

BACILLUS SEBAGAI AGENTS PEMACU PERTUMBUHAN DAN MENGHAMBAT INFEKSI *FUSARIUM* PADA PERKECAMBANGAN BENIH BAWANG PUTIH

Hani Kharismantari¹⁾, Zainal Djauhari Fatawi²⁾, Hadiwiyono²⁾

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

²⁾ Lecturer Staff at Study Program of Agrotechnology, Faculty of Agriculture University of Sebelas Maret (UNS) in Surakarta.

Contact Author: haniaja@aol.com.

ABSTRACT

Fusarium basal rot of garlic is important constrain for farmers in Tawangmangu, Karanganyar, Central Java. *Bacillus* is known as antagonists pathogens and can increase plant productivity. The study aims to determine the ability of *Bacillus* as growth promoter agents and to inhibit *Fusarium* infection on garlic seed germination. A mount of 20 isolates of *Bacillus* from garlic were used as treatment in the suspension test of *Bacillus*, indole acetic acid production test (IAA) and the culture filtrate test of *Bacillus* on garlic seed. Results showed that all of the isolates were able to produce IAA. Cel suspension or culture filtrate of *Bacillus* could inhibit *Fusarium* infection, *Bacillus* filtrate were not been able to promote the growth on the seed germination of garlic compared to these *Bacillus* suspension. *Bacillus* isolates B17 and B16 in the test suspension were more potential in inhibiting *Fusarium* infection and stimulate seed germination of garlic, while in the filtrate test, isolate B10 was more potential in inhibiting *Fusarium* infection on the seed germination of garlic.

Keywords: garlic, *Bacillus*, *Fusarium*, IAA, germination.

JOURNAL AGRONOMY RESEARCH

Kharismantari H, Fatawi ZD, Hadiwiyono. 2016. *Bacillus* as growth promoter agents and inhibitor *fusarium* infection on garlic seed germination. J. Agro Res 5(1): 13-18.

Hani Kharismantari, Zainal Djauhari Fatawi, Hadiwiyono. 2016. *Bacillus* sebagai agents pemacu pertumbuhan dan menghambat infeksi *fusarium* pada perkecambangan benih bawang putih. J. Agro Res 5(1): 13-18.

PENDAHULUAN

Bawang putih (*Allium sativum* L.) merupakan salah satu komoditas pertanian yang banyak dibutuhkan penduduk dunia. Akhir-akhir ini di petani di Tawangmangu, Karanganyar, Jawa Tengah, mengalami kendala ditemukannya penyakit pada tanaman bawang putih yaitu busuk pangkal *F. oxysporum* f.sp. *cepae*. Lebih dari 92% lahan penanaman bawang putih di daerah tersebut telah terjangkit *F. oxysporum* f.sp. *cepae* (Hadiwiyono et al. 2009).

Genus *Bacillus* diketahui mampu meningkatkan resistensi tanaman dan bertindak sebagai antagonis patogen (Eliza et al. 2007). Pengendalian hayati mulai diarahkan seiring perkembangan penelitian mengenai agens antagonis terutama dari kelompok bakteri. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari kemampuan *Bacillus* sebagai agens pemacu pertumbuhan pada perkecambangan benih bawang putih dalam menghambat infeksi *Fusarium* pada perkecambangan benih bawang putih Foc terhadap interaksi predisposisi ketahanan pisang.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 10 Januari 2014 sampai tanggal 22 Mei 2014 di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman dan Laboratorium Biologi

Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Perancangan penelitian pada setiap uji dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan pada setiap perlakuan. Pada uji suspensi dan uji filtrat *Bacillus* pada benih bawang putih terdapat satu perlakuan tanpa suspensi dan filtrat dengan ulangan sama sebagai kontrol (C).

Uji suspensi *bacillus* pada benih bawang putih

Uji suspensi *Bacillus* pada benih bawang putih varietas Tawangmangu Baru dilakukan dengan kerapatan 10^8 spk/ml 3 kali ulangan, terdiri dari 10 benih bawang putih berukuran seragam yang direndam dalam suspensi *Bacillus* 10 ml selama 15 menit, kemudian diletakkan secara menyebar dan telungkup pada cawan Petri berdiameter 15 cm dengan media agar air, dan terdapat satu perlakuan bibit bawang putih yang direndam aquades sebagai kontrol (C), sehingga diperoleh 63 unit perlakuan. Pengamatan dilakukan interval 2 hari selama 2 minggu dengan melihat:

