

Antagonisme *Bacillus* terhadap Infeksi Layu *Fusarium* pada Bibit Pisang Hasil Kultur Jaringan

Bacillus Antagonism toward *Fusarium* Wilt on Banana Seedling Originated from Tissue Culture

Hadiwiyono²⁾, Arief Widyantoro¹⁾, Salim Widono¹⁾

ABSTRACT

Fusarium wilt (*Fusarium oxysporum f.sp. cubense*) is an important disease in banana. *Fusarium* wilt was hard to control because the pathogen can survive in many kind of soils type although there is no host. Therefore, overcoming the disease is urgently needed such as biological control. The endophytic *Bacillus* of banana was begun to use as antagonist agent to the pathogen. This research aimed to study the mechanism of antagonism and physiological character of *Bacillus*. There were 27 *Bacillus* isolates examined in-vitro to test the production of IAA, HCN, chitinase, pectinase, and antagonism. The top ten isolates based on the test in vitro were used to test in planta. The research showed that *Bacillus* were able to produce IAA, HCN, chitinase, pectinase, and able to retard the growth of *Foc* colony. The application of isolat B25 on banana seedling could decrease the disease intensity but still unable to prevent the *fusarium* wilt infection.

Keywords: banana, *fusarium* wilt, in vitro antagonism, *Bacillus*

PENDAHULUAN

Pengembangan komoditas pisang di Indonesia masih terhambat adanya penyakit layu *fusarium* yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum f.sp. cubense* (*Foc*). Volume ekspor pisang mencapai angka 5,17 juta ton kemudian menurun sampai 0,14 juta ton di tahun 2006. Produksi pisang nasional tahun 2009 sebesar 6,30 juta lalu mengalami penurunan di tahun 2010 sebesar 5,80 juta ton dan tahun 2011 sebesar 0,80 juta ton (BPS 2012). Pengendalian penyakit layu *fusarium* direkomendasikan seperti penggunaan fungisida dan kultur teknis, namun belum mampu menekan kejadian penyakit di lapangan (Nasir et al. 2005). Pengendalian hayati diarahkan seiring perkembangan penelitian mengenai agens antagonis. *Bacillus* merupakan salah satu genus bakteri yang dilaporkan mampu meningkatkan resistensi tanaman (Rebib et al. 2012). *Bacillus* mampu memproduksi senyawa antifungal yang menyebabkan pembengkakan hifa *Foc* secara in vitro (Adeline et al. 2008, Arrebola et al. 2010). Karakter morfologi dan fisiologis serta mekanisme penghambatan *Bacillus* perlu dipelajari untuk mengetahui pengaruhnya terhadap infeksi layu *fusarium* pisang.

METODE PENELITIAN

Karaterisasi Morfologi Koloni *Bacillus*

Pengujian secara in vitro dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan dan Laboratorium Biologi Tanah UNS serta untuk pengujian in planta dilakukan di rumah kaca UNS bulan Januari sampai Desember 2013. Karakterisasi morfologi koloni *Bacillus* dilaksanakan pada di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan dengan bahan isolat *Bacillus* endofit pisang. Morfologi koloni *Bacillus* diamati menurut bentuk, tepi, elevasi, permukaan, dan warna dalam media biakan agar nutrien (NA).

Karakterisasi Fisiologi *Bacillus*

Karakterisasi fisiologi *Bacillus* meliputi uji produksi *indole acetic acid* (IAA), hidrogen sianida (HCN), aktivitas kitinase, dan aktivitas pektinase dengan bahan berupa isolat *Bacillus*, sejumlah media biakan dan IAA sintetis. Produksi IAA *Bacillus* diukur menurut metode Bresson dan Borges (2003) dengan indikator nilai absorbansi. Produksi HCN secara kualitatif diukur menurut Reddy et al. (2008) dengan indikator warna. Aktivitas kitinase dan pektinase diukur berdasarkan koloni *Bacillus* pada 4 hari inkubasi pada perlakuan media biakan NA.

Uji Antagonisme In Vitro

Uji antagonisme in vitro menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan metode kultur ganda *Bacillus* terhadap *Foc*. Persentase hambatan diukur:

$$\text{Persentase hambatan} = \frac{r_1 - r_2}{r_2} \times 100\%$$

dengan r_1 = jari-jari *Foc* menjauhi *Bacillus*, r_2 = jari-jari *Foc* mendekati *Bacillus*. Analisis data dengan uji *F* taraf 5% dan uji *Duncan* taraf 5%.

