ponska (30 kg/ha). Aplikasi formulasi spora *B. subtilis* dilakukan dengan melarutkan 2% formulasi spora *B. subtilis* B12 dalam air, kemudian disemprotkan ke permukaan tanaman secara merata. Pengambilan sampel dilakukan secara sistematis, yaitu 20 rumpun arah diagonal.

Jumlah anakan produktif diamati pada 60 HST, sedangkan bobot kering gabah per 25 rumpun diamati pada saat panen. Pengamatan penyakit dilakukan dengan menghitung jumlah anakan/daun yang sakit dibagi dengan total jumlah anakan/daun, dikali dengan rata-rata luas gejala per rumpun. Tingkat keparahan penyakit dan kumulatif dihitung berdasarkan persamaan yang sama dengan pengujian di rumah kaca.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis keragamannya dengan prosedur GLM (*General Linear Model*) dan rata-rata perlakuan dibedakan dengan uji Tukey (P = 0.05). Pengolahan data menggunakan program SAS Ver. 6.12 (SAS Institute, Cary, NC).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Formulasi Spora *Bacillus subtilis* B12 di Rumah Kaca

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan benih dengan formulasi spora *B. subtilis* berpengaruh positif dan nyata terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Tabel 1). Pada perlakuan benih dengan formulasi spora *B. subtilis* B12, panjang akar mencapai 18,9 cm, atau lebih panjang dibanding tanaman tanpa perlakuan yang hanya mencapai 9,9 cm. Demikian juga pengaruhnya terhadap tinggi tanaman dan jumlah

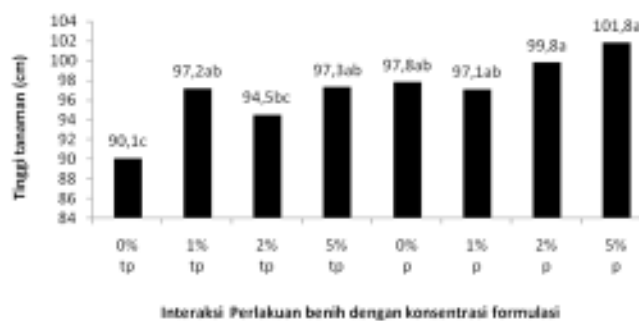
anakan produktif. Tinggi tanaman yang diberi perlakuan mencapai 99,1 cm, sedangkan yang tidak diberi perlakuan hanya 94,8 cm. Jumlah anakan produktif pada tanaman yang diberi perlakuan mencapai 25,3 batang, sedangkan yang tidak diberi perlakuan hanya 23,1 batang. Kondisi ini diduga karena *B. subtilis* B12 dalam formulasi yang digunakan menghasilkan zat pengatur tumbuh yang mampu menginduksi pertumbuhan perakaran. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian lain yang menemukan adanya kemampuan *B. subtilis* B12 dalam menghasilkan zat pengatur tumbuh (Swain *et al.* 2006, Yan *et al.* 2011).

Perlakuan benih dan penyemprotan formulasi spora *B. subtilis* B12 pada konsentrasi dan frekuensi aplikasi mampu meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah anakan produktif (Tabel 2 dan Gambar 1). Peningkatan jumlah anakan produktif pada konsentrasi 2% lebih tinggi dari konsentrasi lainnya (Tabel 2). Sementara penyemprotan setiap 2, 3, dan 4 minggu sekali tidak nyata meningkatkan jumlah anakan produktif (Tabel 2).

Tabel 1. Pengaruh perlakuan benih dengan formulasi spora *B. subtilis* B12 terhadap panjang akar, tinggi tanaman dan jumlah anakan produktif tanaman padi varietas Ciherang. Rumah kaca, BB Biogen, Bogor.

