

Aplikasi Agens Hayati untuk Mengendalikan Hawar Daun Bakteri pada Produksi Benih Padi

Biological Agents Applications to Control Bacterial Leaf Blight in Rice Seed Production

Rahayu Nurkartika¹, Satriyas Ilyas^{2*}, dan Muhammad Mahmud³

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Benih, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

³Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian
Jl. Tentara Pelajar No. 3 A Bogor, Indonesia

Diterima 4 November 2016/Disetujui 31 Januari 2017

ABSTRACT

This experiment is a further development of several previous studies on the potential of *Bacillus subtilis* 5/B and *Pseudomonas diminuta* A6 (rhizobacteria), and *Aeromonas* sp. F112 (phyllobacteria) as biological agents. Research aimed to evaluate the application of biological agents to promote plant growth and to control bacterial leaf blight (BLB) disease in rice seed production. This research consisted of two experiments, the first was in the nursery while the second was in the field. The first experiment conducted in a completely randomized design with one factor (seed treatments) and three levels, i.e., control (untreated), matricconditioning + streptomycin sulphate 0.2% (BsM), biomatricconditioning + *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta* A6 (BM). The second experiment was conducted in a randomized complete block design with one factor (biological agent application methods) and nine levels, i.e., control (untreated), matricconditioning + streptomycin sulphate 0.2% (BsM), biomatricconditioning + *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta* A6 (BM), soaking of seedlings root with *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta* A6 (RA), foliar spraying with *Aeromonas* sp. F112 (SD), BM + RA, BM + SD, RA + SD, BM + RA + SD. The result showed that seed treatments significantly increased field emergence. Eventhough all treatments did not significantly affect plant growth, incidence and severity level of BLB disease, and yield components, biomatricconditioning showed a better improvement in yield components. The seeds produced from plants treated with the biological agents showed significantly higher vigor index than untreated and matricconditioning + streptomycin sulphate 0.2%.

Keywords: *Aeromonas* sp., *Bacillus subtilis*, biomatricconditioning, seed quality, *Pseudomonas diminuta*

ABSTRAK

Penelitian ini adalah pengembangan beberapa penelitian sebelumnya mengenai potensi *Bacillus subtilis* 5/B dan *Pseudomonas diminuta* A6 (rhizobacteria), dan *Aeromonas* sp. F112 (phyllobacteria) sebagai agens hayati. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas metode aplikasi agens hayati dalam memacu pertumbuhan tanaman, mengendalikan penyakit hawar daun bakteri (HDB), dan meningkatkan produksi benih padi. Penelitian ini terdiri atas dua percobaan, percobaan pertama dilaksanakan di persemaian dan percobaan kedua di lapangan. Percobaan pertama dilaksanakan dengan rancangan acak lengkap satu faktor (perlakuan benih), terdiri atas tiga taraf yaitu kontrol (tanpa perlakuan), matricconditioning + streptomisin sulfat 0.2% (BsM), biomatricconditioning + *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta* A6 (BM). Percobaan kedua menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak satu faktor (metode aplikasi agens hayati), terdiri atas sembilan taraf yaitu kontrol (tanpa perlakuan), matricconditioning + streptomisin sulfat 0.2% (BsM), biomatricconditioning + *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta* A6 (BM), perendaman akar bibit dengan *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta* A6 (RA), penyemprotan daun dengan *Aeromonas* sp. F112 (SD), BM + RA, BM + SD, RA + SD, BM + RA + SD. Percobaan pertama menunjukkan perlakuan benih melalui matricconditioning + streptomisin sulfat 0.2% dan biomatricconditioning + *B. subtilis* 5/B dan *P. diminuta* A6 nyata meningkatkan daya tumbuh. Percobaan kedua menunjukkan semua perlakuan tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman, tingkat kejadian dan keparahan HDB, serta komponen hasil. Biomatricconditioning + *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta* A6 cukup efektif meningkatkan produksi gabah bernas dibandingkan perlakuan lain. Benih yang dihasilkan dari tanaman dengan aplikasi agens hayati menunjukkan peningkatan indeks vigor secara nyata dibandingkan dengan kontrol atau matricconditioning + streptomisin sulfat 0.2%.

Kata kunci: *Aeromonas* sp., *Bacillus subtilis*, biomatricconditioning, mutu benih, *Pseudomonas diminuta*

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: satriyas252@gmail.com

PENDAHULUAN

Penggunaan benih bermutu dalam kegiatan budidaya pertanian merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan peningkatan produksi. Ilyas (2012) menjelaskan bahwa benih bermutu tinggi dicirikan oleh tingkat kemurnian, daya berkecambah, dan vigor yang tinggi, serta bebas dari penyakit terbawa benih.

Hawar daun bakteri (HDB) merupakan salah satu penyakit utama pada tanaman padi yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Xoo). Gejala penyakit yang ditimbulkan pada fase bibit dinamakan kresak, ditandai dengan daun yang berwarna hijau keabu-abuan dan menggulung. Penyakit HDB pada tanaman dewasa ditandai dengan gejala hawar yang terlihat seperti akibat terendam air panas, berwarna kuning-jingga pada tepi daun, ujung daun, atau bagian daun yang mengalami kerusakan mekanis, kemudian meluas dan memanjang menuju pangkal daun. Perkembangan selanjutnya, bagian daun yang terinfeksi menjadi berwarna keabu-abuan disertai dengan titik-titik hitam yang menandakan tumbuhnya cendawan saprofit. Penyakit HDB dapat mengakibatkan kehilangan hasil sampai 70% (IRRI, 2009). Bakteri Xoo ditemukan dalam struktur endosperm dan sekam benih padi (Agarwal dan Sinclair, 1996). Penggunaan benih sehat perlu dilakukan dalam pengendalian penyakit HDB secara terpadu (Sudir *et al.*, 2012).

Aplikasi agens hayati merupakan salah satu alternatif yang dikembangkan dalam rangka peningkatan produksi. Bakteri agens hayati dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan mekanisme langsung atau tidak langsung melalui pengendalian penyakit. Mekanisme langsung terjadi melalui fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, serta produksi siderofor, fitohormon, dan *l-aminocyclopropane-l-carboxylate deaminase*, sedangkan mekanisme tidak langsung melalui produksi antibiotik, hidrogen sianida (HCN), dan siderofor, kompetisi ekologi *niche* (lingkungan tumbuh), dan induksi ketahanan sistemik (Choudhary dan Johri, 2009; Martinez-Viveros *et al.*, 2010; Glick, 2012; Ahemat dan Kibret, 2014).

Bakteri *Bacillus subtilis* 5/B, *Pseudomonas diminuta* A6, dan *Aeromonas* sp. F112 telah diteliti dalam rangka peningkatan pertumbuhan, produksi benih dan pengendalian penyakit HDB tanaman padi melalui *biomatriconditioning*, perendaman akar bibit, dan penyemprotan daun (Agustiansyah *et al.*, 2013a, 2013b; Lizansari, 2013; Zamzami *et al.*, 2014; Khodar *et al.*, 2016). Rangkaian penelitian yang telah dilakukan menghasilkan beberapa metode aplikasi yang potensial untuk dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas aplikasi agens hayati dalam memacu pertumbuhan tanaman, mengendalikan penyakit hawar daun bakteri (HDB), dan akhirnya meningkatkan produksi benih padi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2014 sampai Juni 2015 di Laboratorium Fisiologi dan Kesehatan Benih Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, Balai

Besar Padi Instalasi Kebun Percobaan Muara, Bogor, yang merupakan daerah endemik HDB, dan Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura, Depok.

Sumber Isolat dan Pembuatan Suspensi Bakteri

Bakteri yang digunakan adalah *B. subtilis* 5/B, *P. diminuta* A6, dan *Aeromonas* sp. F112 sebagai agens hayati dan bakteri Xoo sebagai patogen. Semua isolat bakteri tersebut merupakan koleksi Lab. Fisiologi dan Kesehatan Benih Dept. AGH IPB yang digunakan pada penelitian sebelumnya (Agustiansyah *et al.*, 2010, 2013a, 2013b; Lizansari, 2013; Zamzami *et al.*, 2014; Khodar *et al.*, 2016). Isolat Xoo sebagai patogen berasal dari daun tanaman terinfeksi yang diperoleh dari lingkungan tempat percobaan dilakukan. Isolat bakteri diuji kelayakannya sebelum dipergunakan. Hasil yang diperoleh adalah isolat Xoo dapat menyebabkan gejala HDB pada tanaman padi, sedangkan isolat agens hayati bersifat antagonis terhadap Xoo, tidak patogenik, dan memiliki kompatibilitas antar rhizobakteri (*B. subtilis* 5/B dan *P. diminuta* A6).

Bakteri diperbanyak pada media *nutrient agar* (untuk *B. subtilis* 5/B dan *Aeromonas* sp. F112), *King's B* (untuk *P. diminuta* A6) dan *yeast dextrose carbonate agar* (untuk Xoo). Suspensi agens hayati dibuat dengan cara melarutkan isolat bakteri berumur 48 jam dengan akuades steril hingga diperoleh kerapatan 10^8 - 10^9 cfu mL⁻¹.

Penyediaan Benih Sumber Terinfeksi Xoo

Benih padi yang digunakan adalah varietas IR64 kelas Benih Dasar, diperoleh dari BB Padi, Sukamandi. Daya berkecambah, indeks vigor, dan populasi Xoo terbawa benih awal masing-masing adalah 91%, 86%, dan 2.3×10^5 cfu g⁻¹. Inokulasi benih dalam penyediaan benih padi terinfeksi Xoo dilakukan menurut metode Agustiansyah *et al.* (2010) yang dalam penelitiannya dilaporkan mampu meningkatkan jumlah koloni Xoo pada benih padi. Inokulasi benih dilakukan dengan cara merendam benih dalam suspensi Xoo (10^8 - 10^9 cfu mL⁻¹) selama 24 jam pada suhu 25 °C lalu dikeringanginkan selama 12 jam pada kondisi ruangan laboratorium.

Aplikasi Agens Hayati untuk Memacu Pertumbuhan Tanaman di Persemaian

Rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor (perlakuan benih) digunakan untuk mengetahui pengaruh aplikasi agens hayati sampai pada fase bibit sebelum dipindah tanam. Benih sumber yang telah diinokulasi bakteri Xoo diberikan perlakuan. Percobaan terdiri atas tiga taraf, yaitu 1) kontrol (tanpa perlakuan), 2) *matriconditioning* + streptomisin sulfat 0.2% (BsM), dan 3) *biomatriconditioning* + *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta* A6 (BM). Percobaan terdiri atas empat ulangan, setiap unit percobaan menggunakan 100 butir benih.

Benih disemai pada lahan persemaian yang relatif homogen pada tanah terbuka, gembur, datar, dan tidak tergenang air. Pindah tanam bibit dilakukan pada umur 19

HSS (hari setelah semai). Pengamatan dilakukan terhadap daya tumbuh (14 HSS) serta tinggi bibit, panjang akar bibit dan bobot kering bibit saat pindah tanam (19 HSS). Data hasil pengamatan dianalisis ragam dengan taraf kepercayaan 95%, dan jika terdapat pengaruh perlakuan dilakukan uji lanjut secara DMRT (*Duncans Multiple Range Test*).

Aplikasi Agens Hayati untuk Memacu Pertumbuhan tanaman, Mengendalikan Hawar Daun Bakteri dan Meningkatkan Produksi Benih Padi

Rancangan kelompok lengkap teracak (RKL) satu faktor (metode aplikasi agens hayati) digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan agens hayati terhadap pertumbuhan tanaman setelah pindah tanam ke sawah, komponen produksi, sampai mutu benih hasil produksi. Percobaan terdiri atas sembilan taraf yaitu 1) kontrol, 2) *matriconditioning* + streptomisin sulfat 0.2% (BsM), 3) *biomatrixconditioning* + *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta* A6 (BM), 4) perendaman akar bibit dalam suspensi *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta* A6 (RA), 5) penyemprotan daun dengan suspensi *Aeromonas* sp. F112 (SD), 6) BM + RA, 7) BM + SD, 8) RA + SD, dan 9) BM + RA + SD. Percobaan terdiri atas 3 ulangan sebagai kelompok, setiap unit percobaan terdiri atas 30 rumpun.

Bibit ditanam pada unit percobaan di lahan sawah berukuran 6 m x 5 m dengan jarak tanam 25 cm x 25 cm, sebanyak dua bibit per lubang tanam. Pemeliharaan meliputi penyulaman pada 2 MSP (minggu setelah pindah tanam), penyiangan gulma, pengairan (mulai pindah tanam sampai 8 MSP secara berselang, fase berbunga sampai pengisian benih lahan diiri 2-5 cm, 2 minggu sebelum panen sampai panen lahan dikeringkan), pemupukan (150 kg TSP ha⁻¹ + 150 kg NPK Phonska ha⁻¹ pada 1 MSP, 150 kg NPK Phonska ha⁻¹ + 100 kg Urea ha⁻¹ pada 4 MSP, 100 kg Urea ha⁻¹ pada 8 MSP), dan pengendalian hama dengan pestisida (bahan aktif saponin dengan dosis 20 kg ha⁻¹ pada 1 MSP dan bahan aktif fipronil dengan dosis 500 mL ha⁻¹ pada 3, 6, dan 8 MSP). Panen dilakukan pada 15 MSP, hasil panen dijemur di bawah sinar matahari selama tiga hari mulai pukul 08.00 sampai 12.00 hingga diperoleh gabah kering giling.

Pengamatan dilakukan terhadap tinggi dan bobot kering tanaman (8 MSP), tingkat kejadian dan indeks keparahan penyakit HDB (12 MSP), bobot total gabah, bobot gabah bernas, persentase bobot gabah bernas, serta mutu benih hasil produksi meliputi bobot 1,000 butir, indeks vigor, daya berkecambah, dan populasi Xoo terbawa benih. Data hasil pengamatan dianalisis ragam dengan taraf kepercayaan 95%, dan jika terdapat pengaruh perlakuan dilakukan uji lanjut secara DMRT (*Duncans Multiple Range Test*).

Perlakuan Aplikasi Agens Hayati

Matriconditioning adalah pengendalian hidrasi benih melalui penggunaan *carrier* berupa media padat lembab dengan potensial matriks rendah (Khan *et al.*, 1992). *Matriconditioning* menggunakan arang sekam steril halus (lolos saringan 0.5 mm) sebagai media (*carrier*).

Biomatrixconditioning adalah *matriconditioning* yang diintegrasikan dengan agens hayati. Komposisi bahan untuk *matriconditioning* adalah benih : arang sekam : larutan pelembab yaitu 1 : 0.8 : 1.2 (g : g : mL) (Agustiansyah *et al.*, 2010). *Matriconditioning* + streptomisin sulfat 0.2% menggunakan larutan pelembab bakterisida berbahan aktif streptomisin sulfat dengan konsentrasi 0.2% dan inkubasi dilakukan selama 6 jam. *Biomatrixconditioning* + *B. subtilis* B/5 + *P. diminuta* A6 menggunakan larutan pelembab campuran suspensi *B. subtilis* 5/B dan *P. diminuta* A6 dengan perbandingan 1:1 kemudian diinkubasi selama 30 jam. Inkubasi dilakukan pada suhu 25 °C (Zamzami *et al.*, 2014).

Perendaman akar bibit dilakukan pada bibit padi berumur 19 HSS. Bibit dicabut dari persemaian kemudian akar bibit direndam dalam campuran suspensi *B. subtilis* 5/B dan *P. diminuta* A6 dengan perbandingan 1:1. Perendaman akar bibit dilakukan selama 60 menit sebelum dipindah tanam ke sawah (Lizansari, 2013).

Penyemprotan daun dilakukan saat tanaman berumur 60 HSS dan 80 HSS. Penyemprotan menggunakan suspensi bakteri *Aeromonas* sp. F112 dengan dosis 300 L ha⁻¹ (Khodar *et al.*, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi Agens Hayati untuk Memacu Pertumbuhan Tanaman di Persemaian

Matriconditioning + streptomisin sulfat 0.2% dan *biomatrixconditioning* + *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta* A6 (selanjutnya disebut *biomatrixconditioning*) meningkatkan daya tumbuh benih, namun tidak meningkatkan tinggi, panjang akar dan bobot kering benih dibandingkan kontrol (Tabel 1).

Peningkatan daya tumbuh di persemaian mengindikasikan peningkatan vigor benih, yaitu kemampuan benih untuk berkecambah dan tumbuh normal pada kondisi sub optimum. Hidrasi secara terkendali membuat benih lebih siap untuk berkecambah. *Matriconditioning* yang diintegrasikan dengan hormon, pestisida, biopestisida atau mikroba bermanfaat meningkatkan perkecambahan, mengurangi patogen terbawa benih, meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman (Ilyas, 2006). Peningkatan daya tumbuh dan performa bibit padi melalui aplikasi *matriconditioning* dengan penambahan bakterisida streptomisin sulfat 0.2% atau agens hayati *B. subtilis* 5/B dan *P. diminuta* A6 telah dilaporkan (Agustiansyah *et al.*, 2013b; Lizansari, 2013; Zamzami *et al.*, 2014; Khodar *et al.*, 2016).

Menurut Agustiansyah *et al.* (2013a), *B. subtilis* 5/B dan *P. diminuta* A6 merupakan rhizobakteri yang memproduksi fitohormon *Indole acetic acid* (IAA), melarutkan fosfat dan menghasilkan siderofor, *P. diminuta* A6 juga menghasilkan HCN yang bersifat anti mikroba. Kemampuan agens hayati pada penelitian ini untuk menghasilkan fitohormon, menambah nutrisi P tersedia di area rhizosfer, serta mengendalikan infeksi Xoo pada

Tabel 1. Daya tumbuh benih 14 HSS dan pertumbuhan bibit padi saat pindah tanam 19 HSS

Perlakuan	Daya tumbuh (%)	Tinggi bibit (cm)	Panjang akar (cm)	Bobot kering (g)
Kontrol	88b	22.60	7.33	0.14
BsM	96a	20.73	8.49	0.13
BM	95a	21.80	8.95	0.14
Koefisien keragaman (%)	2.6	7.47	14.58	19.50

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT pada $\alpha = 5\%$. HSS = hari setelah semai. BsM = *matricconditioning* + streptomisin sulfat 0.2%, BM = *biomatricconditioning* + *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta* A6. Percobaan terdiri dari 4 kelompok. Pengamatan daya tumbuh berdasarkan 100 butir, sedangkan tinggi, panjang akar dan bobot kering tanaman merupakan rata-rata dari 5 bibit pada setiap unit percobaan

benih mampu membuat benih tumbuh lebih cepat dan kuat sehingga lebih mampu bertahan hingga fase bibit di lahan persemaian.

Aplikasi Agens Hayati untuk Memacu Pertumbuhan Tanaman Padi serta Mengendalikan HDB di Lapangan

Menurut Ahemad dan Kibret (2014), IAA mempengaruhi pembelahan, pemanjangan, dan diferensiasi sel tanaman, menstimulasi perkecambahan benih, meningkatkan perkembangan xilem dan akar, menginisiasi pembentukan akar lateral dan adventif, mediator respon terhadap cahaya, mempengaruhi fotosintesis, pembentukan beragam metabolit, serta resistansi terhadap kondisi stres. Pemanfaatan IAA *B. subtilis* 5/B, *P. diminuta* A6, dan *Aeromonas* sp. F112 diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan tajuk tanaman. Namun aplikasi ketiga agens

hayati tersebut dalam penelitian ini kurang efektif karena semua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi dan bobot kering tanaman (Tabel 2). Kondisi lapangan dengan pemupukan, pencahayaan dan pengairan yang memadai diduga memberi pengaruh lebih besar terhadap pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan aktivitas agens hayati yang diaplikasikan.

Pengendalian patogen merupakan salah satu mekanisme agens hayati untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Singh *et al.*, 2011; Ahemad dan Kibret, 2014; Kerkeni *et al.*, 2008). Pengujian pada media agar di laboratorium menunjukkan bahwa *B. subtilis* 5/B, *P. diminuta* A6 dan *Aeromonas* sp. F112 dapat menghambat pertumbuhan Xoo (Agustiansyah, 2013a; Zamzami *et al.*, 2014). Namun, aplikasi *B. subtilis* 5/B, *P. diminuta* A6 dan *Aeromonas* sp. F112 sebagai agens hayati di lapangan tidak nyata menurunkan tingkat kejadian dan indeks keparahan

Tabel 2. Pengaruh aplikasi agens hayati terhadap pertumbuhan tanaman padi 8 MSP serta kejadian dan keparahan penyakit hawar daun bakteri 12 MSP

Perlakuan agens hayati	Tinggi tanaman (cm)	Bobot kering tanaman (g per rumpun)	Kejadian penyakit (%)	Indeks keparahan penyakit (%)
Kontrol	76.6	22.3	100	31.1
BsM	77.1	26.4	100	24.7
BM	77.3	31.6	100	27.9
RA	75.6	24.2	100	21.0
SD	77.0	35.6	100	26.2
BM + RA	77.1	23.6	100	27.7
BM + SD	78.8	35.1	100	27.9
RA + SD	76.2	27.7	100	26.7
BM + RA + SD	80.3	30.5	100	24.0
Koefisien keragaman (%)	4.7	28.6	0	17.1

Keterangan: MSP = minggu setelah pindah tanam, BsM = *matricconditioning* + bakterisida streptomisin sulfat 0.2%, BM = *biomatricconditioning* + *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta*, RA = perendaman akar bibit sebelum pindah tanam dengan *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta*, SD = penyemprotan daun di lapangan dengan *Aeromonas* sp. F112. Percobaan dilaksanakan dengan 3 kelompok. Tinggi tanaman, kejadian dan keparahan penyakit berdasarkan pengamatan 30 rumpun contoh per unit percobaan (1 rumpun = 2 tanaman), bobot tanaman berdasarkan 5 rumpun per unit percobaan. Kejadian penyakit = $n / N \times 100\%$, n = jumlah tanaman yang terserang dan N = jumlah tanaman yang diamati. Indeks keparahan penyakit = $(\sum n \times v) / (N \times Z) \times 100\%$, dimana n = jumlah tanaman dari tiap kategori serangan, v = kategori serangan, N = jumlah tanaman yang diamati, Z = nilai kategori tertinggi, kategori serangan = 0: tidak ada serangan, 1: skala kerusakan 1-5%, 3: 6-12%, 5: 13-25%, 7: 26-50%, 9: > 50%

penyakit HDB (Tabel 2). Kondisi cuaca dengan curah hujan, jumlah hari hujan, dan kelembapan udara yang tinggi di lapangan selama penelitian sangat mendukung perkembangan Xoo (Tabel 3). Aktivitas agens hayati yang diaplikasikan tidak cukup optimal untuk mengendalikan Xoo sehingga penyakit HDB meluas.

Komponen produksi bobot total gabah dan bobot gabah bernas dengan kadar air gabah 13.8% (gabah kering giling) tidak berbeda nyata pada semua perlakuan (Tabel 4). Produksi gabah bernas setara dengan produksi benih. Pengisian benih padi dipengaruhi oleh tingkat keparahan penyakit HDB (Rajarajeswari dan Muralidharan, 2006), dan apabila penularan terjadi pada saat tanaman berbunga maka gabah tidak terisi penuh bahkan hampa (Sudir *et al.*,

2012). *Biomatrixconditioning* meningkatkan produksi gabah bernas paling tinggi terhadap kontrol (17.8%). Pemanfaatan rhizobakteri *Bacillus* dan *Pseudomonas* sebagai agens hayati telah dikenal dapat meningkatkan produksi karena mampu meningkatkan nutrisi tersedia dalam tanah serta mengendalikan penyakit tanaman (Egamberdiyeva, 2007; Khan *et al.*, 2009; Zhang *et al.*, 2010).

Semua perlakuan agens hayati tidak nyata meningkatkan bobot 1,000 butir dan daya berkecambah benih, namun nyata meningkatkan indeks vigor benih hasil produksi dibandingkan kontrol atau *matrixconditioning* + streptomisin sulfat 0.2% (Tabel 5). Vigor benih dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya saat masih berada di tanaman induk (Ilyas, 2012). Indeks vigor benih

Tabel 3. Rata-rata suhu harian, kelembapan udara relatif, curah hujan, dan jumlah hari hujan di Kebun Percobaan Muara Balai Besar Padi, Bogor, periode November 2014-Maret 2015^a

Parameter	Bulan				
	November 2014	Desember 2014	Januari 2015	Februari 2015	Maret 2015
Suhu (°C)					
Pukul 07.00	24.1	24.2	23.3	22.9	23.2
Pukul 13.00	31.5	30.4	28.6	28.3	29.8
Pukul 18.00	25.5	26.4	25.9	25.9	26.2
Rata-rata	26.3	26.3	25.2	25.0	25.6
Minimal	22.9	23.5	22.8	22.0	22.3
Maksimal	32.6	31.6	30.2	29.8	31.4
Jumlah hari hujan	25.0	20.0	30.0	26.0	28.0
Curah hujan (mm)	698.0	161.0	361.0	411.0	494.0
Kelembapan relatif (%)	83.0	82.0	87.0	85.0	85.0

^aSumber: BMKG Stasiun Klimatologi Darmaga, Bogor

Tabel 4. Pengaruh aplikasi agens hayati terhadap komponen produksi tanaman padi

Perlakuan	Bobot total gabah (g per rumpun)	Bobot gabah bernas (g per rumpun)	Persentase bobot gabah bernas (%)	Peningkatan gabah bernas terhadap kontrol (%) ¹⁾
Kontrol	33.9	30.1	88.6abc	0.0
BsM	36.6	31.5	85.9c	4.9
BM	38.9	35.4	91.1a	17.8
RA	35.0	30.4	86.7bc	1.1
SD	35.0	31.7	90.3a	5.4
BM + RA	34.2	30.2	88.2abc	0.3
BM + SD	37.7	33.1	87.9abc	10.1
RA + SD	35.6	32.0	90.0a	6.6
BM + RA + SD	38.5	34.3	89.2ab	14.2
Koefisien keragaman (%)	11.5	12.1	1.87	

Keterangan: BsM = *matrixconditioning* + bakterisida streptomisin sulfat 0.2%, BM = *biomatrixconditioning* + *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta*, RA = perendaman akar bibit sebelum pindah tanam dengan *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta*, SD = penyemprotan daun di lapangan dengan *Aeromonas* sp. F112. Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT pada $\alpha = 5\%$. Peningkatan gabah bernas terhadap kontrol = (produksi gabah bernas perlakuan-produksi gabah bernas kontrol)/produksi gabah bernas kontrol x 100%. ¹⁾ = tidak dilakukan uji F

Tabel 5. Pengaruh aplikasi agens hayati terhadap mutu benih padi hasil produksi di lapangan

Perlakuan	Bobot 1,000 butir (g)	Indeks vigor (%)	Daya berkecambah (%)	Populasi Xoo terbawa benih (<i>cfu g</i> ⁻¹)
Kontrol	28.8	72.7b	84.3	4.6 x 10 ⁶
BsM	28.9	75.7b	84.3	1.9 x 10 ⁶
BM	29.5	81.7a	87.7	2.3 x 10 ⁶
RA	29.0	81.0a	87.0	1.5 x 10 ⁶
SD	29.3	80.7a	86.7	1.5 x 10 ⁶
BM + RA	29.1	81.7a	85.3	1.8 x 10 ⁶
BM + SD	29.0	81.7a	90.7	2.1 x 10 ⁶
RA + SD	28.9	82.0a	88.7	2.2 x 10 ⁶
BM + RA + SD	29.5	84.0a	89.7	2.0 x 10 ⁶
Koefisien keragaman (%)	1.8	3.5	3.5	3.42 ²⁾

Keterangan: BsM = *matricconditioning* + bakterisida streptomisin sulfat 0.2%, BM = *biomatricconditioning* + *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta*, RA = perendaman akar bibit sebelum pindah tanam dengan *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta*, SD = penyemprotan daun di lapangan dengan *Aeromonas* sp. F112. Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT pada $\alpha = 5\%$. Benih merupakan campuran gabah bernas dari 30 rumpun contoh pada masing-masing unit percobaan. Analisis bobot 1,000 butir berdasarkan 8 x 100 butir, indeks vigor dan daya berkecambah berdasarkan 4 x 100 butir, dan Xoo terbawa benih 10 g benih per unit percobaan. ²⁾ = hasil transformasi log x

menunjukkan kemampuan benih untuk tumbuh lebih cepat. Menurut Marcos-Filho (2015), kemampuan benih untuk berkecambah dengan cepat merupakan informasi vigor benih yang dapat diketahui lebih awal dan merupakan indikator penting kualitas fisiologi benih yang lebih sensitif dibandingkan daya berkecambah. Penelitian Santorum *et al.* (2013) dan Bajpai *et al.* (2015) pada benih kedelai dan kacang tanah menunjukkan bahwa indeks vigor memiliki korelasi yang tinggi dengan daya tumbuh di lapangan. Perlakuan agens hayati *B. subtilis* 5/B, *P. diminuta* A6 dan *Aeromonas* sp. F112 dalam proses produksi di lapangan diduga dapat meningkatkan vigor benih hasil produksi.

Populasi Xoo terbawa benih pada perlakuan kontrol, *matricconditioning* + bakterisida, serta semua metode aplikasi agens hayati tidak berbeda nyata (Tabel 5). Hal ini disebabkan karena tingkat kejadian dan keparahan penyakit HDB tanaman tidak berbeda nyata pada semua perlakuan karena Xoo dapat menginfeksi benih secara sistemik (Agarwal dan Sinclair, 1996). Bakteri Xoo ditemukan pada benih yang dipanen dari tanaman padi terserang HDB (Zamzami *et al.*, 2014).

Keberhasilan aplikasi agens hayati di lapangan dibatasi oleh faktor ekologi yang mempengaruhi kemampuan bertahan dan aktivitas agens hayati tersebut. Permasalahan umum penelitian PGPR (*plant growth promoting rhizobacteria*) adalah kesulitan dalam memonitor kerapatan sel bakteri yang diintroduksi untuk mengkonfirmasi efektivitas inokulasi yang dilakukan (Martinez-Viveros *et al.*, 2010; Saini *et al.*, 2015). Sementara itu, paparan sinar ultra violet dan dinamika tingkat kelembaban area filofosfer merupakan permasalahan aplikasi agens hayati melalui daun (Efri *et al.*, 2009). Menurut Cummings (2009)

serta Ahemad dan Kibret (2014), aplikasi agens hayati di lapangan seringkali memberikan hasil yang tidak konsisten dibandingkan pengujian skala laboratorium atau rumah kaca. Hal ini disebabkan karena lingkungan biotik dan abiotik sangat berpengaruh terhadap aktivitas agens hayati. Penelitian di lapangan adalah tahap yang harus dilakukan untuk menguji efektivitas agens hayati pada kondisi lingkungan sebenarnya.

KESIMPULAN

Biomatricconditioning + *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta* A6 memberikan hasil yang setara dengan *matricconditioning* + streptomisin sulfat 0.2% dan efektif meningkatkan daya tumbuh benih. Aplikasi *biomatricconditioning* + *B. subtilis* 5/B + *P. diminuta* A6 memberikan peningkatan produksi benih paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Semua metode aplikasi agens hayati belum mampu memacu pertumbuhan tanaman, mengendalikan hawar daun bakteri dan meningkatkan produksi benih secara optimal, namun meningkatkan indeks vigor benih hasil produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, V.K., J.B. Sinclair. 1996. Principles of Seed Pathology 2nd. CRC Press. Florida. US.
- Agustiansyah, S. Ilyas, Sudarsono, M. Machmud. 2010. Pengaruh perlakuan benih secara hayati pada benih padi terinfeksi *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* terhadap mutu benih dan pertumbuhan bibit. J. Agron. Indonesia 38:185-191.

- Agustiansyah, S. Ilyas, Sudarsono, M. Machmud. 2013a. Karakterisasi rizobakteri yang berpotensi mengendalikan bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dan meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. J. HPT Tropika. 13:42-51.
- Agustiansyah, S. Ilyas, Sudarsono, M. Machmud. 2013b. Perlakuan benih dengan agen hayati dan pemupukan P untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, hasil, dan mutu benih padi. J. Agron. Indonesia 41:98-104.
- Ahemad, M., M. Kibret. 2014. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. J. King Saud Univ – Sci. 26:1-20.
- Bajpai, R., P. Singh, P.D. Singh. 2015. Study on seed vigour and their correlation to field emergence in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes. Indian J. Res. 4:455-457.
- Choudhary, D.K., B.N. Johri. 2009. Interactions of *Bacillus spp.* and plants with special reference to induced systemic resistance (ISR). Microbiological Research. 164:493-51.
- Cummings, S.P. 2009. The application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in low input and organic cultivation of graminaceous crops: potential and problems. Environ. Biotechnol. 5:43-50.
- Efri, J. Prasetyo, R. Suharjo. 2009. Skrining dan uji antagonisme jamur *Trichoderma harzianum* yang mampu bertahan di filosfer tanaman jagung. J. HPT Tropika. 9:121-129.
- Egamberdiyeva, D. 2007. The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. Appl. Soil Ecol. 36:184-189.
- Glick, B. 2012. Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. [review]. Scientifica. 2012:1-15.
- Ilyas, S. 2006. Seed treatments using matricconditioning to improve vegetable seed quality [review]. Bul. Agron. 34:124-132.
- Ilyas, S. 2012. Ilmu dan Teknologi Benih: Teori dan hasil-hasil penelitian. Penerbit IPB Press. Bogor.
- [IRRI] International Rice Research Institute. 2009. Bacterial Blight [Internet]. 26 Juni 2009; [diunduh tanggal 26 Februari 2014]. Tersedia pada: http://www.knowledgebank.irri.org/ricericeproductionPDF_&_Docsfs_bacterial_blight.
- Kerkeni, A., M. Daarni-Remadi, N. Tarchoun, M. B. Khedher. 2008. Effect of bacterial isolates obtained from animal manure compost extracts on development of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. Asian J. Plant Pathol. 2:15-23.
- Khan, A.A., G. Jilani, M.S. Akhtar, S.M.S. Naqvi, M. Rasheed. 2009. Phosphorus solubilizing bacteria: occurrence, mechanisms and their role in crop production. J. Agric. Biol. Sci. 1:48-58.
- Khan, A.A., J.D. Maguire, G.S. Abawi, S. Ilyas. 1992. Matricconditioning of vegetable seeds to improve stand establishment in early field plantings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117:4147.
- Khodar, S.A., S. Ilyas, C. Budiman. 2016. Efektivitas penyemprotan daun dengan agens hayati untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan produksi benih padi bermutu. J. Agron. Indonesia 44:141-146.
- Lizansari, K.N. 2013. Perlakuan benih dan perendaman akar bibit dengan agens hayati untuk mengendalikan serangan *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* serta meningkatkan pertumbuhan tanaman padi di rumah kaca. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Marcos-Filho, J. 2015. Seed vigor testing: An overview of the past, present and future perspective. Sci. Agric. 72:363-374.
- Martínez-Viveros, O., M.A. Jorquera, D.E. Crowley, G. Gajardo, M.L. Mora. 2010. Mechanisms and practical considerations involved in plant growth promotion by rhizobacteria. J. Soil Sci. Plant Nutr. 10:293-319.
- Rajarajeswari, N.V.L., K. Muralidharan. 2006. Assessments of farm yield and district production loss from bacterial leaf blight epidemics in rice. Crop Protection 25:244-252.
- Saini, P., V. Khanna, M. Gangwar. 2015. Mechanisms of plant growth promotion by Rhizobacteria. J. Pure Appl. Microbiol. 9:1163-1177.
- Santorum, M., L.H.P. Nobrega, E.G. de Souza, D. dos Santos, W. Boller, M.M. Mauli. 2013. Comparison of test for analysis of vigor and viability in soubean seeds and their relationship to field emergence. Acta Scientiarum. 35:83-92.
- Singh, J.S., V.C. Pandey, D.P. Singh. 2011. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. Agric. Ecosyst. Environ. 140:339-353.

Sudir, B., Nuryanto, T.S. Kadir. 2012. Epidemiologi, patotipe, dan strategi pengendalian penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi. *Iptek Tanaman Pangan* 4:79-87.

Zamzami, A., S. Ilyas, M. Machmud. 2014. Perlakuan agens hayati untuk mengendalikan hawar daun bakteri dan

meningkatkan produksi benih padi sehat. *J. Agron. Indonesia* 42:1-8.

Zhang, S., T.L. White, M.C. Martinez, J.A. McInroy, J.W. Kloepper, W. Klassen. 2010. Evaluation of plant growth-promoting rhizobakteri for control of *Phytophthora* blight on squash under greenhouse conditions. *Biol. Control* 53:129-135.