

ISOLASI DAN UJI AKTIVITAS BAKTERI PELARUT FOSFAT DARI RHIZOSFER TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.) PADA FASE VEGETATIF DAN GENERATIF

*Isolation and Activity Test of Phosphate Solving Bacteria from Rhizosphere Rice (*Oryza sativa* L.) in Vegetative and Generative Phase*

Saida, N. Samsul, Edy

Program Studi Agroteknologi Universitas Muslim Indonesia
e-mail: saida.saida@umi.ac.id nandasamsul26@gmail.com edy@umi.ac.id

ABSTRACT

Phosphorus (P) is a very important macronutrient for plant growth and development. Plants cannot fully absorb phosphate in the soil, only 25% can be absorbed by plants while Al binds 75% in the soil. Plants absorb P from the soil in the form of phosphate ions, especially in the form of $H_2PO_4^-$ and HPO_4^{2-} which are present in soil solutions. $H_2PO_4^-$ ion is more common in acidic soils, while higher pH (> 7) forms HPO_4^{2-} is more dominant. The lack of P dissolved in the soil causes the plant to get P intake from other sources such as fertilizers. Efforts to increase the efficiency of Phosphate dissolution, currently the use of Phosphate solubilizing microbes have begun to be developed. This study aims to determine the number of isolated bacterial colonies, the ability of phosphate-solubilizing bacteria, and the levels of P-available before and after giving phosphate-solubilizing bacterial isolates. This research was conducted at the Laboratory of Plant Pests and Diseases and in the Laboratory of Soil and Environmental Conservation, Faculty of Agriculture, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia, from November to December 2020. The materials used in this study were HVS paper, aluminum foil, plastic wrap, labels, rubber, Pikovskaya media, sterile distilled water, plastic, cotton, tissue, 70% alcohol, rubbing alcohol, NA (Natrium Agar) media, soil samples from the vegetative and generative phases of rice rhizosphere from Tebba Village, Salomekko District, Bone Regency. This research method is a qualitative exploratory research based on data analysis. The results of this study indicated that the vegetative phase 3 rice isolates with 10-5 dilution had the highest number of colonies, namely 9,200,000 CFU /ml. Plant generative phase 3 rice isolate at 10-5 dilution had the highest average phosphate solubility with an IPF value of 5.56. Plant generative phase 3 rice isolate had the highest average P-available before and after the addition of Phosphate Solubilizing Bacteria isolates, namely 3.83 ppm, and after the addition of Phosphate Solubilizing Bacteria isolates increased to 9.58 ppm.

Keywords: Phosphate Solubilizing Bacteria; Rhizosphere of Rice Plants; Vegetative Phase; Generative Phase

PENDAHULUAN

Tanah merupakan bagian terluar dari kerak bumi yang terdiri atas tiga fase yaitu fase padatan, cairan dan gas. Keseluruhan tanah disusun oleh lima komponen besar. Komponen-komponen tersebut adalah bahan-bahan mineral, air, bahan organik, udara, serta organisme hidup. Organisme hidup yang terdapat pada tanah yaitu makroorganisme dan mikroorganisme. Umumnya, mikro organisme tanah memegang peranan paling penting dalam menghasilkan nutrisi dan karbondioksida untuk pertumbuhan tanaman. Mikroorganisme tanah juga berperan dalam dekomposisi bahan-bahan organik, memperbaiki struktur tanah dan berperan dalam daur nutrisi (Scow et al., 2015).

Rhizosfer merupakan bagian tanah yang memiliki aktivitas metabolisme tertinggi yang langsung dipengaruhi oleh pertumbuhan dan metabolisme akar tanaman. Daerah rhizosfer memiliki

populasi dan aktivitas mikroorganisme paling tinggi, mikroorganisme dan akar tanaman hidup berinteraksi secara efektif. Tingginya populasi mikroorganisme yang ada di rhizosfer disebabkan karena pada daerah tersebut merupakan bagian yang sangat kaya akan nutrisi, seperti asam amino sebagai sumber nitrogen, gula dan karbon yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme. Mikro organisme sebagai organisme sel tunggal merupakan bukti adanya materi fungsional di bawah sel, dengan demikian masih ada substansi potensial dalam suatu zat yang lebih kecil dari sel (Subandi, 2010).