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

Dengan IP = Intensitas penyakit; n = Jumlah umbi yang diamati menunjukkan skor tertentu; v = Skor untuk tanaman tertentu (0 = umbi tidak bergejala busuk pangkal *Fusarium*, 1 = umbi busuk pangkal > 0-25%, 2 = umbi busuk pangkal > 26-50%, 3 = umbi busuk pangkal > 51-75%, 4 = umbi bergejala busuk pangkal

*Fak. Pertanian UNS Surakarta
Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta

Fusarium>75%); N = Nilai skor tertinggi; Z= Jumlah seluruh umbi.

$$\text{Insidens Penyakit} = \frac{\text{Jumlah tanaman sakit}}{\text{Jumlah tanaman sehat}} \times 100\%$$

$$\text{LBKPP} = \sum_{i:1}^n \frac{X_i + 1 + X_1}{2} X(t_{i+1}-t_i)$$

Dengan LBKPP = Luas bawah kurva perkembangan penyakit; Xi = Intensitas penyakit saat pengamatan minggu ke-I; ti = Waktu pengamatan ke-I; n = Pengamatan pada saat terminal penyakit. Selanjutnya, pada perkecambahan benih dilakukan perhitungan panjang akar dan tunas serta persentase:

$$\text{Vigor benih dengan Kecepatan Kecambah} = \frac{\text{benih yang berkecambah pada hari ke-4}}{\text{benih yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

$$\text{Viabilitas benih dengan Daya Kecambah} = \frac{\text{benih yang berkecambah pada hari ke-7}}{\text{benih yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

Uji produksi indole asetic acid (IAA)

Pengambilan larutan standar IAA sebanyak 3 ml dan ditambahkan pereaksi *salkowsky* 1 ml, dihomogenkan dan diukur nilai absorbansinya dengan spektrofotometer 530 nm. Suspensi *Bacillus* 1 ml kerapatan 10⁸ spk/ml untuk 3 kali ulangan, diambil 0,3 ml, dimasukkan dalam 3 ml larutan King's B, diulang 3 kali. Sampel *dishaker* selama 24 jam pada suhu 27°C, kemudian sentrifugasi 20 menit kecepatan 5000 rpm. Diambil supernatan sebanyak 2 ml dan ditambahkan pereaksi *salkowsky* 1 ml, diperoleh perbandingan 2:1. Sampel didiamkan 25 menit, diukur absorbansi dengan spektrofotometer 530 nm. Persamaan regresi disubstitusikan nilai absorbansi sampel (Bressan dan

Borges 2003). Produksi IAA disubstitusikan dengan spektrofotometer 530 nm dan persamaan regresi kurva standar IAA berdasarkan program MS. Excel 2007 for Windows 7.

Uji filtrat *Bacillus* pada benih bawang putih

Perancangan sebanyak 10 ml isolat *Bacillus* dimasukkan pada tabung reaksi, sentrifugasi 5000 rpm selama 20 menit. Supernatan lalu diautoklaf 1 jam kemudian disinari UV selama 3 jam sebagai filtrat *Bacillus*. Uji ini dilakukan dengan metode dan pengamatan yang sama seperti pada uji suspensi *Bacillus*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji suspensi *Bacillus* pada benih bawang putih

Hasil dari uji suspensi *Bacillus* pada benih bawang putih yang dilakukan dengan metode perendaman benih, mampu menurunkan infeksi *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* pada perkecambahan benih bawang putih (Tabel 1). Beberapa peneliti lain juga telah menemukan aktivitas biokontrol *Bacillus* terhadap banyak bakteri patogen umum (Chung et al. 2008, Gajbhiye et al. 2010). Bila dibandingkan dengan benih tanpa perlakuan, benih dengan perlakuan isolat B17 merupakan isolat *Bacillus* yang mampu menurunkan infeksi *Fusarium* dengan rata-rata IP, insidens penyakit dan LBKPP terendah, yaitu 16,67%, 40,00%, dan 165,00. Menurut Satpute et al. (2008) *Bacillus* spp. dapat memainkan peran penting dalam pengelolaan penyakit tanaman untuk meningkatkan produktivitas tanaman melalui berbagai mekanisme Hasil ini didukung oleh hasil pengamatan tabel pengaruh suspensi *Bacillus* pada tingkat perkecambahan benih bawang putih (Tabel 2).