¹⁾ Undergraduate Student of Study Program of Agrotechnology, Agricultural Faculty of Universitas Sebelas Maret (UNS) in Surakarta.

²⁾ Lecturer of Study Program of Agrotechnology, Agricultural Faculty of Universitas Sebelas Maret (UNS) in Surakarta.

Contact Author: hadi_hpt@yahoo.com

Uji Filtrat In Vitro

Uji filtrat *Bacillus* terhadap Foc in vitro disusun menggunakan RAL dengan metode kultur ganda pada sejumlah *Bacillus* yang telah dinonaktifkan melalui perlakuan tekanan tinggi. Pengamatan persentase hambatan dan analisis data sama pada uji antagonisme in vitro.

Uji Volatil In Vitro

Uji volatil (uap biakan) dilakukan menggunakan RAL dengan bahan 27 isolat *Bacillus* dan Foc sebagai perlakuan serta dua kontrol berupa air steril dan pembawa *Bacillus*. Masing-masing isolat ditangkupkan satu sama lain pada media biakan yang berbeda, NA untuk *Bacillus* dan PDA untuk Foc. Pertumbuhan diameter koloni Foc diamati setiap 2 hari sekali selama 8 hari.

Uji Antagonisme In Planta

Uji antagonisme in planta dilakukan di rumah kaca pada bibit pisang Ambon Kuning secara RAL menggunakan 10 isolat terbaik uji in vitro. Inokulasi *Bacillus* dilakukan dengan pengocoran sebanyak 25 ml dengan metode pelukaan pada akar. Intensitas penyakit (IP) dihitung :

$$IP = \frac{\sum (n \times v)}{N \times Z} \times 100\%$$

dengan; *n* = Jumlah tanaman menunjukkan skor tertentu; *v* = Skor tanaman (skor=layu daun); *N* = skor tertinggi; *Z* = seluruh tanaman.

LBKPP dihitung :

$$LBKPP = \sum_{i:1}^n \frac{X_i + 1 + X_{i+1}}{2} X(t_{i+1} - t_i)$$

dengan *LBKPP* = Luas bawah kurva perkembangan penyakit; *X_i* = Intensitas penyakit saat pengamatan minggu ke-*i*; *t_i* = Waktu pengamatan ke-*i*; *n* = Pengamatan pada saat terminal penyakit. Laju infeksi dihitung dengan rumus:

$$r = \frac{2.3}{t} \left(\log \frac{1}{1-X_t} - \log \frac{1}{1-X_0} \right)$$

dengan *r* = laju infeksi (per unit per minggu); *t* = interval pengamatan (mingguan); *X₀* = proporsi penyakit awal pengamatan; dan *X_t* = proporsi penyakit pengamatan ke *t*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi Koloni *Bacillus*

Karakter morfologi koloni *Bacillus* asal beberapa tempat di wilayah Surakarta menunjukkan sifat yang bervariasi (Tabel 1). Hal ini terlihat pada bentuk, tepi, elevasi, permukaan, dan warna koloni berbeda-beda. Menurut Hatmanti (2002) bentuk koloni *Bacillus* dan responsnya terhadap faktor lingkungan cenderung berbeda-beda pada media biakan.

Karakter Fisiologi *Bacillus*

Uji produksi IAA 27 isolat *Bacillus* dengan inkubasi 24 jam menghasilkan konsentrasi berbeda (Tabel 2). Isolat B1, B3, B6, B9 memproduksi IAA tinggi berkisar 9,000 ppm, namun pada B12 dan B30 memproduksi IAA rendah dengan nilai 4,920 ppm dan 4,822 ppm. Perbedaan ini dipengaruhi oleh lokasi sampel dan kemampuan *Bacillus* dalam mengkonversi triptofan yang terkandung dalam media King's B menjadi IAA.