Mikroorganisme tanah yang bermanfaat antara lain bakteri pelarut fosfat (BPF) dan bakteri penambat nitrogen non-simbiotik. Bakteri pelarut fosfat merupakan bakteri yang berperan dalam penyuburan tanah karena mampu melarutkan fosfat dengan mengekskresikan sejumlah asam organik berbobot molekul rendah seperti oksalat,

suksinat, fumarat, dan malat. Asam-asam organik ini akan bereaksi dengan bahan pengikat fosfat, seperti Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , atau Mg^{2+} membentuk khelat organik yang stabil sehingga mampu membebaskan ion fosfat terikat dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Simanungkalit, *et al.*, 2016).

Fosfor (P) merupakan unsur hara makro yang sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Fungsi yang lain dalam tingkat makro yaitu mempengaruhi perkembangan akar dan batang, kekuatan batang dan kematangan tanaman (Sharon, *et al.*, 2016). Fosfat di tanah tidak bisa sepenuhnya diserap oleh tanaman, hanya 25% yang mampu diserap oleh tanaman sedangkan 75% terikat oleh Al di dalam tanah. Tanaman menyerap P dari tanah dalam bentuk ion fosfat, terutama dalam bentuk $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} yang terdapat dalam larutan tanah. Ion $H_2PO_4^-$ lebih banyak dijumpai pada tanah yang lebih masam, sedangkan pH yang lebih tinggi (>7) bentuk HPO_4^{2-} lebih dominan (Novriani, 2010).

Sedikitnya P terlarut dalam tanah menyebabkan tanaman harus mendapatkan asupan P dari sumber lain seperti pupuk. Data asosiasi produsen pupuk Indonesia menyatakan bahwa pemakaian pupuk untuk keperluan pertanian dan perkebunan dari tahun 2010 sampai 2016 terus mengalami peningkatan yaitu dari 634.883 ton/tahun sampai 865.329 ton/tahun. Namun, pemupukan P ini kurang efisien dikarenakan hanya 10-30% saja yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman sedangkan sisanya yakni 70-90% tetap di dalam tanah (Kasmita, 2010). Selain itu, Marwoto, *et al* (2012) menyatakan bahwa pemakaian pupuk anorganik yang melebihi ambang batas maksimum dapat mengakibatkan kerusakan pada tanah, air, hewan, dan manusia, sehingga para petani mulai beralih pada penggunaan pupuk hayati.

Upaya dalam meningkatkan efisiensi pelarutan Fosfat, maka saat ini mulai dikembangkan pemanfaatan mikroba pelarut fosfat sebagai pupuk hayati, salah satunya adalah Bakteri Pelarut Fosfat (BPF). Penggunaan mikroba pelarut Fosfat sebagai pupuk hayati memiliki keunggulan antara lain hemat energi, tidak mencemari lingkungan, mampu membantu meningkatkan kelarutan P yang terjerap, menghalangi terjerapnya P oleh unsur-unsur penjerap dan mengurangi toksisitas Al^{3+} , Fe^{3+} dan Mn^{2+} terhadap tanaman pada tanah masam (Elfiati, 2015). Terjerapnya P oleh unsur-unsur penjerap menyebabkan ketersediaan P di dalam tanah sangat rendah, sehingga BPF merupakan salah satu solusi sebagai agen hayati yang dapat berperan sebagai penyedia unsur hara ramah lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah koloni bakteri yang diisolasi, penentuan Indeks Pelarutan Fosfat (IPF), kadar P-tersedia sebelum dan setelah pemberian isolat bakteri pelarut fosfat (BPF).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman serta di Laboratorium Tanah dan Konservasi Lingkungan, Fakultas Pertanian, Universitas Muslim Indonesia, Makassar. Penelitian ini dimulai dari bulan November sampai dengan Desember 2020.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksplorasi kualitatif yaitu mengkaji berdasarkan analisis data. Pelaksanaan penelitian meliputi pengambilan sampel tanah dari tanah yang menempel pada perakaran (rhizosfer) padi varietas Impari 42 masa vegetatif pada umur 0-55 hari setelah tanam (3 sampel) dan generatif pada umur 65 hari setelah tanam (3 sampel). Pembuatan media NA yaitu menimbang sebanyak 10 gram lalu

dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 500 ml aquades steril. Selanjutnya disterilkan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C pada tekanan 1 atm selama 1 jam. Media siap dituang pada cawan petri. Cara melakukan seri pengenceran yaitu sampel tanah yang telah halus ditimbang sebanyak 10 gram, lalu dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 ml yang telah terisi 90 ml aquades steril dan dihomogenkan menggunakan shaker selama 15 menit dengan kecepatan 200 rpm. Larutan tanah dipipet 1 ml dari erlenmeyer dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades steril, kemudian dihomogenkan selama 10 detik (seri pengenceran 10^{-1}), lakukan hal yang sama untuk mendapatkan seri pengenceran hingga 5 kali. Isolasi mikroba dilakukan dengan memipet 0,5 ml larutan sampel tanah pada masing-masing seri pengenceran kedalam cawan petri yang berisi media NA. Isolasi mikroba dari masing-masing seri pengenceran dilakukan dengan 3 kali ulangan, kemudian diinkubasi pada suhu 28°C dan diamati pertumbuhan mikroba setiap hari.

Isolasi koloni tunggal bakteri dilakukan dengan teknik penggoresan pada media NA yang baru dan diinkubasi pada suhu 28°C dan diamati pertumbuhannya selama 2 hari. Setelah koloni tunggal bakteri tumbuh, kemudian di pindahkan ke media Pikovskaya dengan cara menimbang 5 gram media Pikovskaya lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 250 ml aquades

steril, selanjutnya disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 30 menit. Inokulasi dilakukan dengan cara meletakkan 1 ose isolat bakteri di tengah-tengah permukaan media Pikovskaya pada cawan petri, lalu diinkubasi pada suhu 28°C dan diamati setiap hari sampai muncul zona bening, zona bening biasanya muncul sekitar 1-3 hari setelah inokulasi.

Pengukuran diameter koloni dan diameter zona bening dilakukan untuk mengetahui indeks pelarutan fosfat oleh koloni mikroba. Setelah menghitung nilai IPF, dilakukan pengujian P-tersedia pada media dengan cara sebanyak 1 ose jarum isolat di tumbuhkan di media cair dan di inkubasi di atas *shaker* selama 6 jam pada kecepatan 600 rpm. Setelah masa inkubasi, pengukuran P-tersedia menggunakan metode Bray-II dan nilai absorbansinya dibaca dengan metode kolorimetri dengan panjang gelombang 693 nm. Tahap terakhir, yaitu analisis P-tersedia sebelum dan setelah pemberian isolat bakteri pelarut fosfat pada sampel tanah dengan menggunakan metode Bray-II dan nilai absorbansi-nya diukur dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Koloni

Total jumlah koloni yang didapatkan pada sampel rhizosfer tanaman padi fase vegetatif dan generatif disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata jumlah koloni mikroba pada fase vegetatif dan generatif rhizosfer tanaman padi selama inkubasi

Kode Isolat	TPC (CFU/ml)				
	Pengenceran				
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵
PV ₁	403	5.900	53.666	843.000	3.833.000
PV ₂	815	4.250	26.500	340.000	3.800.000
PV ₃	636	4.000	73.000	1.485.000	9.200.000
PG ₁	720	10.000	118.670	7.266.700	6.266.670
PG ₂	1.036	15.000	139.000	1.170.000	4.133.000
PG ₃	323	4.166	51.000	1.196.670	7.733.000

Keterangan:

- PV : Padi Fase Vegetatif
- PG : Padi Fase Generatif
- 1, 2, 3: Tanaman 1, 2, 3
- TPC : Total Plant Colony