Tabel 1 Pengaruh suspensi *Bacillus* terhadap infeksi *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* pada perkecambahan benih bawang putih

Isolat	Intensitas Penyakit(%)	Insidens Penyakit (%)	LBKPP
Tanpa Perlakuan (C)	67,50±04,33 cde	90,00±05,77 e	496,67±052,96 bc
B1	57,50±11,81 bcde	76,67±03,33 cde	513,33±076,79 bc
B2	55,00±02,50 bcde	73,33±03,33 cde	441,67±104,59 abc
B3	71,67±13,64 de	76,67±08,82 cde	353,33±018,05 abc
B4	60,00±20,00 bcde	66,67±13,33 bcde	326,67±122,76 abc
B5	58,33±16,41 bcde	70,00±11,55 bcde	393,33±129,50 abc
B6	37,50±17,02 abcd	60,00±05,77 abcd	192,50±061,46 abc
B7	66,67±03,33 bcde	66,67±03,33 bcde	440,83±130,03 abc
B8	33,33±01,67 abcd	66,67±03,33 bcde	221,20±038,13 ab
B9	30,83±03,63 abc	46,67±03,33 ab	235,00±035,03 ab
B10	83,33±03,33 e	83,33±03,33 de	505,00±090,00 bc
B11	46,67±07,26 abcde	63,33±03,33 abcd	278,33±013,41 abc
B12	60,00±15,00 bcde	70,00±10,00 bcde	409,17±122,61 bc
B13	51,67±10,14 abcde	63,33±06,67 abcd	413,33±117,49 abc
B16	46,67±17,64 abcde	46,67±13,33 bcde	265,00±125,13 abc
B17	16,67±04,41 a	40,00±05,77 a	165,00±057,95 a
B18	61,67±18,33 bcde	70,00±10,00 bcde	435,00±065,26 abc
B19	37,50±07,50 abcd	63,33±03,33 abcd	296,67±087,11 abc
B20	27,50±06,61 ab	56,67±03,33 abc	180,00±035,00 a
B21	40,00±13,23 abcd	60,00±00,00 abcd	295,83±114,29 abc
B22	66,67±06,67 bcde	66,67±06,67 bcde	543,33±060,99 c

Keterangan: Angka pada kolom sama yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan ($P<0,05$). Angka yang menyertai rata-rata adalah standar error.

Tabel 2 Pengaruh suspensi *Bacillus* pada tingkat perkecambahan benih bawang putih

Isolat	Panjang Akar (cm)	Panjang Tunas (cm)	KK (%)	DK(%)
Tanpa Perlakuan (C)	1,50±0,35 b	1,23±0,08 ab	10,00±0,00 abc	20,00±00,00 ab
B1	0,43±0,43 ab	1,52±0,44 ab	00,00±0,00 a	03,33±03,33 a
B2	0,77±0,58 ab	1,19±0,28 ab	06,67±6,67 abc	06,67±06,67 a
B3	0,27±0,15 ab	0,99±0,04 ab	03,33±3,33 ab	03,33±03,33 a
B4	0,48±0,24 ab	2,05±1,06 b	00,00±0,00 a	06,67±03,33 a
B5	0,43±0,43 ab	1,25±0,50 ab	13,33±8,82 a	20,00±15,28 ab
B6	0,60±0,60 ab	1,25±0,23 ab	03,33±3,33 ab	10,00±10,00 a
B7	0,00±0,00 ab	0,95±0,29 ab	00,00±0,00 a	00,00±00,00 a
B8	0,63±0,41 a	1,46±0,64 ab	03,33±3,33 ab	16,67±08,82 ab
B9	0,07±0,07 ab	0,50±0,25 a	00,00±0,00 a	00,00±00,00 a
B10	0,83±0,83 a	0,62±0,31 a	06,67±3,33 abc	10,00±05,77 a
B11	0,30±0,17 ab	1,02±0,09 ab	00,00±0,00 a	00,00±00,00 a
B12	0,37±0,37 ab	1,18±0,08 ab	00,00±0,00 a	00,00±00,00 a
B13	0,20±0,10 a	1,15±0,30 ab	00,00±0,00 a	03,33±03,33 a
B16	0,68±0,42 ab	0,68±0,19 ab	16,67±8,82 c	30,00±05,77 b
B17	0,50±0,50 ab	1,60±0,92 ab	00,00±0,00 ab	06,67±03,33 a
B18	0,00±0,00 a	0,98±0,22 ab	03,33±3,33 ab	10,00±10,00 a
B19	0,00±0,00 a	0,67±0,18 ab	00,00±0,00 a	00,00±00,00 a
B20	0,17±0,17 a	1,31±0,13 ab	00,00±0,00 a	10,00±05,77 a
B21	0,00±0,00 a	1,01±0,16 ab	00,00±0,00 a	00,00±00,00 a
B22	0,00±0,00 a	0,90±0,15 ab	03,33±3,33 ab	10,00±05,77 a