Tabel 1. Karakter koloni isolat *Bacillus*

Isolat	Asal	Karakter Koloni				
		Bentuk	Tepi	Elevasi	Permukaan	Warna
B1	Mojolaban	Circular	Entire	Raised	Smooth, Glistening	Putih
B2	Mojolaban	Irregular	Undulate	Umbonate	Wrinkle	Krem
B3	Mojolaban	Irregular	Undulate	Umbonate	Smooth, Glistening	Putih
B4	Jaten	Rhizoid	Lobate	Umbonate	Smooth, Glistening	Putih
B5	Jaten	Irregular	Undulate	Raised	Smooth, Glistening	Putih
B6	Jaten	Filamentous	Filamentous	Umbonate	Smooth, Glistening	Putih
B7	Jaten	Rhizoid	Lobate	Umbonate	Smooth, Glistening	Putih
B8	Jaten	Rhizoid	Lobate	Umbonate	Wrinkle	Krem
B9	Karanganyar	Irregular	Undulate	Umbonate	Smooth, Glistening	Putih
B10	Karanganyar	Irregular	Undulate	Umbonate	Smooth, Glistening	Putih
B11	Karanganyar	Irregular	Undulate	Umbonate	Smooth, Glistening	Putih
B12	Karanganyar	Irregular	Undulate	Umbonate	Smooth, Glistening	Putih
B13	Jebres	Irregular	Undulate	Umbonate	Smooth, Glistening	Putih
B14	Tasikmadu	Circular	Entire	Raised	Smooth, Glistening	Putih
B15	Karanganyar	Filamentous	Filamentous	Umbonate	Smooth, Glistening	Putih
B16	Karanganyar	Rhizoid	Lobate	Umbonate	Smooth, Glistening	Putih
B17	Karanganyar	Circular	Entire	Raised	Smooth, Glistening	Putih
B18	Karanganyar	Filamentous	Filamentous	Umbonate	Smooth, Glistening	Putih
B20	Mojolaban	Rhizoid	Lobate	Umbonate	Wrinkle	Krem
B21	Jebres	Irregular	Undulate	Raised	Smooth, Glistening	Putih
B22	Jebres	Circular	Entire	Raised	Smooth, Glistening	Putih
B23	Jebres	Irregular	Undulate	Raised	Smooth, Glistening	Putih
B24	Tasikmadu	Irregular	Undulate	Raised	Smooth, Glistening	Putih
B25	Tasikmadu	Irregular	Undulate	Raised	Smooth, Glistening	Putih
B26	Karanganyar	Irregular	Undulate	Raised	Smooth, Glistening	Putih
B28	Karanganyar	Irregular	Undulate	Umbonate	Smooth, Glistening	Putih
B30	Ngargoyoso	Irregular	Undulate	Umbonate	Smooth, Glistening	Putih

Tabel 2. Karakter fisiologi isolat *Bacillus*

Isolat	Karakter Fisiologi			
	IAA (ppm)	HCN	Aktivitas Kitinase	Aktivitas Pektinase
B1	9.661	-	+	+
B2	6.851	-	+	+
B3	9.580	-	+	+
B4	6.149	-	+	+
B5	6.851	-	+	+
B6	9.132	-	+	+
B7	5.172	-	+	+
B8	5.839	-	+	+
B9	9.615	-	+	+
B10	6.402	-	+	+
B11	7.247	-	+	+
B12	4.920	-	+	+
B13	6.121	-	+	+
B14	7.408	-	+	+
B15	6.592	-	+	+
B16	5.086	-	+	+
B17	6.759	-	+	+
B18	5.592	-	+	+
B20	8.586	-	+	+
B21	6.868	-	+	+
B22	6.075	-	+	+
B23	5.856	-	+	+
B24	5.184	-	+	+
B25	6.747	-	+	+
B26	7.678	-	+	+
B28	5.845	-	+	+
B30	4.822	-	+	+

Keterangan: Produksi HCN: warna kertas saring +++merah bata, ++coklat tua, + coklat muda, -kuning (tidak memproduksi HCN).

Aktivitas kitinase dan pektinase: + positif (mendegradasi kitin/pektin), - negatif (tidak mendegradasi kitin/pektin).

Menurut Lee et al. (2004) triptofan adalah prekursor yang berfungsi untuk biosintesis auksin baik mikrob maupun tanaman. Leveau dan Lindow (2004) menambahkan bahwa tanaman dapat mensintesis hormon auksin dari mikrob untuk meningkatkan pertumbuhannya.