Perlakuan benih	Panjang akar 21 HST (cm)	Tinggi tanaman 60 HST (cm)	Jumlah anakan produktif per rumpun 60 HST
Perlakuan benih	21 HST	60 HST	
Perlakuan benih	18,9a	99,1a	25,3a
Tanpa perlakuan benih	9,9b	94,8b	23,1b

Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf nyata 5%



Gambar 1. Interaksi perlakuan benih dengan konsentrasi formulasi spora *B. subtilis* B12 terhadap tinggi tanaman pada 60 HST. Rumah kaca, BB Biogen, Bogor.

tp = tanpa perlakuan benih; p = dengan perlakuan benih 0-5%. Angka-angka di atas bar yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf nyata 5%.

Tinggi tanaman juga dipengaruhi oleh interaksi antara perlakuan benih dan konsentrasi formulasi (Gambar 1). Kombinasi perlakuan benih dengan penyemprotan pada konsentrasi 2% dan 5% menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik dibanding kombinasi dengan konsentrasi 1%.

Pengaruh aplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 dalam menekan penyakit HDB terlihat dari nilai ADKPP. Semakin kecil nilai ADKPP, semakin baik penekanan penyakit. Secara terpisah perlakuan benih memberi pengaruh nyata dalam menekan penyakit HDB dengan nilai ADKPP yang lebih rendah dibanding tanpa perlakuan benih (Tabel 3).

Pada perlakuan frekuensi aplikasi, penyemprotan formulasi pada setiap 1, 2, 3, dan 4 minggu sekali tidak berbeda nyata dalam menekan HDB, namun lebih besar dibanding kontrol (tanpa aplikasi) (Tabel 3).

Penekanan penyakit HDB dipengaruhi oleh interaksi antarperlakuan benih dan konsentrasi penyemprotan formulasi. Kombinasi perlakuan benih dan

Tabel 2. Pengaruh frekuensi aplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 terhadap tinggi tanaman dan jumlah anakan produktif tanaman padi varietas Ciherang. Rumah kaca, BB Biogen, Bogor.

Frekuensi aplikasi	Jumlah anakan produktif per rumpun 60 HST
Tanpa aplikasi	21,1b
Aplikasi setiap 1 minggu	24,1ab
Aplikasi setiap 2 minggu	25,3a
Aplikasi setiap 3 minggu	25,0a
Aplikasi setiap 4 minggu	25,4a

Formulasi awal = 10^8 cfu/ml, volume semprot = 15 ml/tanaman. Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf nyata 5%.



Gambar 2. Interaksi perlakuan benih dan konsentrasi formulasi spora *B. subtilis* B12 terhadap perkembangan penyakit (ADKPP) HDB. Rumah kaca, BB Biogen, Bogor.

tp = tanpa perlakuan benih; p = dengan perlakuan benih 0-5%. Angka-angka di atas bar yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf nyata 5%.

Tabel 3. Pengaruh frekuensi aplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 terhadap perkembangan penyakit HDB pada varietas Ciherang. Rumah kaca, BB Biogen, Bogor.

Frekuensi aplikasi	Area di bawah kurva perkembangan penyakit HDB
Tanpa aplikasi	11,8a
Aplikasi setiap 1 minggu	10,9b
Aplikasi setiap 2 minggu	10,8b
Aplikasi setiap 3 minggu	10,7b
Aplikasi setiap 4 minggu	10,7b

Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf nyata 5%.

penyemprotan formulasi spora *B. subtilis* B12 pada konsentrasi 1%, 2%, dan 5% berinteraksi positif dalam menekan perkembangan penyakit HDB (Gambar 2).

Bobot kering gabah dipengaruhi oleh interaksi antara perlakuan benih dan konsentrasi formulasi spora *B. subtilis* B12. Bobot kering gabah pada interaksi kedua komponen tersebut lebih besar dibanding tanaman tanpa perlakuan benih dan tanpa aplikasi formulasi spora. Penyemprotan formulasi spora *B. subtilis* B12 pada konsentrasi 2% menghasilkan bobot kering gabah yang lebih besar dibanding kombinasi lainnya (Gambar 3). Frekuensi aplikasi spora berpengaruh nyata terhadap bobot kering gabah. Penyemprotan formulasi spora *B. subtilis* B12 dengan interval 2 minggu sekali menghasilkan bobot kering gabah lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya (Tabel 4).