Keterangan: Angka pada kolom sama yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan ($P<0,05$). Angka yang menyertai rata-rata adalah standar error.

Beberapa isolat mikroorganisme antagonis juga efektif untuk memacu pertumbuhan tanaman (Haggag dan Abo-sedera 2005, Saidi et al. 2009). Peningkatan panjang akar dan panjang tunas dengan perlakuan tidak berpengaruh nyata, berbeda pada peningkatan kecepatan kecambah dan daya kecambah berpengaruh nyata pada perkecambahan benih bawang putih. Perlakuan dengan isolat B16 menunjukkan rata-rata daya kecambah dan kecepatan kecambah paling tinggi yaitu 16,67% dan 30,00%.

Menurut Febriani et al. (2009) dalam penelitiannya panjang tunas dan akar pada tanaman kontrol dan perlakuan menunjukkan hasil tidak berbeda nyata, dikarenakan hormon auksin dan sitokinin endogen pada tanaman sudah mampu mempengaruhi proses pembelahan dan pemanjangan sel, dan diduga karena IAA endogen pada stek sudah optimal merangsang proses pembelahan dan pemanjangan sel, sehingga

penambahan konsentrasi IAA akan menghambat pemanjangan akar. Pertumbuhan panjang akar dapat dipengaruhi faktor genetik yang berperan mengkoordinasi gen yang membangun sistem perakaran (Hussain et al. 2004). Hasil ini didukung hasil uji produksi IAA *Bacillus*.

Uji produksi *Indole Asetic Acid* (IAA)

Uji produksi IAA merupakan salah satu karakterisasi fisiologi *Bacillus*. Hasil produksi IAA dari 20 isolat *Bacillus* setelah inkubasi 24 jam, menunjukkan bahwa *Bacillus* mampu menghasilkan IAA dengan konsentrasi berbeda (Tabel 3). Isolat bakteri yang ditandai biokimia dan disaring in vitro untuk pertumbuhan tanaman, seperti dapat mempromosikan ciri-ciri produksi asam asetat indol (IAA) dan ditunjukkan oleh penampilan warna pink (Pavan dan Shruti 2013).

Tabel 3 Kemampuan produksi *Indole Asetic Acid* (IAA) pada *Bacillus*

Isolat	IAA (ppm)	Isolat	IAA (ppm)
B1	0,391	B11	0,381
B2	0,389	B12	0,386
B3	0,39	B13	0,386
B4	0,388	B16	0,394
B5	0,389	B17	0,393
B6	0,387	B18	0,381
B7	0,394	B19	0,383
B8	0,388	B20	0,386
B9	0,389	B21	0,385
B10	0,395	B22	0,385

Konsentrasi tertinggi dihasilkan oleh isolat B10 yaitu 0,395 ppm. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan isolat *Bacillus* dalam mengkonversi triptofan yang terkandung dalam media King's B menjadi IAA. Sesuai pernyataan Lee et al. (2004) bahwa triptofan adalah prekursor (bahan dasar) yang berfungsi untuk biosintesis auksin baik mikrob maupun tanaman. Hormon tanaman IAA sebagai auksin berfungsi sebagai molekul sinyal penting dalam mengatur organogenesis, tanggapan tropis, ekspansi sel, divisi, diferensiasi dan regulasi gen tanaman (Ryu dan Patten, 2008). Hasil uji suspensi *Bacillus* dan produksi IAA ini ditambahkan dengan hasil uji filtrat *Bacillus* pada benih bawang putih yang juga

berpengaruh terhadap infeksi *Fusarium* dan tingkat perkecambahan pada benih bawang putih.