Hasil menunjukkan semua isolat *Bacillus* tidak menghasilkan senyawa sianida. Kertas saring yang berwarna kuning menunjukkan isolat uji tidak memproduksi HCN. Menurut Sutariati et al. (2006) pada uji produksi HCN berbagai isolat *Bacillus*, *Pseudomonas*, dan *Serratia*, menunjukkan bahwanya isolat *Pseudomonas* yang dapat menghasilkan sianida.

Semua isolat *Bacillus* menghasilkan kitinase dan pektinase ditandai terbentuknya koloni pada agar kitin maupun pektin. Degradasi kitin di alam dapat dilakukan oleh beberapa jenis bakteri, jamur antagonis, aktinomisetes, dan tumbuhan. Dinding sel perakaran tanaman tersusun atas pektin sehingga diduga *Bacillus* mampu masuk secara alami dengan mendegradasi pektin melalui produksi enzim. Enzim kitinase dan pektinase dimanfaatkan mikroorganisme sebagai sumber karbon (Tamimi dan Herdyastuti 2013, Salvador et al. 2005).

Antagonisme In Vitro

Hasil antagonisme in vitro menunjukkan bahwa semua isolat *Bacillus* mampu menghambat diameter koloni Foc (Gambar 1). Persentase hambatan tertinggi dihasilkan oleh B11 (93,17%) sedangkan terendah dihasilkan oleh B18 (11,80%). Hal ini menunjukkan isolat-isolat *Bacillus* yang diuji secara in vitro mempunyai berpotensi sebagai penghambat pertumbuhan patogen dalam media biakan. Hasil ini didukung dengan hasil uji filtrat *Bacillus* terhadap koloni Foc.

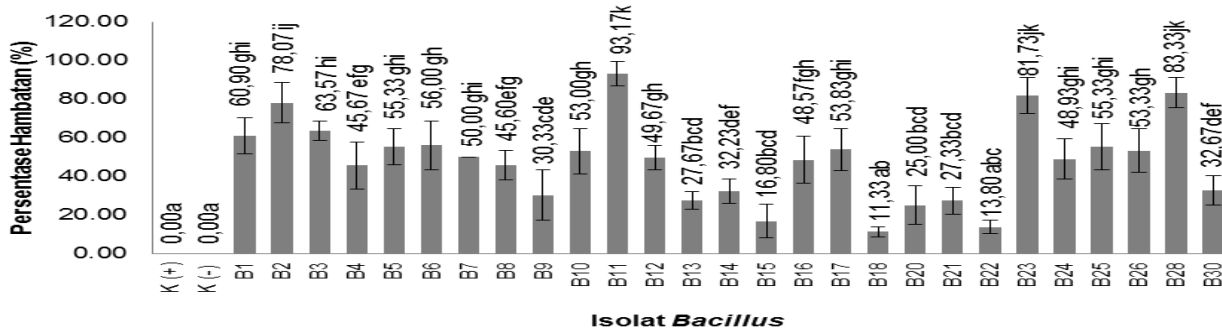
Uji Filtrat In Vitro

Hasil menunjukkan daya hambat yang tinggi isolat *Bacillus* terhadap Foc terdapat pada isolat-isolat asal Karanganyar dan Mojolaban. Filtrat B3, B7, B9, B11, B12, B18, B24, B26 dan B30 mampu menekan pertumbuhan koloni Foc secara in vitro dengan persentase hambatan berkisar 80-100% (Gambar 2).

Hasil mengindikasikan semua isolat *Bacillus* dapat memproduksi senyawa antibiotik yang mampu menekan pertumbuhan koloni Foc. *Bacillus* dapat menghasilkan antibiotik lebih dari 66 jenis yang bersifat racun terhadap mikroba lain salah satunya yaitu basitrasin yang dapat menghambat

