



"Tema: 1 (biodiversitas tropis dan prospeksi)"

**BAKTERI RIZOSFER PADI SEBAGAI AGENS HAYATI
XANTHOMONAS ORYZAE PV. ORYZAE DAN PENGARUHNYA
TERHADAP PERKECAMBAHAN BENIH PADI**

Oleh

Nur Prihatiningsih¹, Heru Adi Djatmiko¹, Puji Lestari²

**¹Fakultas Pertanian UNSOED, ²Fakultas MIPA UNSOED
prihatiningsihnur@gmail.com**

ABSTRAK

Bakteri rizosfer padi adalah bakteri yang diisolasi dari tanah yang menempel pada akar padi sehat. lahan marginal dan lahan subur. Tujuan penelitian ini adalah untuk 1) menguji bakteri rizosfer padi sebagai agens pengendali hayati bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Xoo) penyebab penyakit hawar daun bakteri *in vitro*, 2) menguji kemampuan bakteri rizosfer tersebut sebagai PGPR. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan pengambilan sampel tanaman sehat secara purposive random sampling di lahan marginal dan lahan subur. Selanjutnya isolat yang diperoleh dilakukan uji secara *in vitro* terhadap pertumbuhan bakteri Xoo dengan metode dua lapis medium, menggunakan rancangan acak lengkap 9 perlakuan dan 3 ulangan. Pengujian kemampuan bakteri rizosfer sebagai PGPR dilakukan dengan mengamati pengaruhnya terhadap perkecambahan benih dan penghasil IAA. Variabel yang diamati adalah zona hambatan dan persentase perkecambahan serta penghasil IAA secara kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri rizosfer isolat Somagede 3 mampu menghambat pertumbuhan Xoo dengan zona hambat sebesar 10 mm. Pertumbuhan benih padi terbaik pada perlakuan bakteri rizosfer isolate Somagede 3 dengan peningkatan tinggi tanaman sebesar 35,23%, sedangkan yang menunjukkan daya kecambah terbaik isolat Sumbang 4 sebesar 96,67% atau peningkatan daya kecambah dibanding dengan kontrol sebesar 16,31%. Penghasil IAA terbanyak adalah isolat Somagede 3 pada konsentrasi 60% menunjukkan kadar IAA 84,12 ppm. Hasil penelitian ini terpilih 8 isolat sebagai kandidat bakteri yang berpotensi sebagai agens hayati, dengan isolat Somagede 3 yang menunjukkan hasil yang konsisten.

Kata kunci: *bakteri rizosfer, hawar daun bakteri, IAA, pertumbuhan tanaman*

ABSTRACT

Rhizosphere bacteria are bacteria isolated from the soil that attach to healthy rice roots. The purpose of this study was to 1) test the rice rhizosphere bacteria as a biological control agent of Xanthomonas oryzae pv. oryzae (Xoo) causes bacterial leaf blight in vitro, 2) tests the ability of the rhizosphere bacteria as PGPR. The research method used was an experiment by taking samples of healthy plants by purposive random sampling in marginal land and arable land. Furthermore, the isolates obtained were tested against the growth of Xoo by the two-layer medium method using a completely randomized design 9 treatments and 3 replications. Testing the ability of rhizosphere bacteria as PGPR is done by observing their effects on seed germination and IAA producers qualitatively and quantitatively. The results showed that the rhizosphere bacteria isolate Somagede 3 was able to



inhibit Xoo growth with inhibition zones of 10 mm. The best rice seed growth in the treatment of the rhizosphere bacteria of Somagede 3 isolates with an increase in plant height of 35.23%, while those showing the best germination of Sumbang 4 isolates was 96.67% or an increase in germination capacity compared with a control of 16.31%. The highest IAA producer was Somagede 3 isolate at a concentration of 60% showing IAA levels of 84.12 ppm. The results of this study were selected 8 isolates as potential bacterial candidates as biological agents, with isolate Somagede 3 which showed the best consistent.