Uji filtrat *Bacillus* pada benih bawang putih

Hasil uji filtrat *Bacillus* pada benih bawang putih menurunkan infeksi *Fusarium* pada perkecambahan benih bawang putih (Tabel 4). Spesies *Bacillus* terkenal karena kemampuan mereka untuk mengontrol penyakit tanaman termasuk produksi metabolit sekunder (Abeyasinghe 2007, Abeyasinghe 2009, El-hamshary dan Khattab 2008; Janisiewica dan Korsten 2002).

Tabel 4 Pengaruh filtrat *Bacillus* terhadap infeksi *Fusariumoxysporum* f.sp. *cepae* pada perkecambahan benih bawang putih

Isolat	Intensitas Penyakit(%)	Insidens Penyakit (%)	LBKPP
Tanpa Perlakuan (C)	83,33±08,82 cd	83,33±08,82 def	435,83±052,49 ef
B1	70,00±10,00 bcd	76,67±08,82 bcdef	455,00±112,51 f
B2	46,67±15,90 abcd	83,33±03,33 def	329,17±065,26 bcdef
B3	68,33±16,91 bcd	80,00±05,77 cdef	328,33±048,44 bcdef
B4	65,00±15,00 bcd	76,67±03,33 bcdef	276,67±095,68 abcdef
B5	18,33±03,63 a	56,67±06,67 a	138,33±017,64 ab
B6	43,33±08,33 abc	66,67±03,33 abcd	201,67±030,43 abc
B7	68,33±16,91 bcd	80,00±05,77 cdef	294,17±013,72 abcdef
B8	48,33±11,67 abcd	63,33±03,33 abc	235,00±042,52 abcd
B9	47,50±09,01 abcd	63,33±03,33 abc	283,33±063,19 abcdef
B10	15,83±00,83 a	63,33±03,33 abc	124,17±027,25 a
B11	83,33±03,33 cd	86,67±06,67 ef	419,17±044,07 def
B12	85,83±09,61 d	93,33±03,33 f	277,50±036,26 abcdef
B13	60,00±20,82 bcd	80,00±05,77 cdef	304,17±074,36 abcdef
B16	60,83±05,07 bcd	73,33±03,33 abcde	373,33±012,28 cdef
B17	73,33±03,33 bcd	73,33±03,33 abcde	355,00±046,93 cdef
B18	39,17±13,33 ab	63,33±06,67 abc	200,83±044,26 abc
B19	70,00±15,28 bcd	83,33±03,33 def	334,17±081,55 cdef
B20	42,50±19,09 abc	70,00±05,77 abcde	238,33±058,35 abcd
B21	50,00±06,61 abcd	60,00±05,77 ab	222,50±047,19 abc
B22	61,67±09,17 bcd	73,33±03,33 abcde	252,50±046,12 abcde

Keterangan: Angka pada kolom sama yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan ($P<0,05$). Angka yang menyertai rata-rata adalah standar eror.

Tabel 5 Pengaruh filtrat *Bacillus* pada tingkat perkecambahan benih bawang putih

Isolat	Panjang Akar (cm)	Panjang Tunas (cm)	K K(%)	DK (%)
Tanpa Perlakuan (C)	3,28±1,78 b	2,26±0,39 ab	10,00±5,77 a	20,00±05,77 ab
B1	0,12±0,12 a	2,40±0,35 b	00,00±0,00 a	26,67±12,02 ab
B2	0,50±0,25 a	2,37±0,72 b	03,33±3,33 a	23,33±12,02 ab
B3	0,17±0,17 a	1,68±0,38 ab	03,33±3,33 a	23,33±03,33 ab
B4	0,23±0,23 a	1,73±0,74 ab	03,33±3,33 a	23,33±06,67 ab
B5	0,53±0,53 a	1,84±0,43 ab	06,67±3,33 a	23,33±08,82 ab
B6	0,77±0,03 a	1,29±0,09 ab	13,33±8,82 a	16,67±12,02 ab
B7	1,20±1,20 a	1,75±0,14 ab	03,33±3,33 a	20,00±00,00 ab
B8	0,07±0,07 a	1,27±0,31 ab	00,00±0,00 a	13,33±08,82 ab
B9	0,23±0,23 a	1,34±0,28 ab	06,67±6,67 a	13,33±08,82 ab
B10	0,27±0,27 a	1,41±0,14 ab	10,00±5,77 a	16,67±03,33 a
B11	0,40±0,21 a	1,62±0,44 a	06,67±6,67 a	16,67±06,67 ab
B12	0,00±0,00 a	1,06±0,12 ab	13,33±3,33 a	40,00±05,77 b
B13	0,87±0,45 a	1,58±0,28 ab	10,00±0,00 a	20,00±05,77 ab
B16	0,00±0,00 a	1,83±0,38 ab	13,33±6,67 a	36,67±03,33 b
B17	0,67±0,48 a	1,39±0,21 ab	16,67±3,33 a	23,33±13,33 ab
B18	1,20±0,79 a	1,63±0,42 ab	16,67±8,82 a	20,00±05,77 ab
B19	0,00±0,00 a	1,45±0,08 ab	00,00±0,00 a	20,00±05,77 ab