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa, isolat PV₃ (Padi fase Vegetatif tanaman 3) pada pengenceran 10⁻⁵ merupakan isolat yang memiliki rata-rata jumlah koloni paling banyak, yaitu berjumlah 9.200.000 CFU/ml sedangkan isolat PG₃ (Padi fase Generatif tanaman 3) pada pengenceran 10⁻¹ merupakan isolat yang memiliki rata-rata jumlah koloni paling sedikit, yaitu 323 CFU/ml. Populasi rhizosfer tertinggi yaitu pada rhizosfer tanaman padi umur < 65 hari atau tanaman padi fase vegetatif. Produksi eksudat akar tanaman akan berbeda-beda tergantung pada umur tanaman atau fase

pertumbuhan tanaman. Pada tanaman, umumnya produksi eksudat paling tinggi terjadi pada saat akar tanaman masih muda atau pada fase vegetatif. Eksudat yang dikeluarkan pada fase vegetatif kaya akan asam organik dan protein (Niswati, et al., 2017), sehingga pada fase vegetatif lebih banyak ditemukan jumlah koloni bakteri dibandingkan pada fase generatif.

Waktu Terbentuknya Zona Bening

Hasil pengamatan waktu terbentuknya zona bening pada isolat bakteri rhizosfer tanaman padi fase vegetatif dan generatif disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata waktu terbentuknya zona bening pada suhu 28°C sebagai indikasi potensi pelarut Fosfat

Kode Isolat	Waktu terbentuknya zona bening (HSI)				
	Pengenceran				
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵
PV ₁	0,00	0,00	3,00	2,00	2,00
PV ₂	3,00	4,00	0,00	0,00	5,50
PV ₃	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00
PG ₁	2,00	3,50	2,00	5,00	5,25
PG ₂	2,25	2,00	2,00	3,00	2,00
PG ₃	2,00	2,25	2,00	3,00	3,00

Keterangan:

- PV : Padi Fase Vegetatif
- PG : Padi Fase Generatif
- 1, 2, 3 : Tanaman 1, 2, 3
- HSI : Hari Setelah Inokulasi
- 0 : Tidak Tumbuh

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa tidak semua isolat uji mampu membentuk zona bening pada media selektif (media Pikovskaya), beberapa

isolat yang memiliki waktu tercepat dalam pembentukan zona bening, diantaranya adalah isolat PV₁ (Padi fase Vegetatif tanaman 1) pada pengenceran 10⁻⁴, 10⁻⁵, PV₃ (Padi fase Vegetatif tanaman 3) pada pengenceran 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³, PG₁ (Padi fase Generatif tanaman 1) pada pengenceran 10⁻¹, 10⁻³, PG₂ (Padi fase Generatif tanaman 2) pada pengenceran 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁵, dan PG₃ (Padi fase Generatif tanaman 3) pada pengenceran 10⁻¹, 10⁻³ yaitu 2 Hari Setelah Inokulasi (HSI). Sedangkan isolat yang memiliki rata-rata paling lambat dalam pembentukan zona bening adalah isolat PV₂ (Padi fase Vegetatif tanaman 2) pada pengenceran 10⁻⁵ yaitu 5,5 HSI. Zona bening merupakan pertanda awal untuk mengetahui kemampuan mikroba pelarutan fosfat dalam melarutkan fosfat (Santosa, 2017).

Isolat uji yang ditumbuhkan pada media Pikovskaya yang ditandai dengan

adanya zona bening di sekitar koloni bakteri, memiliki waktu yang sangat bervariasi dalam membentuk zona bening. Adanya perbedaan koloni yang tumbuh pada media Pikovskaya dalam hal kecepatan untuk terbentuknya zona bening dan luasnya zona bening diduga terdapat perbedaan kuantitas dan kualitas komponen asam-asam organik yang diekskresikan oleh masing-masing spesies bakteri. Setiap spesies bakteri mempunyai kemampuan secara genetik yang berbeda dalam menghasilkan asam-asam organik baik dalam jumlah maupun jenisnya selama pertumbuhan. Jumlah dan jenis asam-asam organik inilah yang berperan dalam menentukan besarnya pelarutan fosfat (Ginting, et al., 2016).