Key words: rhizosphere bacteria, bacterial leaf blight, IAA, plant growth

PENDAHULUAN

Rizosfer merupakan relung ekologi yang didefinisikan sebagai daerah di sekitar akar. Rizosfer merupakan lingkungan dimana tanaman tersebut membantu patogen dan mikroorganisme berguna untuk mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatan tanaman. Banyak tanaman tergantung pada tanah, namun tanaman dan asosiasinya dengan mikroorganisme berperan membentuk tanah dan modifikasinya (Lynch, 1990). Hitler pada tahun 1904 adalah seorang mikrobiologist Jerman yang memperkenalkan istilah rizosfer sebagai daerah tanah yang berperan untuk meningkatkan aktivitas mikroorganisme di daerah sekitar perakaran. Selanjutnya perakaran dibagi menjadi 2 zona yaitu permukaan akar dan rizosfer. Bakteri yang berasosiasi dengan tanah di sekitar perakaran disebut bakteri rizosfer (Nasrin & Rahman, 2007). Bakteri rizosfer adalah bakteri yang habitatnya pada tanah di sekitar perakaran yaitu yang masih menempel pada akar. Rizosfer merupakan tempat proses aktif dari biogeokimia yang mempengaruhi proses metabolisme tanaman untuk memelihara kesehatan tanaman. Pada rizosfer ini mikroorganisme hidup karena terdapat banyak bahan-bahan yang menguntungkan untuk pertumbuhan mikroorganisme. Bahan atau senyawa kimia itu berasal dari sekresi dan eksudat akar, dan secara simbiosis melalui aktivitas mikroorganisme tersebut, bahan-bahan kimia yang ada di dalam tanah dapat menjadi bentuk tersedia bagi tanaman, karena mikroorganisme tersebut mampu menghasilkan senyawa yang mampu melarutkan fosfat, mengkhelat besi dan menghasilkan fitohormon seperti IAA dan giberelin (Morrissey *et al.*, 2004).

Mikroorganisme yang ada di rizosfer berperan penting dalam pertumbuhan dan ekologi tanaman. Interaksi mikroba dalam akar melibatkan endofitik atau mikroorganisme yang hidup bebas dapat bersimbiotik di alam seperti bakteri pemfiksasi N₂ berasosiasi dengan leguminosa dan interaksi akar dengan mikoriza, semuanya mampu memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat dan mensintesis IAA (*indole acetyc acid*). Populasi bakteri rizosfer berkaitan dengan pH tanah dan kandungan bahan organik (Taylor *et al*, 2009; Buee *et al*, 2009, Thanh & Diep, 2014). Peran bakteri rizosfer dapat sebagai agens pengendali hayati bagi patogen tanaman dan sekaligus mampu sebagai PGPR (*plant growth-promoting rhizobacteria*) yang memacu pertumbuhan tanaman, karena bakteri rizosfer



mampu mensintesis fitohormon seperti IAA, giberelin, sitokinin dan etilen (Babalola, 2002; Arau'jo *et al.*, 2005; Susilo *et al.*, 2015).

Xanthomonas oryzae pv. *oryzae* (Xoo) merupakan bakteri patogen penyakit hawar daun padi. Penyakit ini dapat menurunkan hasil sebesar 74 %. Keparahan penyakit tergantung pada varietas dan isolat. Bakteri Xoo menimbulkan dua gejala primer yaitu hawar (hawar bibit) dan kresek (fase layu). Selama fase blight bakteri masuk melalui luka atau pori air pada tepi dan bagian atas daun menyebabkan gejala sistemik. Gejala yang nampak adalah bercak kebasahan kuning tidak teratur dengan tepi bergelombang, daun menjadi tidak tegak dengan bercak mulai dari tepi dekat ujung daun. Xoo merupakan bakteri berbentuk batang berukuran 0,55-0,75 x 1,35-2,17 μm , dengan flagella tunggal polar, tidak membentuk spora, motile, tunggal atau berpasangan dan kadang-kadang berantai, Gram negatif, koloni berwarna kuning terang. Lebih dari 30 ras ditemukan dengan subgrup dalam spesies. Apabila tidak ada inang bakteri Xoo bertahan pada sisa daun padi lebih dari 3 tahun, pada jerami dan pada sekam padi (Furutani *et al.*, 2009).

Pengendalian penyakit hawar daun bakteri padi sementara ini dengan bakteritisida, namun menimbulkan permasalahan yaitu tidak ramah lingkungan dan menimbulkan resistensi terhadap patogennya. Oleh karena itu perlu dicari alternatif pengendalian yang ramah lingkungan, berasal dari habitatnya dan mempunyai efek yang berkelanjutan yaitu dengan pemanfaatan bakteri rizosfer. Bakteri rizosfer diisolasi dari rizosfer padi sehat, mempunyai keunggulan sebagai pengendali patogen karena mampu berkompetisi dalam relung ekologi dengan patogen dan menghasilkan senyawa penghambat seperti siderofor yang mengkhelat besi dan fitohormon IAA yang mampu memacu pertumbuhan tanaman, sehingga dapat berperan sebagai PGPR.

Tujuan penelitian ini adalah untuk 1) menguji bakteri rizosfer padi sebagai agens pengendali hayati bakteri *X. oryzae* pv. *oryzae* (Xoo) penyebab penyakit hawar daun bakteri *in vitro*, 2) menguji kemampuan bakteri rizosfer tersebut sebagai PGPR.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Tanaman dan Screen House Fakultas Pertanian Unsoed Purwokerto mulai bulan Maret sampai dengan Agustus 2019. Sampel tanaman padi sehat diambil di lahan marginal Desa Somagede dan Rawalo (Serayu) Banyumas serta dari lahan subur desa Karangwangkal dan Sumbang. Penelitian ini terdiri atas 3 tahap, tahap pertama isolasi dan identifikasi bakteri rizosfer dari tanaman padi sehat, isolasi bakteri patogen *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dari tanaman padi bergejala hawar daun. Tahap ke dua menguji antagonisme antara bakteri rizosfer dengan Xoo dan tahap ke 3 adalah menguji kemampuan bakteri rizosfer menghasilkan IAA secara kualitatif dan kuantitatif kemudian menguji pengaruhnya terhadap perkecambahan benih padi.



Penelitian tahap 1. Isolasi dan identifikasi bakteri rizosfer padi

Isolasi bakteri rizosfer padi sehat dilakukan dengan metode menurut Singh & Prasad (2014) menggunakan medium NA (*nutrient agar*), dengan seri pengenceran (*dilution plate methods*). Sebanyak 10 g tanah dari rizosfer padi sehat dimasukkan ke dalam 90 ml air steril dalam erlenmeyer ukuran 250 ml. Kemudian digojog/dogoyang dengan tangan 10 menit kemudian dibiarkan. Setelah itu dilakukan seri pengenceran dengan mengambil 1 ml dimasukkan ke dalam 9 ml air steril. Pada pengenceran 10^{-1} ini dilakukan pemanasan dengan oven 80°C selama 20 menit untuk target mendapatkan isolat *Bacillus* sp. Selanjutnya dilakukan seri pengenceran sampai dengan 10^{-4} . Pada pengenceran ke dua, tiga dan empat ditumbuhkan dengan cara *spread plate* pada cawan Petri yang sudah berisi medium NA dengan menanam $100\ \mu\text{l}$ sampel pengenceran, kemudian diinkubasi pada suhu $\pm 30^{\circ}\text{C}$ selama 24-48 jam (Singh & Prasad, 2014). Koloni tunggal yang tumbuh kemudian dipindah pada medium NA yang baru pada tabung reaksi untuk kepentingan pengujian berikutnya.

Isolasi *X.oryzae* pv. *oryzae* dilakukan dengan mengambil tanaman padi bergejala hawar daun dan dipotong pada bagian yang sehat dan sakit, dilakukan sterilisasi permukaan menggunakan alkohol 70% dan dibilas dengan air steril 3 kali selanjutnya dikeringanginkan dan ditumbuhkan pada medium NA. Koloni yang tumbuh berwarna kuning dipisahkan pada medium NA baru untuk kepentingan pengujian berikutnya. Variabel yang diamati pada penelitian tahap 1 adalah karakter morfologi dan biokimia bakteri rizosfer dan Xoo.

Penelitian tahap 2. Uji aktivitas antibiosis bakteri rizosfer terhadap Xoo

Uji aktivitas antibiosis dilakukan dengan metode dua lapis medium menurut Ghosh *et al.* (2007), menggunakan medium NA dan agar air 0,6% dengan metode inokulasi titik. Bakteri rizosfer dan Xoo masing-masing disiapkan pada medium NA miring 48 jam. Plating medium NA pada cawan Petri setelah siap kemudian diinokulasi titik dengan bakteri rizosfer pada empat titik sesuai dengan daerah asal isolat bakteri rizosfer. Setelah koloni berumur 24 jam diberi kloroform pada tutup cawan Petri dengan cara meletakkannya secara terbalik, 3-4 jam kemudian setelah semua kloroform menguap, cawan Petri dibalik kembali dan diberi lapisan ke dua dengan agar air 4 ml ditambah $200\ \mu\text{l}$ bakteri Xoo yang telah dipanen dari 1 tabung reaksi medium miring dengan 10 ml air steril. Selanjutnya diinkubasi 24 jam, dan diamati zona penghambatan dalam satuan mm dengan mengukur Zona hambatan = diameter zona – diameter koloni (mm).

Rancangan yang digunakan adalah Acak lengkap dengan 8 perlakuan dan 3 ulangan. Variabel yang diamati selain zona hambatan adalah mekanisme penghambatan termasuk bakteriostatik atau bakterisidal (Goto, 1992).



Penelitian tahap 3. Uji aktivitas bakteri rizosfer sebagai penghasil IAA dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman padi.

Bakteri rizosfer diuji aktivitasnya sebagai penghasil IAA menurut metode yang dikemukakan oleh Reetha *et al.* (2014) dengan cara menumbuhkan satu ose bakteri rizosfer pada 10 ml medium NB yang diberi tryptofan 2%, kemudian diinkubasikan 24 jam pada suhu ruang dan dihomogenkan dengan sentrifuse 3000 rpm 10 menit. Selanjutnya sebanyak 0,5 ml supernatan ditambah 1,5 ml reagen Salkowski (perbandingan 1:3) kemudian diinkubasi selama 30 menit pada ruang gelap. Pembuatan reagen Salkowski adalah 250 ml H₂SO₄ pekat + 10 FeCl₃ 6 H₂O 0,5 M dan air steril 500 ml. Bakteri penghasil IAA dengan interpretasi positif ditunjukkan dengan perubahan warna medium menjadi merah muda secara kualitatif dapat teramati. Kadar IAA yang dihasilkan dapat diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 530 nm, dan dinilai berdasarkan kurva standar IAA.

Uji bakteri rizosfer terhadap pertumbuhan tanaman padi dilakukan dengan mengamati perkecambahan benih padi setelah perlakuan dengan bakteri rizosfer dan mengukur tinggi tanaman masa persemaian. Rancangan yang digunakan adalah Acak Lengkap dengan 9 perlakuan dan 3 ulangan. Variabel yang diamati adalah persentase perkecambahan dengan menghitung jumlah benih yang berkecambah (pertumbuhan bibit) dengan jumlah benih yang disebar. Selain itu juga diamati tinggi tanaman sampai umur 2 minggu setelah sebar benih. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif (penelitian tahap 1 dan yang tahap 2 dan 3 dianalisis secara ANOVA, apabila berpengaruh nyata dilanjutkan dengan BNT 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil eksplorasi bakteri rizosfer padi dari lahan marginal dan lahan subur diperoleh 17 isolat, selanjutnya dipilih melalui penapisan *Bacillus* sp. pengujian penghambatan terhadap bakteri patogen Xoo. Berdasarkan pengamatan Gram, dan uji katalase maka terpilih 8 isolat yang kemudian diuji penghambatannya terhadap Xoo. Hasil pengamatan penghambatan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil isolasi bakteri rizosfer dan seleksi bakteri rizosfer

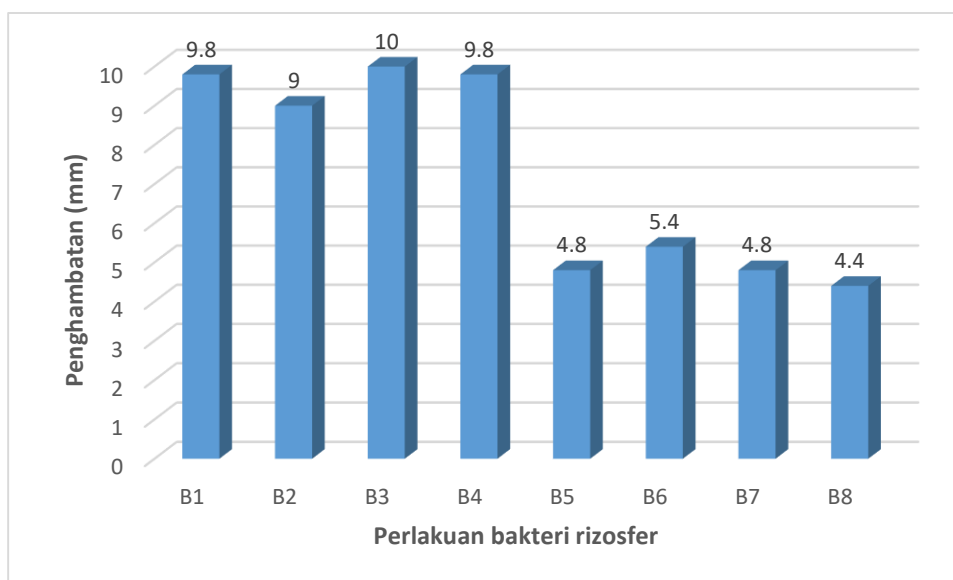
Kode Isolat	Ketinggian Tempat (m dpl)	Nama Desa	Uji Gram dengan KOH 3%	Uji katalase dengan H ₂ O ₂ 3%	Morfologi sel	
					Warna sel dengan pewarnaan Gram	Bentuk
Sr 1	39	Rawalo	+	++	Ungu	Batang
Sr 2			+	++	Ungu	Batang
Sr 3			+	+++	Ungu	Batang
Sr 4			+	+++	Ungu	Batang
Sr 5			+	+++	Ungu	Batang
Sm 1	49	Somagede	+	+	Ungu	Batang
Sm 2			+	+	Ungu	Batang



Sm 3			+	++	Ungu	Batang
Sm 4			+	+	Ungu	Batang
Sm 5			+	+	Ungu	Batang
Kr 1	98	Karangwangkal	+	++	Ungu	Batang
Kr 2			-	+	Ungu	Batang
Kr 3			-	+++	Ungu	Batang
Sb 3	126	Sumbang	+	++	Ungu	Batang
Sb 4			+	+++	Ungu	Batang
Sb 5			+	+++	Ungu	Batang
Sb 6			+	+++	Ungu	Batang

Keterangan: Sr: Rawalo (Serayu); Sm: Somagede; Kr: Karangwangkal; Sb: Sumbang

Pengujian penghambatan 8 isolat terpilih terhadap Xoo dapat dilihat pada Gambar 1. Perlakuan B3 (isolat Somagede 3) menunjukkan penghambatan tertinggi terhadap Xoo dengan zona hambatan 10 mm. Isolat Serayu 4 dan Somagede 4 menunjukkan tingkat penghambatan yang sama yaitu 9,8 mm. Isolat bakteri rizosfer yang berasal dari lahan marginal yaitu daerah Serayu dan Somagede menunjukkan tingkat penghambatan yang lebih besar dibandingkan dengan isolat bakteri rizosfer dari lahan subur. Hal ini menunjukkan bahwa lahan marginal dengan keterbatasan nutrisi dapat mengkondisikan bakteri rizosfer lebih aktif membentuk metabolit sekunder, yang dibuktikan dengan kemampuannya menghambat bakteri patogen dengan mekanisme antibiosis, yaitu terbentuk zona penghambatan yang lebih besar. Hal ini sesuai dengan pendapat Prihatiningsih *et al.* (2017) bahwa *Bacillus* akan menghasilkan senyawa yang berperan sebagai antagonis terhadap patogen karena terbentuk pada kondisi ekstrim termasuk lahan marginal, yaitu menghasilkan siderofor yang mampu mengkelat besi lebih tinggi pada ultisol dibanding andisol. Serapan Fe yang lebih tinggi pada ultisol (lahan marginal) menunjukkan bakteri *Bacillus* lebih aktif pada lahan marginal.



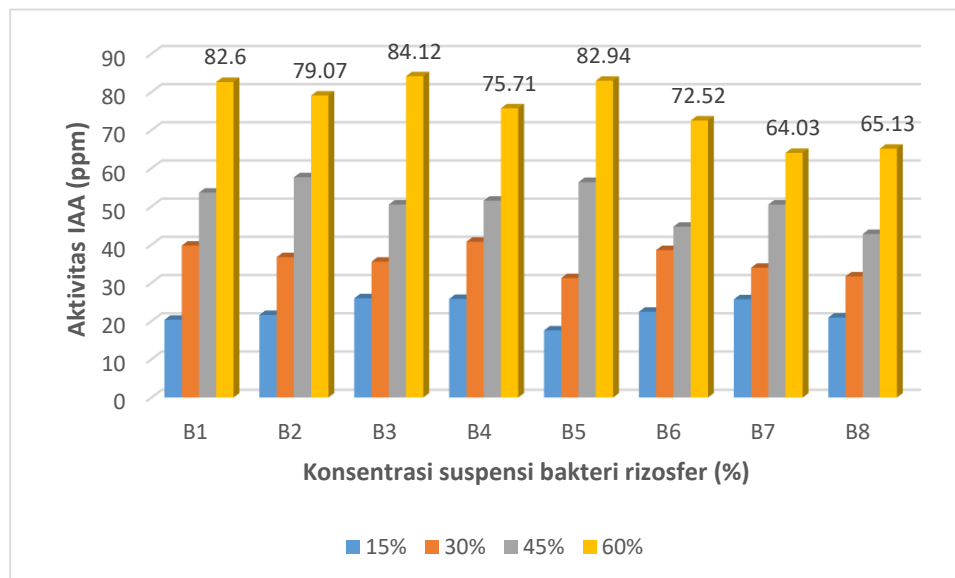
Gambar 1. Penghambatan bakteri rizosfer padi terpilih terhadap Xoo



B1: Isolat Rawalo (Serayu) 4; B2: Isolat Rawalo (Serayu) 6; B3: Isolat Somagede 3; B4: Isolat Somagede 4; B5: Isolat Karangwangkal 3; B6: Isolat Karangwangkal 5; B7: Isolat Sumbang 4; B8: Isolat Sumbang 5

Aktivitas *Bacillus* dalam menghasilkan IAA ditunjukkan pada Gambar 2, dengan isolat Somagede 3 tertinggi yaitu mampu menghasilkan sebanyak 84,12 ppm pada konsentrasi larutan 60%. Hasil penelitian Lwin *et al.* (2012) menunjukkan bahwa *Bacillus* sp. memiliki kisaran produksi IAA 53,1 ppm sampai 71,1 ppm dan mampu memacu pertumbuhan kedelai. Penelitian Wahyudi *et al.* (2011) menambahkan *Bacillus* sp. dengan konsentrasi IAA yang dihasilkan sebesar 15,20 mg/L mampu meningkatkan pertumbuhan tunas, akar primer, dan akar lateral secara langsung dalam merangsang sel tanaman.

Peningkatan daya perkecambahan setelah perlakuan bakteri rizosfer terbaik adalah isolat Sumbang 4 sebesar 16,31 % dan peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman sebesar 35,23% pada perlakuan isolat Somagede 3 (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa isolat Somagede 3 konsisten terbaik dalam penghambatan terhadap Xoo, penghasil IAA dan peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman.



Gambar 2. Aktivitas IAA bakteri rizosfer secara kuantitatif

Tabel 2. Perkecambahan benih padi dan tinggi bibit padi masa semai

Perlakuan	Daya kecambah (%)	Peningkatan daya kecambah dibanding kontrol (%)	Tinggi bibit masa semai (cm)	Peningkatan tinggi tanaman (%)
K	83,11 a	-	10,5 a	-
B1	85 a	2,27	11,7 a	11,42
B2	89,01 b	7,09	12,6 a	20



B3	90 b	8,29	14,2 a	35,23
B4	88,33 b	6,28	12,6 a	20
B5	84 a	1,07	11,3 a	7,62
B6	92,67 b	11,50	11,7 a	11,42
B7	96,67 b	16,31	11,6 a	10,48
B8	93,33 b	12,29	11,2 a	6,67

Keterangan: K: kontrol; B1: Isolat Rawalo (Serayu) 4; B2: Isolat Rawalo (Serayu) 6; B3: Isolat Somagede 3; B4: Isolat Somagede 4; B5: Isolat Karangwangkal 3; B6: Isolat Karangwangkal 5; B7: Isolat Sumbang 4; B8: Isolat Sumbang 5

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah diperoleh 8 bakteri rizosfer padi yang kompeten sebagai agensia hayati *Xoo*. Isolat Somagede 3 merupakan bakteri rizosfer terbaik mampu menghambat *Xoo* dengan zona hambatan 10 mm dengan mekanisme bakteriostatik, menghasilkan IAA tertinggi sebesar 84,12 ppm. Perkecambahan benih padi dan tinggi bibit meningkat sebesar 16,31% dan 35,23 % pada perlakuan isolat Sumbang 4 dan Somagede 3.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada DRPM Ristekdikti atas dukungan dananya dalam penelitian skim Terapan tahun 2019, dan LPPM Unsoed serta staf laboratorium Perlindungan Tanaman atas dukungan sarana prasarana untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, M.A., Irfan-ul Haq and Shanzad, M. 2008. Survival of *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* on Rice leaves and husk. *Pakistan Journal of Phytopathology* 20(1): 77 – 81
- Araújo, F.F, Henning, A.A and Hungria, M. 2005. Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 21: 1639 – 1645
- Babalola O O, Elie O Osir and Abiodun I Sanni .2002. Characterization of potential ethylene-producing rhizosphere bacteria of *Striga*- infested maize and sorghum. *African journal of Biotechnology* 1(2): 67 – 69
- Buee M, W. De Boer, F. Martin, L. van Overbeek, and E.Jurkevitch. 2009. The rhizosphere zoo: An overview of plant-associated communities of microorganisms, including phages, bacteria, archaea, and fungi, and of some of their structuring factors. *Plant Soil* 321: 189 – 212
- Furutani A, Takaoka M, Sanada H, Noguchi Y, Oku T, Tsuno K, Ochiai H, and Tsuge S. 2009. Identification of novel type III secretion effectors in *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Molecular Plant-Microbe Interaction* 22(1): 96 – 106
- Ghosh S, Sinha A & Sahu C. 2007. Isolation of putative probionts from the intestines of Indian mayor carps. *Isr. J. Aquacult Bamid.* 59(3): 127 – 132



- Goto M. 1992. *Fundamentals of Bacterial Plant Pathology*. Academic Press. Tokyo
- Lynch JM. 1990. *Introduction: Some consequences of microbial rhizosphere competence for plant and soil*, In: Lynch JM (ed.) *The rhizosphere*. Wiley Interscience, New York. 1 – 10 pp.
- Lwin, K.M., Moe, M.M., Tar, T., & Aung, Z.M. 2012. Isolation of plant hormone indole-3-acetic acid producing rhizobacteria and study on their effects on maize seedling. *Engineering Journal* 16(5): 138 – 144
- Morrissey JP, Dow JM, Mark GL and O’Gara F. 2004. Are microbes at the root of a solution to world food production?. *EMBO Rep.* 5(10): 922 – 926
- Nasrin S & Rahman MA. 2007. Isolation and characterization of rhizosphere bacteria and their effect on germination of rice seed and growth of seedlings. *J. Biol.-sci.* 15: 77 – 82
- Prihatiningsih N, Djatmiko HA, Lestari P. 2017. Aktivitas Siderofor *Bacillus subtilis* Sebagai Pemacu Pertumbuhan Dan Pengendali Patogen Tanaman Terung. *J.HPT Tropika* 17(2): 170 – 178
- Reetha S., Bhuvaneswari G., Thamizhiniyan P & Mycin T.R. 2014. Isolation of Indole Acetic Acid (IAA) producing rhizobacteria of *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis* and enhanced growth of onion (*Allium cepa* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Science* 3(2): 568 – 574
- Susilo H, Mubarik NR & Triadiati. 2015. Characterization of Gibberellin Producing Rhizobacteria Isolated from Soil Forest in Banten. *Current Biochemistry* 2(1): 32 – 41
- Taylor L.L, J.R Leake, J. Quirk, K. Hardy, S.A. Banwarts, and D.J. Beerling. 2009. Biological weathering and the long-term carbon cycle: integrating mycorrhizal evolution and function into the current paradigm. *Geobiology* 7: 171 – 191
- Thanh DTN & Diep CN. 2014. Isolation and identification of rhizospheric bacteria in Acrisols of maize (*Zea mays* L.) in the eastern of South Vietnam. *American Journal of Life Sciences* 2(2): 82 – 89
- Wahyudi, A.T., Astuti, R.P., Widyawati, A., Meryandini, A., Nawangsih, A.A. 2011. Characterization of *Bacillus* sp. strains isolated from rhizosphere of soybean plants for their use as potential plant growth promoting rhizobacteria. *Journal of Microbiology and Antimicrobials* 3: 34 – 40