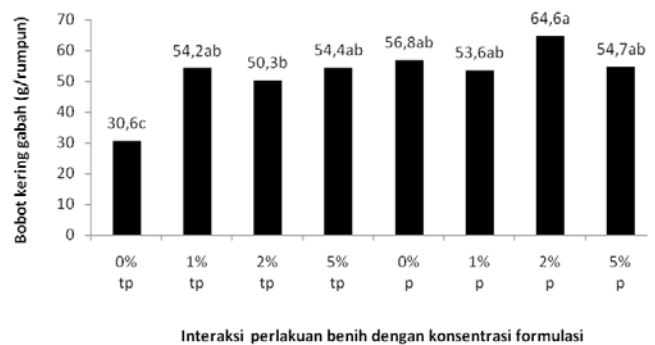
Formulasi Spora *B. subtilis* di Lapangan

Aplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 memberikan respon positif terhadap jumlah anakan produktif ketiga varietas padi yang digunakan (Tabel 5). Jumlah anakan varietas Cisantana, Ciherang, dan Sintanur yang diaplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 masing-masing 21,1; 21,6; dan 21,7 batang/rumpun, sementara pada kontrol (tanpa aplikasi) masing-masing hanya 13,6; 13,4; dan 14,1 batang/rumpun. Pengaruh aplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 juga terlihat pada gabah kering panen ketiga varietas dibandingkan dengan kontrol (tanpa aplikasi). Peningkatan gabah kering panen varietas Cisantana, Ciherang, dan Sintanur yang diaplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 masing-masing 37,5%; 50,5%; dan 34,4%. Pada perlakuan aplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 setiap 1, 2, dan 4 minggu memberikan respon positif terhadap jumlah anakan produktif, masing-masing 20,8, 21,5, dan 22,1 batang/rumpun, sementara pada kontrol hanya 13,7 batang/rumpun. Frekuensi aplikasi formulasi spora juga berpengaruh terhadap gabah kering panen. Hasil

Tabel 4. Pengaruh frekuensi aplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 terhadap bobot kering gabah. Rumah kaca, BB Biogen, Bogor.

Frekuensi aplikasi	Bobot kering gabah (g/rumpun)
Tanpa aplikasi	45,6b
Aplikasi setiap 1 minggu	54,4a
Aplikasi setiap 2 minggu	56,0a
Aplikasi setiap 3 minggu	54,1a
Aplikasi setiap 4 minggu	52,2ab

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf nyata 5%.

Gambar 3. Interaksi perlakuan benih dan konsentrasi formulasi spora *B. subtilis* B12 terhadap bobot kering gabah. Rumah kaca, BB Biogen, Bogor.

tp = tanpa perlakuan benih; p = dengan perlakuan benih 0-5%. Angka-angka di atas bar yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf nyata 5%.

pengujian menunjukkan tanaman padi yang aplikasi spora *B. subtilis* B12 setiap 1, 2, dan 4 minggu sekali menghasilkan gabah kering panen yang lebih tinggi dibanding kontrol (tanpa aplikasi), masing-masing 14,8%; 55,6%; dan 14,8%.

Pengaruh aplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 dalam menekan penyakit HDB terlihat dari nilai area di bawah kurva perkembangan penyakit (ADKPP). Penekanan penyakit semakin baik bila nilai ADKPP semakin kecil. Aplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 menyebabkan nilai ADKPP pada semua varietas lebih kecil. Nilai ADKPP pada varietas Cisantana, Ciherang, dan Sintanur yang diaplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 masing-masing 6,6; 5,9; dan 6,5 atau terjadi penekanan 10,8%; 19,2%; dan 9,7%, dibandingkan dengan kontrol (tanpa aplikasi) (Tabel 6). Hal ini menunjukkan aplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 berpengaruh positif dalam mengendalikan penyakit HDB pada ketiga varietas padi. Pada perlakuan frekuensi aplikasi, penyemprotan setiap

Tabel 5. Pengaruh aplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 terhadap jumlah anakan produktif dan hasil gabah varietas Ciherang di lapang.

Perlakuan	Jumlah anakan produktif per rumpun 60 HST	Gabah kering panen	
		(kg/25 rumpun)	% peningkatan
Varietas			
Cisantana (TA)	13,6b	0,24c	0,0
Ciherang (TA)	13,4b	0,26c	0,0
Sintanur (TA)	14,1b	0,32bc	0,0
Cisantana (A)	21,1a	0,33abc	37,5
Ciherang (A)	21,6a	0,39ab	50,0
Sintanur (A)	21,7a	0,43a	34,4
Frekuensi aplikasi			
Tanpa aplikasi	13,7c	0,27b	0,0
Aplikasi per 1 minggu	20,8b	0,43a	14,8
Aplikasi per 2 minggu	21,5ab	0,42a	55,6
Aplikasi per 4 minggu	22,1a	0,31b	14,8

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji beda nyata Duncan pada taraf nyata 5%; TA = tanpa diaplikasi (semprot); A = diaplikasi (semprot)

1, 2, dan 4 minggu sekali mampu menekan perkembangan penyakit HDB. Hal ini ditunjukkan oleh nilai ADKPP yang lebih rendah. Nilai ADKPP pada tanaman padi yang aplikasi setiap 1, 2, dan 4 minggu masing-masing 6,0; 6,4; dan 6,6 atau terjadi penekanan 21,7%; 14,1%; dan 10,6% dibandingkan dengan kontrol (tanpa aplikasi). Hasil pengujian menunjukkan aplikasi yang dilakukan setiap 1 minggu sekali memberikan hasil yang lebih baik dalam mengendalikan penyakit HDB.

Pertumbuhan tanaman secara alami dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh yang terdapat pada jaringan tanaman yang berfungsi mengatur proses fisiologi tanaman seperti pembesaran sel, diferensiasi jaringan, respon terhadap cahaya dan gravitasi (Teale *et al.* 2006). Selain diproduksi oleh tanaman, zat pengatur tumbuh juga diproduksi oleh beberapa bakteri penghuni tanah, seperti *B. subtilis* yang menghasilkan senyawa indole-3-acetic acid (IAA) (Swain *et al.* 2006). Dalam penelitian ini, aplikasi formulasi spora *B. subtilis* secara umum mampu meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Hal ini diduga karena *B. subtilis* yang diaplikasikan dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh yang mampu memicu pertumbuhan tanaman.

Aplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 melalui perlakuan benih nyata meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi sejak fase pembibitan (vegetatif) hingga fase generatif. Meningkatnya pertumbuhan tanaman tidak terlepas dari interaksi yang saling menguntungkan antara *B. subtilis* B12 dengan tanaman. *B. subtilis* B12 mengkoloni perakaran karena

Tabel 6. Pengaruh aplikasi formulasi spora *B. Subtilis* B12 terhadap perkembangan penyakit HDB di lapang.

Perlakuan	Area di bawah kurva perkembangan penyakit HDB	% penekanan penyakit
Varietas		
Cisantana (TA)	7,4a	0,0
Ciherang (TA)	7,3ab	0,0
Sintanur (TA)	7,2ab	0,0
Cisantana (A)	6,6abc	10,8
Ciherang (A)	5,9c	19,2
Sintanur (A)	6,5c	9,7
Frekuensi aplikasi		
Tanpa aplikasi	7,3a	0,0
Aplikasi setiap 1 minggu	6,0c	21,7
Aplikasi setiap 2 minggu	6,4bc	14,1
Aplikasi setiap 4 minggu	6,6b	10,6

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf nyata 5%.

TA = tanpa diaplikasi (semprot); A = diaplikasi (semprot).

memerlukan senyawa metabolit yang dihasilkan tanaman sebagai nutrisinya. Setelah terakumulasi pada perakaran tanaman, bakteri tersebut akan menghasilkan zat pengatur tumbuh, yang mampu menginduksi perakaran tanaman untuk tumbuh dengan baik. Dengan perakaran yang baik maka daya tembus dan daya serap akar terhadap nutrisi akan menjadi lebih baik. Kemampuan ini diduga penyebab postur tanaman, jumlah anakan produktif, dan hasil padi lebih tinggi.

Kemampuan *B. subtilis* B12 dalam meningkatkan tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, dan hasil panen melalui perlakuan benih sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya, dimana *B. subtilis* yang digunakan dalam perlakuan benih mampu memperbaiki sistem perakaran (Kilian *et al.* 2000). Selain itu, pencelupan akar pada suspensi *B. subtilis* dapat meningkatkan panjang akar dan pucuk serta bobot basah dan bobot kering tanaman (Swain *et al.* 2006). Vasudevan *et al.* (2002) melaporkan bahwa aplikasi *B. subtilis* pada media pembibitan padi varietas IR24, IP50, dan Jyothi dengan perbandingan 1:40 (formulasi *B. subtilis*: media pembibitan) meningkatkan panjang akar, tunas, dan hasil panen dua kali lipat dibandingkan dengan kontrol.

Pertumbuhan tanaman juga dipengaruhi oleh kemampuan formulasi *B. subtilis* dalam mengendalikan penyakit HDB. Aplikasi formulasi spora *B. subtilis* melalui perlakuan benih dan penyemprotan tanaman pada berbagai konsentrasi dan frekuensi aplikasi mampu menekan penyakit HDB. Perlakuan benih merupakan

strategi awal yang perlu direkomendasikan dalam penggunaan formulasi spora *B. subtilis*, karena terbukti mampu menekan penyakit HDB dan memicu pertumbuhan tanaman. Kemampuan *B. subtilis* dalam menekan perkembangan patogen melalui perlakuan benih disebabkan karena *B. subtilis* dapat bertahan, berasosiasi, dan terus berkembang pada perakaran tanaman, dan mampu berkompetisi dan menekan patogen (EPA 2003, Kilian *et al.* 2000). Aplikasi formulasi *B. subtilis* B12 melalui perlakuan benih diduga mampu menginduksi ketahanan tanaman padi terhadap HDB. Kemampuan *B. subtilis* dalam menginduksi ketahanan tanaman terhadap penyakit telah diteliti oleh Ongena *et al.* (2007).

Kondisi lingkungan biotik dan abiotik selalu berubah-ubah, sehingga mempengaruhi perkembangan penyakit di lapang. Pada fase pertumbuhan tertentu, penularan penyakit relatif tidak tinggi, namun pada fase berikutnya bisa jadi lebih tinggi. Oleh karena itu, pengendalian penyakit tidak cukup dilakukan melalui perlakuan benih, tetapi perlu dilakukan aplikasi melalui penyemprotan. Aplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 mampu menekan penyakit HDB karena *B. subtilis* B12 yang digunakan dalam penelitian ini diduga menghasilkan senyawa antibiotik. Lin *et al.* (2001) juga melaporkan bahwa antibakteri yang dihasilkan *B. subtilis* bersifat antagonistik terhadap *Xoo*.