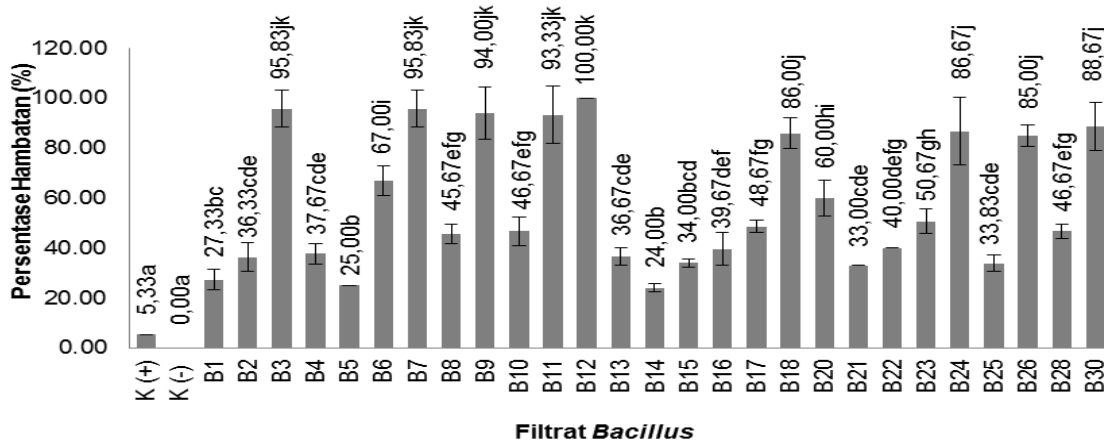
pembentukan dinding sel patogen (Mochizuki et al. 2005, Soesanto et al. 2008). Hasil uji antagonisme in

vitro dan filtrat *Bacillus* ini didukung dengan uji volatil (uap biakan) agens antagonis.



Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan ($P < 0,05$), K(+) = Pembawa *Bacillus*, K(-) = Air steril, Bx = Foc dengan *Bacillus* ke-x (x = nomor isolat)

Gambar 1. Histogram pengaruh isolat *Bacillus* endofit terhadap koloni Foc



Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan ($P < 0,05$), K(+) = Pembawa *Bacillus*, K(-) = Air steril, Bx = Foc dengan *Bacillus* ke-x (x = nomor isolat)

Gambar 2. Histogram pengaruh filtrat *Bacillus* terhadap pertumbuhan koloni Foc

Uji Volatil In Vitro

Foc pada media biakan PDA yang ditangkupkan di atas biakan isolat *Bacillus* pada media biakan NA menunjukkan diameter koloni patogen yang bervariasi. Isolat Foc tanpa agens antagonis mampu tumbuh secara maksimal pada media biakan dengan diameter rata-rata 5,67 cm pada inkubasi 8 hari, artinya koloni Foc telah tumbuh melingkupi seluruh media biakan.

Berbeda dengan ke-27 isolat uji yang masing-masing perlakuan telah ditangkupkan isolat *Bacillus* mampu menghentikan pertumbuhan koloni Foc pada inkubasi 4 hari. Hal ini menunjukkan isolat *Bacillus* mampu menghentikan pertumbuhan Foc ditandai diameter koloni yang bervariasi (Gambar 3).

Isolat B3, B15 dan B16 mampu menekan pertumbuhan Foc secara maksimal dengan diperoleh diameter koloni 1,00 cm. Hal tersebut berarti ada zat penghambat berupa gas yang perannya menahan pembentukan koloni Foc. Sudhanta et al. (2011) menambahkan terhambatnya koloni Foc diduga

karena agens antagonis mampu mengeluarkan antibiotik atau alkaloid yang mudah menguap.

Antagonisme In Planta

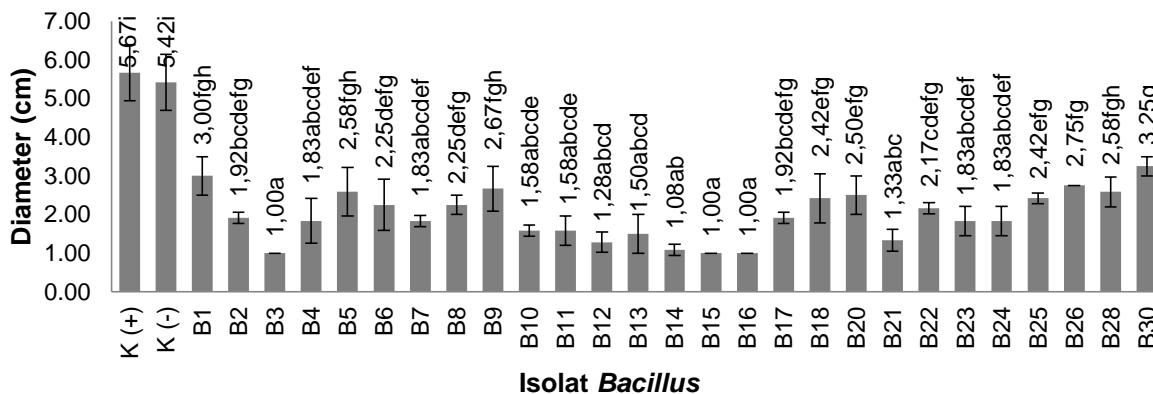
Sepuluh isolat *Bacillus* mampu menekan infeksi Foc in planta, namun tidak semua isolat mampu mengimbas ketahanan bibit pisang di rumah kaca (Tabel 3). Isolat B25 mampu menghambat Foc in planta dengan intensitas penyakit layu terendah sebesar 22,22% dengan laju infeksi 0,03 unit minggu⁻¹ dan nilai LBKPP paling rendah (525,00).

Laju infeksi berkaitan dengan perkembangan penyakit yang sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Samson et al. (2004) menambahkan bahwa suhu optimum pertumbuhan Foc berkisar 25-30 °C dengan suhu minimum 5 °C dan maksimum mencapai 37 °C. Kondisi lingkungan saat penelitian berpengaruh terhadap keaktifan patogen, kerentanan inang, dan interaksi dalam medium pertumbuhan (Agrios 2005).

Hasil menunjukkan bahwa isolat B6 tidak mampu menghambat Foc. Menurut Susanna (2006)

ditambahkan oleh Sudhanta dan Suprpta (2011) bahwa keefektifan agens antagonis sangat dipengaruhi oleh senyawa metabolit yang mampu menekan infeksi patogen dan kemampuannya dalam mengkolonisasi perakaran. Peningkatan pertumbuhan akar merupakan tanda yang dapat diamati apabila

tanaman telah diinokulasikan oleh bakteri endofit (Backman dan Sikora 2008). Bernal et al. (2002) menambahkan agens antagonis dengan jumlah 10^8 - 10^9 spk ml^{-1} mampu mengkolonisasi perakaran namun populasi dapat menurun karena kekurangan nutrisi dan kompetisi terhadap organisme lain.



Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan ($P < 0,05$), K(+) = Pembawa *Bacillus*, K(-) = Air steril, Bx = Foc dengan *Bacillus* ke-x (x = nomor isolat)

Gambar 3. Histogram pengaruh uap biakan (volatil) *Bacillus* terhadap diameter koloni Foc

Tabel 3. Intensitas penyakit, laju infeksi, dan LBKPP perlakuan bibit pisang in planta

Isolat	Intensitas Penyakit (%)	Laju Infeksi (unit minggu ⁻¹)	LBKPP
Pembawa <i>Bacillus</i>	79.63±3.21 c	0.20	3188.89±67.36 e
Tanpa <i>Bacillus</i>	77.78±0.00 c	0.19	3227.78±172.83 e
B1	33.33±5.56 ab	0.05	1088.89±67.36 bc
B2	35.19±3.21 ab	0.05	1088.89±89.11 bc
B3	38.89±9.62 b	0.06	991.67±172.83 b
B5	37.04±8.49 b	0.06	1380.56±185.49 c
B6	68.52±3.21 c	0.14	2592.59±78.58 d
B11	31.48±5.24 ab	0.05	1024.07±191.83 b
B17	27.78±9.62 ab	0.04	933.33±275.67 b
B23	31.48±6.42 ab	0.05	1045.14±118.81 bc
B25	22.22±5.56 a	0.03	525.00±84.76 a
B28	40.74±13.98 b	0.07	1108.33±224.24 bc

Keterangan: Angka pada kolom sama yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan ($P < 0.05$)

KESIMPULAN DAN SARAN

Infeksi Foc pada pisang dapat ditekan oleh *Bacillus* melalui mekanisme kompetisi, antibiosis, produksi auksin, kitinase dan pektinase. Aplikasi isolat B25 pada bibit pisang mampu menurunkan intensitas penyakit layu fusarium sebesar 22,22% dengan penekanan laju infeksi mencapai 0,03 unit minggu⁻¹ tetapi belum dapat mencegah terjadinya penyakit layu fusarium. Perlu penelitian lanjutan untuk mempelajari sifat fisiologi *Bacillus* dengan metode yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

Adeline SYT, Sariah M, Jugah K, Son R, Gurmit S. 2008. Endophytic microorganisms as potential growth of banana. J Biocont 53: 541-553.