B20	0,00±0,00 a	1,21±0,12 ab	03,33±3,33 a	36,67±08,82 b
B21	0,72±0,72 a	1,76±0,28 ab	03,33±3,33 a	23,33±12,02 ab
B22	0,00±0,00 a	1,85±0,53 ab	10,00±5,77 a	26,67±03,33 ab

Keterangan: Angka pada kolom sama yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan ($P < 0,05$). Angka yang menyertai rata-rata adalah standar eror.

Semua filtrat isolat *Bacillus* menurunkan intensitas penyakit secara nyata, dibandingkan tanpa perlakuan. Isolat B10 memiliki rata-rata intensitas penyakit dan LBKPP terendah 15,83% dan 124,17. Potensi *Bacillus* spp. mensintesis berbagai metabolit dengan aktivitas antibakteri, antijamur intensif dieksploitasi dalam bidang kedokteran dan bioteknologi, dan kemampuan mengendalikan penyakit tanaman sebagai agens pengendalian biologi (Silo-Suh et al. 1994, Moyne et al. 2001). Spesies *Bacillus* menghasilkan antibiotik dengan spektrum luas, menginduksi resistensi dan pertahanan respon sistemik sejumlah patogen dalam tanaman inang (Chen et al. 2009, Niu et al. 2011). Hasil ini didukung pengaruh filtrat *Bacillus* pada tingkat perkecambahan benih bawang putih (Tabel 5). Hasil uji filtrat tidak berpengaruh nyata meningkatkan perkecambahan benih bawang putih. Febriani et al. (2009) menjelaskan bahwa tidak ada interaksi faktor konsentrasi dan lama perendaman pada pertumbuhan tunas dan akar *Jatropha curcas* L. karena absorpsi IAA yang masuk dalam sel sudah mencapai keadaan seimbang (jumlah IAA di luar sel dan di dalam sel sama), sehingga penambahan waktu perendaman tidak meningkatkan jumlah IAA ke dalam stek.