Pengendalian HDB akan efektif jika konsentrasi dan waktu aplikasi dilakukan secara tepat. Selain efektif, ketepatan konsentrasi dan waktu aplikasi juga dapat menghemat waktu, biaya, dan tenaga. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa keefektifan formulasi spora *B. subtilis* B12 tidak bergantung pada tingginya konsentrasi formulasi dan jarak aplikasi yang rapat. Dilihat dari peningkatan bobot kering gabah dan kemampuan dalam menekan penyakit HDB, konsentrasi 2% aplikasi formulasi spora *B. Subtilis* B12 cenderung lebih baik. Sementara aplikasi setiap 1, 2, 3, dan 4 minggu sekali tidak berbeda dalam meningkatkan hasil dan menekan penyakit HDB di rumah kaca. Di lapang, aplikasi formulasi spora *B. subtilis* B12 mampu menekan penyakit HDB, sehingga berpengaruh positif terhadap jumlah anakan dan gabah kering panen padi varietas Cisantana, Ciherang, dan Sintanur. Aplikasi setiap 1, 2, dan 4 minggu sekali juga mampu menekan penyakit HDB dan meningkatkan hasil panen. Aplikasi setiap 1 dan 2 minggu sekali lebih baik dibanding 4 minggu sekali. Aplikasi setiap 2 minggu sekali lebih ideal digunakan sebagai interval aplikasi anjuran formulasi spora *B. subtilis* B12.

Konsentrasi dan waktu aplikasi formulasi yang berlebihan, selain tidak efisien, dikhawatirkan dapat memberikan efek yang berlawanan terhadap pertumbuhan tanaman dan perkembangan bakteri.

Konsentrasi formulasi yang tinggi dan jarak aplikasi yang rapat mengakibatkan populasi bakteri yang diaplikasikan semakin banyak, sehingga terjadi persaingan di antara individu bakteri dan meningkatnya zat pengatur tumbuh. Penggunaan bakteri dalam jumlah yang padat, konsentrasi IAA yang diproduksi semakin tinggi, sehingga menghambat pemanjangan pucuk dan akar tanaman (Hansen dan Grossmann 2000). Selain itu, penyemprotan formulasi dengan bahan pembawa tepung yang berlebihan dikhawatirkan akan menutup permukaan tanaman, sehingga proses fotosintesis terganggu.

KESIMPULAN

1. Penyemprotan tanaman padi dengan formulasi spora *B. subtilis* B12 dapat menekan perkembangan penyakit HDB hingga 21,7% dan berpotensi meningkatkan hasil panen varietas Ciherang hingga 55,6%.
2. Pada pengujian di rumah kaca, perlakuan terbaik adalah konsentrasi formulasi 2% dengan interval aplikasi dua minggu sekali.
3. Pada pengujian di lapangan, aplikasi formulasi dengan interval satu dan dua minggu memberikan hasil terbaik terhadap penekanan penyakit HDB dan hasil panen padi varietas Ciherang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat, Institut Pertanian Bogor, yang telah memberikan dana penelitian ini melalui Program Kerja Sama Kemitraan Penelitian Pertanian dengan Perguruan Tinggi (KKP3T).

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 2005. Plant pathology, 5th edn, Elsevier Academic Press, Burlington, Mass. 922p.
- [BBPOPT] Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan. 2007. Efektivitas bakteri antagonis *Corynebacterium* terhadap HDB/kresek. www.bbpoptjatisari.com. Akses 21 Oktober 2010.
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 2005. Evaluasi kerusakan tanaman padi akibat serangan organisme pengganggu tanaman tahun 2004, tahun 2003, dan rerata lima tahun (1988-2002). Direktorat Jendral Bina Produksi Tanaman Pangan. Jakarta.

- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 2003. *Bacillus subtilis* GBO3 (129068). <http://www.epa.gov>. Akses 10 Nopember 2009.
- Habazar, T. dan F. Rivai. 2004. Bakteri patogenik tumbuhan. Andalas University Press: Padang.
- Hansen, H. and K. Grossmann. 2000. Auxin-induced ethylene triggers abscisic acid biosynthesis and growth inhibition. *Plant Physiology* 124: 1437-1448.
- Hanudin, W. Nuryani, E. Silvia, dan B. Marwoto. 2011. Biopestisida organik berbahan aktif *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* untuk mengendalikan penyakit layu *Fusarium* pada Anyelir. *J. Hort.* 21(2):152-163.
- Ilyas. 2006. Seed treatments using matricconditioning to improve vegetable seed quality. *Bul. Agron.* 34(2): 124-132.
- IRRI. 2008. Bacterial leaf blight. (<http://www.Knowledgebank.irri.org/RiceDoctor/fact-Sheets/Diseases>).
- Katherine, L., Reynold, and Barry, M.C. 1997. Components of partial host resistance and eoidemic progress. In: Leonard, J.P., Deborah, AN (editor). *Exercises in plant diseases epidemiology*. APS Press, St. Paul,. Minnesota. pp 111-114.
- Kilian, U., B. Steiner, H. Krebs, G. Junge, Schmiedeknecht, and R. Hain. 2000. FZB24 *Bacillus subtilis* – mode of action of a microbial agent enhancing plant vitality. *PflSchutz-Nachr, Bayer* 111: 583-597.
- Lin, D., L.J. Qu, H. Gu, and Z. Chen. 2001. A 3.1-kb genomic fragment of *Bacillus subtilis* encodes the protein inhibiting growth of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *J. Appl. Microbiol.* 91: 1044-1050.
- Nakkeeran, S., W.G.G. Fernando, and A.S. Zaki. 2006. Plant growth promoting rhizobacteria formulation and its scope in commercialization for the management of pest and diseases. Editor ZA Siddiqui. *PGPR: Biocontrol and biofertilization*, Netherlands: Springer, p.257-296.
- Nino-Liu, D.O., P.C. Ronald, and A.J. Bogdanove. 2006. *Xanthomonas oryzae* pathovars: model pathogens of a model crop. *Molecular Plant Pathology* 7: 303-324.
- Ongena, M., E. Jourdan, A. Adam, M. Paquot, A. Brans, B. Joris, J.L. Arpigny, and P. Thonart. 2007. Surfactin and fengycin lipopeptides of *Bacillus subtilis* as elicitors of induced systemic resistance in plants. *Environ. Microbiol.* 9:1084-1090.
- Schwartz, H. and D.H. Gent. 2007. *Xanthomonas* leaf blight of onion. *Gardening Series*. No. 2. p951.
- Sulistiani. 2009. Formulasi spora *Bacillus subtilis* sebagai agens hayati dan PGPR (*plant growth promoting rhizobacteria*). Skripsi. Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Suparyono, Sudir, dan Suprihanto. 2003. Komposisi patotipe patogen hawar daun bakteri pada tanaman padi stadium tumbuh berbeda. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan.* 22(1):45-50.
- Suparyono, Sudir, and Suprihanto. 2004. Pathotype profile of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* isolate from the rice ecosystem in Java. *Indonesian J. Agric. Sci.*, 5: 63-69.
- Swain, M.R., S.K. Naskar, and R.C. Ray. 2006. Indole-3-acetic acid production and effect on sprouting of yam (*Dioscorea rotundata* L.) minisettis by *Bacillus subtilis* isolated from culturable cowdung microflora. *Polish J. Microbio.* 56(2): 103-110.
- Szczecz, M. and M. Shoda. 2006. The effect of mode of application of *Bacillus subtilis* RB14-C on its efficacy as a biocontrol agents against *Rhizoctonia solani*. *J. Phytopathol.* 154: 370-377.
- Teale, W.D., I.A. Paponov, and K. Palme. 2006. Auxin in action: signalling, transport and the control of plant growth and development. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 7: 847-859.
- Vasudevan, P., S. Kavitha, V.B. Priyadarisini, L. Babujee, and S.S. Gnanamanickam. 2002. Biological control of rice diseases, pp. 11-32. In S.S. Gnanamanickam (Eds.). *Biological Control of Crop Diseases*. Marcel Dekker, New York.
- Yan, L., T. Jing, Y. Yujun, L. Bin, L. Hui, and L. Chun. 2011. Biocontrol efficiency of *Bacillus subtilis* SL-13 and characterization of an antifungal chitinase. *Chinese Journal of Chemical Engineering* 19(1) 128-134.