Diameter Koloni dan Zona Bening

Rata-rata diameter koloni dan zona bening pada setiap isolat bakteri pelarut fosfat disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rata-rata pengamatan diameter koloni bakteri pelarut fosfat pada umur 2-8 hari setelah inokulasi

Kode Isolat	Diameter koloni (cm)				
	Pengenceran				
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵
PV ₁	0,00	0,00	0,23	0,30	0,26
PV ₂	0,20	0,15	0,00	0,00	0,15
PV ₃	0,26	0,24	0,33	0,00	0,00
PG ₁	0,45	0,53	0,40	0,33	0,11
PG ₂	0,34	0,25	0,52	0,47	0,38
PG ₃	0,35	0,39	0,26	0,47	0,48

Keterangan:

- PV : Padi Fase Vegetatif
- PG : Padi Fase Generatif
- 1, 2, 3 : Tanaman 1, 2, 3
- 0 : Tidak Tumbuh

Isolat PG₁ (Padi Generatif 1) pada pengenceran 10⁻² merupakan isolat yang memiliki rata-rata diameter koloni paling tinggi yaitu 0,53 cm, sedangkan isolat PG₁ (Padi Generatif 1) pada pengenceran 10⁻⁵ merupakan isolat yang memiliki rata-rata diameter koloni paling rendah yaitu 0,11

cm (Tabel 3). Ukuran koloni ini berkaitan dengan pertumbuhan sel setiap isolat dalam media agar. Rodriques, et al (2016) mengemukakan bahwa pertumbuhan bakteri ditentukan oleh kemampuan sel bakteri dalam memanfaatkan nutrisi pada media.

Tabel 4. Rata-rata pengamatan diameter zona bening bakteri pelarut fosfat pada umur 2-8 hari setelah inokulasi

Kode Isolat	Diameter zona bening (cm)				
	Pengenceran				
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
PV ₁	0,00	0,00	0,41	0,47	0,47
PV ₂	0,69	0,20	0,00	0,00	0,21
PV ₃	0,47	0,90	0,86	0,00	0,00
PG ₁	1,02	0,79	0,41	0,41	0,15
PG ₂	0,53	0,43	1,04	1,12	0,58
PG ₃	0,98	1,25	0,80	1,24	0,48

Keterangan:

- PV : Padi Fase Vegetatif
- PG : Padi Fase Generatif
- 1, 2, 3 : Tanaman 1, 2, 3
- 0 : Tidak Tumbuh

Isolat PG₁ (Padi fase Generatif tanaman 1) pada pengenceran 10^{-3} merupakan isolat yang memiliki rata-rata diameter zona bening paling tinggi yaitu 1,41 cm, sedangkan isolat PG₁ (Padi fase Generatif tanaman 1) pada pengenceran 10^{-5} merupakan isolat yang memiliki rata-rata diameter zona bening paling rendah yaitu 0,15 cm (Tabel 4). Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan kemampuan isolat bakteri dalam mendegradasi kitin yang ditunjukkan dengan kemampuan

isolat dalam menghasilkan enzim kitinase. Rodrigues, et al (2016) mengemukakan bahwa aktivitas suatu enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, konsentrasi substrat dan enzim, pH dan adanya aktivator atau inhibitor.

Indeks Pelarutan Fosfat (IPF)

Indeks Pelarutan Fosfat terhadap isolat terpilih bakteri rhizosfer tanaman padi fase vegetatif dan generatif disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Indeks Pelarutan Fosfat terhadap isolat terpilih 8 hari setelah inokulasi

Kode Isolat	IPF				
	Pengenceran				
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
PV ₁	0,00	0,00	0,75	0,58	0,83
PV ₂	3,32	0,41	0,00	0,00	0,50
PV ₃	0,86	2,77	1,71	0,00	0,00
PG ₁	1,28	0,51	2,50	0,32	0,28
PG ₂	0,56	0,84	1,02	1,65	0,53
PG ₃	1,24	1,37	0,98	4,00	5,56

Keterangan:

- PV : Padi Fase Vegetatif
- PG : Padi Fase Generatif
- 1, 2, 3 : Tanaman 1, 2, 3
- 0 : Tumbuh Tumbuh

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata IPF, diperoleh isolat PG₃ (Padi fase Generatif tanaman 3) pada pengenceran 10^{-5} merupakan isolat yang memiliki rata-rata Indeks Pelarutan Fosfat (IPF) paling tinggi yaitu 5,56. Sedangkan

isolat PG₁ (Padi fase Generatif tanaman 1) pada pengenceran 10^{-5} merupakan isolat yang memiliki rata-rata IPF paling rendah yaitu 0,28 (Tabel 5). Perbedaan nilai Indeks Pelarutan Fosfat diduga karena adanya perbedaan *strain* bakteri.

Sagervanshi, et al (2012) menjelaskan bahwa aktivitas pelarutan fosfat dicirikan dengan terbentuknya zona bening di sekitar koloni.

Analisis P-tersedia pada Media

Isolat yang mampu membentuk zona bening dan memiliki nilai Indeks Pelarutan Fosfat, selanjutnya diuji kadar P-tersedia disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata P-tersedia pada media setelah inokulasi isolat yang berpotensi melarutkan P (ppm)

Kode Isolat	P-tersedia pada Media (ppm)
PV ₁	4,43
PV ₂	5,03
PV ₃	5,43
PG ₁	5,64
PG ₂	5,22
PG ₃	5,75

Keterangan:

- PV : Padi Fase Vegetatif
- PG : Padi Fase Generatif
- 1, 2, 3 : Tanaman 1, 2, 3

Berdasarkan hasil analisis kadar P-tersedia pada media Pikovskaya, terlihat bahwa isolat PG₃ (Padi fase Generatif tanaman 3) merupakan isolat yang memiliki rata-rata P-tersedia pada media paling tinggi yaitu 5,75 ppm. Sedangkan isolat PV₁ (Padi fase Vegetatif tanaman 1) merupakan isolat yang memiliki rata-rata P-tersedia pada media paling rendah yaitu 4,43 ppm (Tabel 6). Silaen (2015) mengatakan bahwa zona bening pada media padat tidak dapat menunjukkan

fosfat terlarut, karena zona bening yang terbentuk merupakan pertanda awal ada atau tidaknya pelarutan fosfat oleh bakteri.

Analisis P-tersedia sebelum dan setelah Pemberian Isolat Bakteri Pelarut Fosfat pada Sampel Tanah

Analisis P-tersedia pada sampel tanah rhizosfer tanaman padi fase vegetatif dan generatif sebelum dan setelah pemberian isolat bakteri pelarut fosfat disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata P-tersedia sebelum dan setelah pemberian isolat Bakteri Pelarut Fosfat pada sampel tanah rhizosfer tanaman padi

Kode Isolat	P-tersedia awal (ppm)	P-tersedia akhir (ppm)	Selisih P-tersedia akhir-awal (ppm)
PV ₁	2,48	6,91	4,43
PV ₂	3,45	8,48	5,03
PV ₃	3,70	9,13	5,43
PG ₁	4,23	9,87	5,64
PG ₂	4,77	9,99	5,22
PG ₃	3,83	9,58	5,75

Keterangan:

- PV : Padi Fase Vegetatif
- PG : Padi Fase Generatif
- 1, 2, 3 : Tanaman 1, 2, 3

Berdasarkan hasil analisis kadar P-tersedia sebelum dan setelah pemberian isolat BPF terlihat bahwa rata-rata P-tersedia paling tinggi diperlihatkan oleh isolat PG₃ (Padi fase Generatif tanaman 3)

dengan kadar P-tersedia awal yaitu 3,83 ppm dan setelah pemberian isolat BPF P-tersedia meningkat menjadi 9,58 ppm, sedangkan yang paling rendah adalah isolat PV₁ (Padi fase Vegetatif tanaman 1)

dengan kadar P-tersedia awal yaitu 2,48 ppm dan setelah pemberian BPF P-tersedia meningkat menjadi 6,91 ppm (Tabel 7).