KESIMPULAN DAN SARAN

Isolat *Bacillus* dalam bentuk suspensi dan filtrat, mampu menghambat infeksi *Fusarium* pada perkecambahan benih bawang putih dan menghasilkan *Indole Asetic Acid* (IAA). Suspensi *Bacillus* lebih mampu memacu perkecambahan dibandingkan filtrat *Bacillus*. Isolat *Bacillus* B17 dan B16 dalam suspensi lebih potensial menghambat infeksi *Fusarium* dan memacu perkecambahan, sedangkan dalam filtrat, isolat B10 lebih potensial menghambat infeksi *Fusarium* pada perkecambahan benih bawang putih. Perlu penelitian lanjutan dengan pengaplikasian langsung di lahan, serta kandungan sitokinin pada *Bacillus* bawang putih dalam memacu pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abeyasinghe S. 2007. Biological control of *Fusarium solani* f. sp. *Phaseoli* the causal agent of root rot of bean using *Bacillus subtilis* CA32 and *Trichoderma harzianum* RU01. *Ruhuna J Sci.* (2):82-88.
- Abeyasinghe S. 2009. Effect of combined use of *Bacillus subtilis* CA32 and *Trichoderma harzianum* RU01 on biological control of *Rhizoctonia solani* on *Solanum melongena* and *Capsicum annum*. *J Plant Pathol.* (8):9-16.
- Bressan W, Borges M. 2004. Delivery methods for introducing endophytic bacteria into maize. *Biocontrol.*(49):315-322.
- Chen XH, Koumoutsis A, Scholz R, Borriss R. 2009. More than anticipated -production of antibiotics and other secondary metabolites by *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42. *J Mol Microb Bio.* (16):14-24. DOI: 10.1159/000142891.
- Chung S, Kong H, Buyer JS, Lakshman DK, Lydon J, Kim SD. 2008. Isolation and partial characterization of *Bacillus subtilis* ME488 for suppression of soilborne pathogens of cucumber and pepper. *Appl Micro Biotech.* 80(1):115–23.
- El-hamshary OIM, Khattab AA. 2008. Evaluation of antimicrobial activity of *Bacillus subtilis* and *Bacillus cereus* and their fusants against *Fusarium solani*. *Res J Cell Mol Biol.*
- Eliza, Munif A, Djatnika, Widodo. 2007. Karakter fisiologis dan peranan antibiosis bakteri perakaran *Graminae* terhadap *Fusarium* dan pemacu pertumbuhan tanaman pisang. *J Hort.* 17(2):150-160.
- Febriani TP, Sri D, Budi R. 2009. Pengaruh konsentrasi dan lama Perendaman dalam supernatan kultur *Bacillus* sp.2 DUCC-BR-K1.3 terhadap pertumbuhan stek horisontal batang jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *J Sains Mat.* (17):131-140.
- Gajbhiye A, Alok RR, Meshram SU, Dongre AB. 2010. Isolation, evaluation and characterization of *Bacillus subtilis* from cotton rhizospheric soil with biocontrol activity against *Fusarium oxysporum*. *World J Micro Biotech.* 26(7):1187–94.
- Hadiwiyono, Wuspada RD, Widono S, Poromarto SH, Fatawi ZD. 2009. “Kesuspresifan tanah” terhadap busuk pangkal (*Fuarius oxysporum* f.sp. *cepae*) bawang putih di Tawangmangu. *Sains Tanah.* 6(1):1-6.
- Haggag WM, Abou-Sedera S. 2005. Characteristics of three *Trichoderma* species in peanut haulms compost involved in biocontrol of cumin wilt disease. *Int J Agric Biol.* (7):222–229.
- Hussain A, Khan MA. 2004. Effect of growth regulator on stem cutting of *Rosa bourboniana* and *Rosa gruss-anteplitz*. *Int J AgrBio.* 6(5):931-932.
- Janisiewicz WJ, Korsten L. 2002. Biological control of postharvest diseases of fruits. *Rev Phytopathol.* (40):411-441.
- Lee S, Encarnacion MF, Zentella MC, Flores LG, Escamilla JE and Kennedy C. 2004. Indole-3-acetic acid biosynthesis is deficient in *Gluconacetobacter diazotrophicus* strains with mutations in cytochrome c biogenesis genes. *J Am Soc Micro.* 186(16):5384-
- Moyne AL, Shelby R, Cleveland TE, Tuzun S. 2001. Bacillomycin D: an liturin with antifungal activity against *Aspergillus flavus*. *J Appl Micro.* (90):622–629.
- Niu D, Liu H, Jiang C, Wang Y, Wang Q, Jin H, Guo J. 2011. The plant growth promoting Rhizobacterium

- Bacillus cereus* AR156 induces systemic resistance in *Arabidopsis thaliana* by simultaneously activating salicylate- and jasmonate/ ethylene-dependent signaling pathways. *Mol Plant Microb Interact.* (24): 533-542.
- Pavan KAD, Shruti A. 2013. Characterization of *Bacillus* sp. strains isolated from rhizosphere of tomato plants (*Lycopersicon esculentum*) for their use as potential plant growth promoting rhizobacteria. *Int J Curr Microbiol App Sci.* 2(10): 406-417.
- Peter JT, Darren WO, John RH, Paul JAW, David LJ. 2014. Auxin secretion by *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 both stimulates root exudation and limits phosphorus uptake in *Triticum aestivum*. *BMC Plant Bio.* (14): 51.
- Saidi N, Kouki S, M'Hiri F, Hajlaoui MR, Mahrouk M, Ouzari H, Jedidi N, Hassen A. 2009. Characterization and selection of *Bacillus* sp. strains, effective biocontrol agents against *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, the causal agent of *Fusarium* crown and root rot in tomato. *Ann Microbiol.* (59):191–198.
- Satpute SK, Bhawsar, Dhakephalkar, Chopade. 2008. Assessment of different screening methods for selecting biosurfactant producing marine bacteria. *Indian J Marine Sci.* (37):243-250.
- Silo-Suh LA, Lethbridge BJ, Raffel SJ, He H, Clardy J, Handelsman J. 1994. Biological activities of two fungistatic antibiotics produced by *Bacillus cereus* UW85. *Appl Environ Microbiol.* (60):2023–2030.