Agrios GN. 2005. Plant pathology. 5Ed. San Diego (SD): Elsevier Academic Press.
 Arrebola E, Jacobs R, Korsten L. 2010. Iturin A is the principal inhibitor in the biocontrol activity of *Bacillus amyloliquefaciens* PPCB004 against postharvest fungal pathogens. J Appl Microbiol 108: 386-395.
 Backman PA, Sikora RA. 2008. Endophytes an emerging tool for biological control. J Biocont 46(1): 1-3.
 Bernal G, Illanes A, Ciampi L. 2002. Isolation and partial purification of a metabolite from a mutant strain *Bacillus* sp. with antibiotic activity against plant pathogenic agents. J Biotech 5(1):1-8.

- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2008. Production of fruits in Indonesia. Badan Pusat Statistik. <http://www.bps.go.id/>. Diakses 10 Januari 2013.
- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2012. Produksi buah-buahan menurut provinsi tahun 2009-2011. Badan
- Lee S, Encarnacion MF, Zentella MC, Flores LG, Escamilla JE, Kennedy C. 2004. Indole-3-acetic acid biosynthesis is deficient in *Gluconacetobacter diazotrophicus* strains with mutations in cytochrome c biogenesis genes. *J Am Soc Microbiol* 186(16): 5384-5391.
- Leveau JH, Lindow SE. 2004. Utilization of plant hormone indole-3-acetic acid for growth by *Pseudomonas putida* strain 1290. *J Am Soc Microbiol* 1(5): 2365-2370.
- Mochizuki M, Nishijima T, Toyota K. 2005. Predominant culturable *Bacillus* species in Japanese arable soils and their potential as biocontrol agents. *J Microb Environ* 20(1): 61-68.
- Nasir N, Jumjunidang, Riska. 2005. Distribusi penyakit layu *Fusarium* dan layu bakteri *Ralstonia* pada lokasi sumber bibit dan sekolah lapang pengendalian hama terpadu pisang di Sumatera. *J Hort* 15(3): 215-222.
- Rebib H, Abdeljabbar H, Marc R, Abdellatif B, Ferid L, Najla SN. 2012. Biological control of fusarium foot rot of wheat using fengycin-producing *Bacillus subtilis* isolated from salty soil. *Af J Biotech* 11(34): 8464-8475.
- Reddy BP, Reddy KRN, Subbarao M, Rao KS. 2008. Efficacy of antimicrobial metabolites of *Pseudomonas fluorescens* against rice fungal pathogens. *Curr Trends Biotechnol Phar* 2(1): 178-182.
- Salvador S, Fontana RC, Silveira MM. 2005. Influence of pectin and glucose on growth and
- Pusat Statistik. <http://www.bps.go.id/>. Diakses 28 Januari 2013.
- Hatmanti A. 2002. Introduction to *Bacillus* spp. *J Oseana* 25(1): 31-41.
- polygalacturonase production by *Aspergillus niger* in solid-state cultivation. *J Microbiol Biotech* 32: 371-377.
- Samson RA, Hoekstra ES, Frisvad JC. 2004. Introduction to food- and airborne fungi. 7Ed. Utrecht : Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Soesanto L, Rokhlani, Prihatiningsih. 2008. Penekanan beberapa mikroorganisme antagonis terhadap penyakit layu gladiol. *J Agrivita* 30(1): 75-83.
- Sudhanta IM, Kusnarta IM, Sudana IN. 2011. Uji antagonisme beberapa jenis jamur saprofit terhadap jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* penyebab penyakit layu pada tanaman pisang serta potensinya sebagai agens pengurai seresah. *J Agroteksos* 21(2): 106-119.
- Susanna. 2006. Pemanfaatan bakteri antagonis sebagai agen biokontrol penyakit layu (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) pada tanaman pisang. *J Floratek* 2: 114-121.
- Sutariati GAK, Widodo, Sudarsono, Ilyas S. 2006. Karakter fisiologis dan keefektifan isolat rizobakteri sebagai agens antagonis *Colletotrichum capsici* dan rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman cabai. *J Kultura* 4(1): 28-34.
- Tamimi M, Herdyastuti N. 2013. Analysis functional groups using ft-ir spectroscopy of chitin variation as *Pseudomonas* sp. tnh-54 substrates. *J Chem* 2(2): 47-51.