Sifat mutualisme bakteri dapat mengoptimalkan serapan P tanaman sehingga konsentrasi P tanaman meningkat (Mevrvaz, et al., 2008). Hasil penelitian Azouni (2008) mengatakan bahwa BPF dapat meningkatkan konsentrasi P terlarut sebesar 27-47 %. Peningkatan konsentrasi P awal ke P setelah pemberian BPF lebih efektif melepaskan P terinfeksi dalam mineral tanah sehingga serapan P meningkat.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Isolat isolat PV₃ (Padi fase Vegetatif tanaman 3) pada pengenceran 10⁻⁵ memiliki rata-rata jumlah koloni yang paling banyak yaitu 9.200.000 CFU/ml
2. Isolat PG₃ (Padi fase Generatif tanaman 3) pada pengenceran 10⁻⁵ memiliki rata-rata paling tinggi dalam melarutkan fosfat dengan nilai IPF 5,56.
3. Isolat PG₃ (Padi fase Generatif tanaman 3) memiliki rata-rata P-tersedia paling tinggi sebelum penambahan isolat BPF yaitu 3,83 ppm dan setelah penambahan isolat BPF bertambah menjadi 9,58 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

El-Azouni, IM. 2008. Effect of phosphate solubilizing fungi on growth and nutrient uptake of soybean (*Glycine max* L.) plants. *Journal of Applied Science Research*. 4: 592–598.

Elfiati, D. 2015. Peranan Mikroba Pelarut P terhadap Pertumbuhan Tanaman. Fakultas Pertanian USU. Medan.

Ginting, R.C.B., R. Saraswati dan E. Husen. 2016. Mikroorganisme Pelarut Fosfat. Dalam

Simanungkalit, R.D., Suriadikarta, D.A., Saraswati, R., Setyorim, D., dan Hartatik, W. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Selected reading, hlm. 141-158. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian Bogor.

Kasmita, Reni. 2010. Bogor. Isolasi, Karakterisasi, dan Identifikasi Molekuler Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dari Berbagai Sampel Tanah di Bogor, Nusa Tenggara Barat (NTB), dan Nusa Tenggara Timur (NTT). [Skripsi]: Institut Pertanian Bogor.

Marwoto dan Hasanuddin. 2012. Prospek Penggunaan Mikroba Antagonis Sebagai Pengendali Hayati Penyakit Utama Pada Tanaman Hias dan Sayuran. *Jurnal Litbang Pertanian*. 31(1): 12-20.

Mehrvarz, S, MR Chaichi and HA Alikhani. 2008. Effect of phosphate solubilizing micro-organisms and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield components of barely (*Hordeum vulgare* L.). *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci*. 3: 822–828

Niswati, A., Sri Yusnaini, M. Achmad, S.A. 2017. Populasi Mikroorganisme Pelarut Fosfat dan P Tersedia pada Rhizosfer beberapa Umur dan Jarak dari Pusat Perakaran Jagung (*Zea mays* L.). *J Tan Trop* 13 (2): 123-130.

Novriani. 2010. Alternatif Pengolahan Unsur Hara P (Fosfor) pada Tanaman Budidaya Jagung. *Agrobisnis*. Vol, 2. No. 3:1979-82445.

Rodrigues, L., J. Teixeira, R. Oliveira and H. J. Van Der. 2016. Response Surface Optimization Of The Medium Components For The Productions Of Biosurfactans By Probiotic Bacteria. *J. Process Biochemistry*. 41: 1-10

- Sagervanshi, A. Kumari, P., and, A. N. & Kumar, A. 2012. Media Optimization for Inorganic Phosphate Solubilizing Bacteria Isolate from Anand Agriculture Soil. *International Journal of Life Science & Pharma Research* 2(3): 245-255.
- Santosa. 2017. Mikroba Pelarut Fosfat. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian Bogor. Hal 55-68.
- Scow K and Werner M. *Soil Ecology: In Cover cropping in Vineyards*. University of California: Division of Agricultural and Natural Resource, Publication 3338. Page 67-79. 2015
- Sharon, L. T. Hathwaik, G.M. