

**Potensi Agens Hayati dalam Menekan Perkembangan Penyakit Hawar Daun Bakteri
(*Xanthomonas oryzae* Pv. *Oryzae*) pada Padi**

***The Potential of Biological Agents in Suppressing Development of Bacterial Leaf Blight
(*Xanthomonas oryzae* Pv. *Oryzae*) in rice***

Alan Yanuar¹, Suhartiningsih Dwi Nurcahyanti^{1*} dan Hardian Susilo Addy¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember

Diterima 17 Januari 2016/Disetujui 5 September 2016

ABSTRACT

Bacterial leaf blight (BLB) caused by bacterium Xanthomonas oryzae pv. oryzae is an important diseases that cause yield losses of up to 70-80% in rice crops in Indonesia. A Control efforts which is widely made and proves able to suppress growth of X. oryzae in rice plants is to use biological control bacteria B. subtilis, P. fluorescens and Corynebacterium sp. This study aimed to determine the ability of B. subtilis, P. fluorescens and Corynebacterium sp. as an antagonist against X. oryzae, determine the effectiveness and influence on the production of rice plants. This study used a completely randomized design with 5 treatments and 5 replications. Treatment (A) = Control, (B) = Nordox 56 WP (Dose of 2.5 g / L), (C) = B. subtilis (Density of 10⁸ cfu / ml), (D) = Corynebacterium sp. (Density of 10⁸ cfu / ml), (E) = P. fluorescens (Density of 10⁸ cfu / ml). Analysis of data using analysis of variance followed by Duncan Multiple Range Test (DMRT) 5%. The results showed that the greatest inhibition was indicated by B. subtilis about 5.85 mm, and reduced the incidence about 23,56% and the severity of the infection rate of 0,014 unit/day. Whereas in rice production parameters B. subtilis was also able to increase by 63.95 g. The results were better than the control treatment and nordox 56 WP.

Keywords : *B. subtilis, Corynebacterium sp., P. fluorescens, Rice, X. oryzae.*

ABSTRAK

Penyakit hawar daun bakteri (HDB) yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* merupakan penyakit penting yang menyebabkan kehilangan hasil hingga 70-80% pada tanaman padi di Indonesia. Upaya pengendalian yang banyak dilakukan dan terbukti dapat menekan perkembangan *X. oryzae* pada tanaman padi adalah dengan memanfaatkan bakteri agens pengendali hayati *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Corynebacterium* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Corynebacterium* sp. sebagai antagonis terhadap *X. oryzae*, mengetahui keparahan penyakit dan pengaruhnya terhadap produksi padi. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan (A) = Kontrol, (B) = Nordox 56 WP (dosis 2,5 g/L), (C) = *B. subtilis* (Kerapatan 10⁸ cfu/ml), (D) = *Corynebacterium* sp. (Kerapatan 10⁸ cfu/ml), (E) = *P. fluorescens* (Kerapatan 10⁸ cfu/ml). Analisis data menggunakan sidik ragam yang dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya hambat terbesar ditunjukkan oleh *B. subtilis* yaitu 5,85 mm, keparahan penyakit 23,56% dan laju infeksi 0,014 unit/hari. Sedangkan pada parameter produksi padi *B. subtilis* juga mampu meningkatkan sebesar 63,95 g. Hasil tersebut lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol maupun nordox 56 WP.

Kata Kunci: *B. subtilis, Corynebacterium* sp., Padi, *P. fluorescens, X. oryzae.*

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi padi menemui banyak kendala di antaranya penyakit hawar daun bakteri (Suparyono *et al.*, 2004). Salah satu

penyakit penting padi sawah di indonesia dan negara asia adalah hawar daun bakteri yang disebabkan oleh *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Wahyudi *et al.*, 2011).

*Penulis Korespondensi : sdnurcahyanti@yahoo.com

Di Indonesia, kehilangan hasil yang diakibatkan oleh penyakit tersebut mencapai 70-80%, sedangkan di India yang hanya 6-60% dan Jepang yang berkisar 20-50% (Djarmiko dan Fatichin, 2009), sehingga mengakibatkan kerugian yang besar secara ekonomi (Yasin *et al.*, 2005). Berbagai upaya mengendalikan penyakit HDB petani lebih memilih menggunakan pestisida kimia, karena dianggap lebih praktis dan cepat. Namun kenyataannya penggunaan pestisida kimia dapat menimbulkan berbagai masalah baik bagi lingkungan maupun kesehatan manusia (Yuantari *et al.*, 2013). Oleh karena itu perlu alternatif pengendalian HDB dengan biaya yang relatif rendah, efektif dalam penggunaannya dan ramah lingkungan adalah melalui aplikasi agens hayati (Velusamy *et al.*, 2013).

Agens hayati adalah setiap organisme yang meliputi spesies, sub spesies, varietas, semua jenis serangga, nematoda, cendawan, bakteri, virus, mikoplasma serta organisme lain dalam semua tahanan perkembangannya yang dapat digunakan untuk keperluan pengendalian hama dan penyakit atau organisme pengganggu, proses produksi, pengolahan hasil pertanian (Kementerian Pertanian RI, 1995). Agens hayati dari jenis bakteri telah banyak diteliti misalnya *P. fluorescens*, *B. subtilis* dan *Corynebacterium* sp. yang berperan sebagai pemacu pertumbuhan dan pengendali penyakit tanaman.

Hanudin, (2011) telah membuktikan bahwa bakteri perakaran *P. fluorescens* dan *B. subtilis* mampu mengendalikan *Ralstonia solanacearum* pada tanaman kentang. Penelitian lain yang dilakukan oleh Wibisono, (2014) strain dari *P. fluorescens* dapat menekan *Rhizoctonia solani* pada kedelai. Sedangkan Ismail *et al.*, (2011), menyatakan bahwa bakteri *Corynebacterium* sp. dapat menekan penyakit bengkak akar pada kubis dan penyakit layu bakteri pada pisang. Berdasarkan hal-hal tersebut perlu adanya pengujian agens hayati *P. fluorescens*, *B. subtilis* dan *Corynebacterium* sp. terhadap penyakit HDB pada tanaman padi secara *in vitro* dan *in vivo*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Corynebacterium* sp. sebagai antagonis terhadap *X. oryzae*, mengetahui keparahan penyakit dan pengaruhnya terhadap produksi padi.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Koi Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian,

Universitas Jember. Pelaksanaan penelitian di mulai dari bulan Oktober 2015 sampai Mei 2016.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah media NA (*Nutrient Agar*), media King'B, media NB (*Nutrient Broth*), aquades steril, alcohol 70% dan 95%, spirtus, bibit padi varietas IR-64, isolat patogen *X. oryzae* (koleksi Jurusan HPT Fakultas Pertanian Universitas Jember) dan Isolat *B. subtilis* (koleksi Laboratorium Pengendalian Hayati, Tanggul, Jember) dan *P. fluorescens*, *Corynebacterium* sp. (koleksi Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya). Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, erlemeyer, tabung reaksi, autoklaf, kapas, tissue, Bunsen, jarum ose, mikropipet dan shaker.

Metode Penelitian

Penyiapan inokulum *X. oryzae*

Isolat *X. oryzae* diremajakan dengan cara mengambil 1 ose isolate *X. oryzae* dari kultur stok kemudian dimasukkan dalam tabung reaksi yang berisi 5 ml air steril lalu di vortek. Setelah itu mengambil bakteri tersebut 1 ose dari tabung reaksi dan digoreskan pada cawan petri berisi media NA padat secara aseptik dan diinkubasikan pada suhu ruang selama 24-48 jam.

Peremajaan dan Perbanyak Agens Pengendali Hayati

Isolat *B. subtilis* dan *P. fluorescens*, *Corynebacterium* sp. diremajakan dengan cara mengambil bakteri 1 ose dari setiap masing-masing bakteri dari kultur stok, kemudian dilarutkan dalam 5 ml air steril didalam tabung reaksi lalu di vortek. Setelah itu mengambil bakteri tersebut 1 ose dari tabung reaksi dan digoreskan pada cawan petri berisi media NA (*B. subtilis*, *Corynebacterium* sp.) dan King'B (*P. fluorescens*) padat secara aseptik dan diinkubasikan pada suhu ruang selama 24-48 jam sehingga didapatkan isolat yang siap untuk digunakan. Kemudian perbanyak agens hayati dengan cara mengambil satu ose bakteri yang tumbuh ke dalam 20 ml media Nutrient Broth dan diinkubasikan menggunakan shaker selama 13 jam dengan kecepatan 100 rpm.

Uji secara *In vitro*

Uji antagonis dilakukan dengan metode *dual planting* untuk mengetahui terbentuknya zona hambatan secara *in vitro*. Agens hayati ditumbuhkan pada cawan petri yang berisi media YPGA dengan cara menitikkan bakteri dengan

tusuk gigi. Setelah itu diinkubasi selama 48 jam pada suhu 30° C, cawan petri dibalik kemudian dituangkan larutan kloroform 1 ml dari tepi tutup petri, lalu dibiarkan selama 2 jam cawan petri dibalik ke posisi semula. Pada permukaan medium tersebut dituangkan suspensi *X. oryzae* dalam agar air 0,6 %, di inkubasi selama 24 jam pada suhu 30°C, kemudian mengukur zona hambatan yang terbentuk. Pengukuran daya hambat dihitung dengan rumus menurut Suryadi, (2009) :

$$\text{Daya hambat} = r_1 + r_2 / 2$$

Keterangan :

r1 = jari-jari pada zona hambatan yang panjang

r2 = jari-jari zona bening yang pendek.

Persiapan Tanaman

Varietas padi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu IR64. Benih padi ditumbuhkan pada media pembibitan hingga berumur 25 hari dengan jumlah daun 5-8 helai. Bibit padi berumur 25 hari dipindahkan dalam ember – ember plastik berdiameter 30 cm berisi tanah lumpur dan kompos dengan perbandingan 1:1:1, setelah itu ditaman 1 bibit /pot. Kemudian diletakkan di koi dengan penataan sesuai blok percobaan.

Uji secara *in vivo*

Inokulasi *X. oryzae* dilakukan pada tanaman padi berumur 35 hst. Teknik Inokulasi patogen *X. oryzae* pada daun dilakukan dengan memotong ujung daun pada 5 lembar daun setiap rumpun dengan gunting yang telah dicelupkan dalam suspensi *X. oryzae* (kerapatan 10⁸ cfu/ml) (Khaeruni *et al.*, 2014).

Aplikasi Agens Hayati dan Nordox

Setiap agens hayati dan nordox 56 WP diaplikasikan dengan cara disemprotkan menggunakan sprayer hingga menutupi bagian daun yang terserang *X. oryzae*. Agens hayati (10⁸ cfu/ml) dengan volume 15 ml/tanaman dan nordox 56 WP (dosis 2,5 g/L), diaplikasikan sebanyak 4 kali. Aplikasi pertama dilakukan ketika muncul gejala penyakit *X. oryzae*. Aplikasi berikutnya (kedua, ketiga dan keempat) dilakukan setiap 2 minggu sekali semenjak aplikasi pertama.

Variabel pengamatan

Keparahan penyakit.

Keparahan penyakit merupakan proporsi luas permukaan inang yang terinfeksi terhadap total luas permukaan inang yang diamati. Keparahan penyakit dihitung dengan rumus Zadoks dan Schein (Yasa *et al.*, 2012) sebagai berikut:

$$IP = [\sum(n_i \times v_i) / (N \times V)] \times 100\%$$

Keterangan :

KP = keparahan penyakit

n_i = jumlah daun/ tanaman dengan skala ke-i

v_i = nilai skala penyakit dari i = 0, 1, 2 sampai skala tertinggi

N = Jumlah daun/ tanaman yang diamati

V = nilai skala tertinggi.

Skala kerusakan menurut IRRI, (1994) :

1 = 0–3%, 2 = 4–6%, 3 = 7–12%, 4 = 13–25%,

5 = 26–50%, 6 = 51–75%, 7 = 76–87%,

8 = 88–94%, 9 = 95 – 100%.

Laju infeksi

Perhitungan kecepatan infeksi patogen dihitung berdasarkan penambahan infeksi penyakit populasi plot tanaman yang diujikan. Dihitung dengan rumus menurut Van der Plank, (1963) :

$$r = 2,3/t \times (\text{Log } X/X_0)$$

Keterangan:

r = Kecepatan infeksi

t = Waktu berlangsungnya epidemi

X = Proporsi penyakit setelah berlangsungnya epidemi dalam waktu t

X₀ = Proporsi penyakit setelah berlangsungnya epidemi (inokulum awal).

Produksi padi

Biji padi IR-64 dipisahkan dari malainya untuk kemudian ditimbang bobotnya menggunakan timbangan analitik.

Analisis data

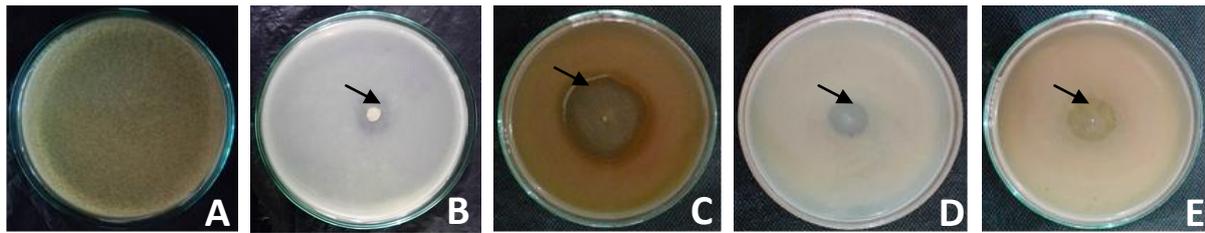
Hasil penelitian dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA), dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5%.

HASIL DAN PENELITIAN

Potensi Antagonis Agens Hayati dan Nordox 56 WP Terhadap *X. oryzae* Secara *In Vitro*.

Hasil uji antagonisme menunjukkan adanya aktivitas penghambatan oleh isolat bakteri *B. subtilis*, *P. fluorescens* dan *Corynebacterium* sp. serta nordox 56 WP terhadap bakteri *X. oryzae*. Hal ini terlihat dengan terbentuknya zona bening (Gambar 1).

Berdasarkan hasil perhitungan penghambatan agens hayati dan nordox 56 WP terhadap *X. oryzae* secara *in vitro*, menunjukkan bahwa isolat *B. subtilis* merupakan isolat yang memiliki kemampuan terbaik dengan zona bening sebesar 5,85 mm.



Gambar 1. Zona bening yang ditunjukkan oleh reaksi penghambatan. Foto diambil 24 jam setelah inkubasi. (A) Kontrol, (B) Nordox 56 WP, (C) isolat *B. subtilis*, (D) isolat *Corynebacterium* sp., (E) *P. fluorescens*. Zona bening ditunjukkan oleh tanda panah

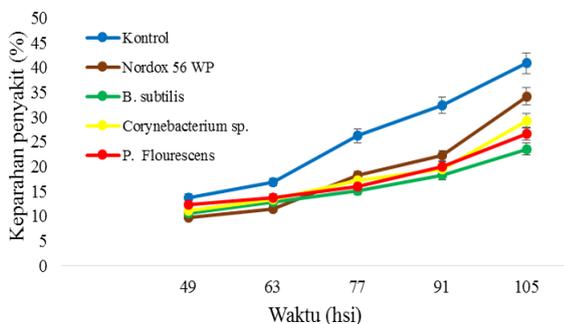
Tabel 1. Zona hambat yang terbentuk dari uji antagonis agens hayati dan nordox 56 WP terhadap *X. oryzae* secara *in vitro*

Perlakuan	Zona hambatan (mm)
Kontrol	0,00 e
Nordox 56 WP	2,75 d
<i>B. subtilis</i>	5,85 a
<i>Corynebacterium</i> sp.	3,50 c
<i>P. fluorescens</i>	4,80 b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%.

Keparahan penyakit HDB pada Padi

Hasil pengamatan aplikasi agens hayati dan nordox 56 WP terhadap penyakit HDB pada tanaman padi yang disebabkan oleh patogen *X. oryzae* dapat dilihat pada (Gambar 2).



Gambar 2. Perkembangan keparahan penyakit HDB pada tanaman padi.

Pengamatan keseluruhan keparahan penyakit diketahui perlakuan agens hayati lebih baik bila dibandingkan dengan kontrol dan nordox 56 WP, namun dari ketiga agens hayati tersebut *B. subtilis* lebih baik dalam menekan perkembangan

penyakit HDB yang disebabkan oleh patogen *X. oryzae*.

Laju Infeksi Penyakit HDB pada Padi.

Hasil pengamatan laju infeksi penyakit HDB pada tanaman padi yang disebabkan oleh patogen *X. oryzae* dapat dilihat pada (Tabel 2). Tabel 2. Laju infeksi penyakit HDB pada padi.

Perlakuan	Laju infeksi (Unit/hari)
Kontrol	0,022 a
Nordox 56 WP	0,019 b
<i>B. subtilis</i>	0,014 d
<i>Corynebacterium</i> sp	0,018 bc
<i>P. fluorescens</i>	0,014 d

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil uji lanjut duncan taraf 5%, pengamatan pengaruh agens hayati dan nordox 56 WP terhadap laju infeksi penyakit HDB menunjukkan bahwa perlakuan kontrol memberikan hasil laju infeksi tertinggi yaitu sebesar 0,022 unit/hari yang berbeda nyata dengan nordox 56 WP dan *Corynebacterium* sp., sedangkan laju infeksi terendah yaitu pada *B. subtilis* dan *P. fluorescens* sebesar 0,014 unit/hari.

Produksi Padi

Hasil perhitungan produksi gabah basah dan gabah kering pada padi yang di aplikasikan agens hayati dan nordox 56 WP dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil produksi gabah padi menunjukkan bahwa berat gabah pada perlakuan agens hayati nyata lebih tinggi dari pada kontrol dan cenderung lebih tinggi dari pada nordox 56 WP. Berat gabah basah dan gabah kering tertinggi ditunjukkan pada perlakuan aplikasi *B. subtilis*.

Tabel 3. Produksi padi terhadap berat kering dan berat basah gabah.

Perlakuan	Berat Gabah (g)	
	Berat basah	Berat kering
Kontrol	51,66 d	43,37 c
Nordox 56 WP	59,57 c	52,28 b
<i>B. subtilis</i>	73,42 a	63,95 a
<i>Corynebacterium</i> sp.	66,37 b	56,27 b
<i>P. fluorescens</i>	72,49 a	63,28 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%.

Uji antagonis dilakukan untuk membuktikan keefektifan penghambatan agens hayati dan nordox 56 WP terhadap *X. oryzae* secara *in vitro* sebelum dilakukan uji *in vivo* pada tanaman padi. Dari hasil uji antagonis, *B. subtilis* memiliki efektifitas penghambatan yang lebih baik terhadap *X. oryzae* ditunjukkan dengan zona bening yang lebih besar (Gambar 1). Terbentuknya zona bening ini diduga sebagai indikator bekerjanya mekanisme antibiosis. Menurut Szczech dan Shoda (2006), zona kosong yang dihasilkan oleh *B. subtilis* disebabkan oleh produksi antibiotik *bacitracin*, *basilin*, *basilomisin B*, *difisidin*, *oksidifisidin*, *lesitinase subtilisin*, dan *iturin A* yang mempunyai spektrum luas untuk mengendalikan bakteri gram negatif. Baker dan Cook, (1974) menyatakan agens hayati yang memproduksi antibiotik lebih cepat tumbuh, efektif dalam menghambat perkembangan patogen dari pada kompetisi dan hiperparasit. Antibiotik bekerja dengan baik ketika nutrisi pada media dalam keadaan melimpah. Monteiro *et al.*, (2005) juga menyatakan dalam penelitiannya empat strain *Bacillus* spp. yaitu RI-4, RAB-7, R-116 dan C-210 mampu menghambat pertumbuhan *X. campestris* pv. *campestris* secara *in vitro*.

Hasil pengamatan keparahan penyakit HDB pada tanaman padi (Gambar 2), menunjukkan keparahan penyakit tertinggi yaitu pada perlakuan kontrol. Pada minggu pertama dan kedua setelah inokulasi, nordox 56 WP mampu menekan perkembangan penyakit, tetapi pada pengamatan minggu ketiga sampai dengan akhir pengamatan nordox 56 WP mengalami peningkatan keparahan penyakit dibandingkan perlakuan agens hayati, diduga karena beberapa faktor diantaranya yaitu kondisi lingkungan dengan curah hujan yang tidak menentu mengakibatkan perlakuan yang diaplikasikan di lapang hilang oleh air hujan. Sesuai dengan pernyataan Suwahyono (2013), bahwa pestisida kimia umumnya bekerja hanya dalam tenggang waktu yang relatif singkat karena mudah terlarut dengan air pada saat penyiraman maupun air hujan dan terjadi peluruhan bahan aktifnya.

Pengamatan keseluruhan keparahan penyakit diketahui perlakuan agens hayati lebih baik bila dibandingkan dengan kontrol dan nordox 56 WP, namun dari ketiga agens hayati tersebut *B. subtilis* lebih baik dalam menekan perkembangan penyakit HDB yang disebabkan oleh patogen *X. oryzae*. Hal ini didukung dengan hasil pengujian secara *in vitro* dimana *B. subtilis* menghasilkan daya hambat tertinggi. Kemampuan *B. subtilis* dalam menekan penyakit HDB diduga karena bakteri ini menghasilkan antibiotik yang mampu menekan patogen dan menginduksi ketahanan tanaman. Lin *et al.*, (2001) menyatakan bahwa antibakteri yang dihasilkan *B. subtilis* bersifat antagonistik terhadap *X. oryzae*. Pernyataan tersebut juga didukung oleh Lo (1998), mekanisme pengendalian hayati meliputi antibiosis, kompetisi, mikoparasitisme, enzim pendegradasi dinding sel dan ketahanan terimbas atau terinduksi. Gunawan, (2005), dalam penelitiannya menyatakan bahwa *B. subtilis* BsBE 001, dapat menekan keparahan penyakit antraknos pada tanaman cabai.

Laju infeksi penyakit HDB (Tabel 2) menunjukkan *B. subtilis* dapat menekan laju infeksi penyakit HDB terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Menurut Bustamam (2006), *Bacillus* sp. dapat menurunkan laju infeksi penyakit layu bakteri oleh *Ralstonia solanacearum* pada tanaman jahe, sehingga penyakit layu bakteri tidak mengalami penambahan atau peningkatan. Keparahannya berkorelasi positif dengan laju infeksi, hal tersebut terlihat bahwa semakin tinggi nilai keparahan penyakit (Gambar 2), semakin besar pula nilai laju infeksi (Tabel 2). Pernyataan tersebut didukung oleh Semangun (1996) menyatakan bahwa adanya hubungan linier antara keparahan penyakit dengan laju infeksi, bahwa semakin besar keparahan penyakit maka laju infeksi juga semakin tinggi.

Berdasarkan hasil produksi gabah padi (Tabel 3) menunjukkan bahwa berat gabah pada perlakuan agens hayati lebih tinggi dari pada kontrol dan nordox 56 WP. Berat gabah kering

tertinggi ditunjukkan pada perlakuan aplikasi *B. subtilis*. Hal ini diduga karena *B. subtilis* menghasilkan zat pengatur tumbuh yang mampu memicu pertumbuhan tanaman. Menurut Candra (2014) kemampuan *B. subtilis* dalam memacu pertumbuhan akar dan tajuk pada tanaman padi terkait dengan adanya senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *B. subtilis* berupa hormon pertumbuhan seperti asam indolasetat (IAA), asam giberelat, sitokinin, dan etilen di dalam tanaman. Joseph, (2004) menyatakan *B. subtilis* juga memiliki kemampuan sebagai pelarut fosfat, sehingga menyebabkan unsur fosfat lebih tersedia untuk diserap oleh tanaman sehingga pertumbuhan tanaman menjadi optimal dan akan meningkatkan berat tanaman. Santosa *et al.*, (2003) melaporkan bahwa bakteri filofosfer dapat meningkatkan bobot kering tanaman padi varietas IR-64.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa *B. subtilis* mampu menghambat pertumbuhan *X. oryzae* pada uji antagonis secara *in vitro* sebesar 5,85 mm. Pada uji *in vivo*, *B. subtilis* merupakan perlakuan terbaik dalam menekan keparahan penyakit 23,56% (105 hsi), laju infeksi 0,014 unit/hari, serta dapat meningkatkan produksi gabah kering padi sebesar 63,95 g.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker KF and RJ Cook. 1974. *Biological Control of Plant Pathogens*. W. H, Freeman and Company, San Fransisco.
- Bustamam H. 2006. Seleksi mikroba rizosfer antagonis terhadap bakteri *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri pada tanaman jahe di lahan tertindas. *J. Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 8 (1) :12-18.
- Candra, P Giyanto. 2014. Kompatibilitas *Bacillus* spp. dan *Aktinomiset* sebagai agens hayati *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dan pemacu pertumbuhan padi. *J. Fitopatologi*. 10 (5): 160-169.
- Djarmiko HA. Fatichin. 2009. Ketahanan dua puluh satu varietas padi terhadap penyakit hawar daun bakteri. *HPT*. 9 (2) : 169 -173.
- Gunawan OS. 2005. Uji efektivitas biopestisida sebagai pengendali biologi terhadap penyakit Antraknos pada cabai merah. *J. Phytophology*. 92 (2) : 979 - 985.
- 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. *Hortikultura*. 21 (2) :152-163.
- Ismail N, Luice A. T dan Bahtiar. 2011. Potensi *Corynebacterium* sebagai pengendali penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi. *Prosiding seminar Nasional Serealia* : 459 - 465.
- Joseph W. 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. *Phytopathology*. 94 (3) :1259 -1266.
- Kementerian Pertanian RI. 1995. Kepmentan RI No. 411/Kpts/TP.120/6/1995 tentang Pemasukan Agens Hayati ke Dalam Wilayah Negara Republik Indonesia. Jakarta (ID): Kementerian Pertanian RI.
- Khaeruni A, Asrianti dan Rahman A. 2014. Efektivitas limbah cair pertanian sebagai media perbanyakan dan formulasi *Bacillus subtilis* sebagai agens hayati patogen tanaman. *Agrotekno*. 3 (3) : 144-151.
- Monteiro LR, De LR, Mariano and AM Souto-Maior. 2005. Antagonis of *Bacillus* spp. Against *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Brazil. *Arch. Of Biol.and Techn*. 48 (1) : 1-10.
- Santosa DA, N Handayani, A Iswandi. 2003. Isolasi dan seleksi bakteri filofosfer pemicu tumbuh dari daun padi (*Oryza sativa* L.) varietas IR-64. *J. Tanah lingkungan*. 5 (1) :7-12.
- Semangun, H. 1996. *Pengantar Ilmu pertanian tumbuhan*.Gadjah Mada University Press,Yogyakarta.
- Suparyono S, Suprihanto. 2004. Pathotype profile of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* isolates from the rice ecosystem in Java. *Indon J Agri Sci*. 5 (2) : 63-69.
- Suryadi Y. 2009. Efektifitas *Pseudomonas fluorescens* terhadap penyakit layu bakteri

- (*Ralstonia Solanacearum*) pada tanaman kacang tanah. *J.HPT Tropika*. 9 (2): 174-180.
- Suwahyono U. 2013. *Membuat Biopestisida*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Szczzech M and Shoda M. 2006. The effect of mode application of *Bacillus subtilis* RB14-C on its efficacy as a biocontrol agents against *Rhizoctonia solani*. *J. Phytopatology*. 154 (3): 370-377.
- Wahyudi AT, S Meliah, dan AS Nawangsih. 2011. Bakteri penyebab hawar daun bakteri pada padi isolasi, karakterisasi dan telaah mutagenesis dengan transporon. *Makara Sains*. 15 (1) : 89-96.
- Van der Plank JE. 1963. *Plant Disease, Epidemic and Control*. Acad Press. London, New York.
- Velusamy P, Immanuel JE, Gnamanickam S. 2013. Rhizosphere bacteria for biocontrol of bacterial blight and growth promotion of rice. *Rice Sci*. 20 (5) :1-7.
- Wibisono A, A Majid dan PA Mihardja. 2014. Efektifitas beberapa isolat *Pseudomonas fluorescens* untuk mengendalikan patogen jamur *Rhizoctonia solani* pada tanaman kedelai. *Berkala Ilmiah Pertanian*.10 (10) :10-10.
- Yasa INY, Sudiarta IP, Alit GN, Wirya S, Sumiartha K, Utama IMS, Luther GC, Mariyono J. 2012. Kajian ketahanan terhadap penyakit busuk daun (*Phytophthora infestans*) pada beberapa galur tomat. *Agroekoteknologi Tropika*. 1 (2) : 154-161.
- Yasin SI, TUZ Khan, M Ayub, JA Shah dan M Anwar. 2005. Economic evaluation of bacterial leaf blight (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) disease of rice. *Mycopath*. 3 (2): 65-67.
- Yuantari MGC, Budi W, Henna RS. 2013. Tingkat pengetahuan petani dalam menggunakan pestisida (studi khusus si Desa Curut Kecamatan Penawangan Kabupaten Grobogan). Prosiding seminar nasional pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan Universitas Diponegoro Semarang.
- Lo CT. 1998. General mechanisms of action of microbial biocontrol agents. *Plant Pathol. Bull*.7 (2) : 155-166.
- Lin D, LJ 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 (3):1044-1050.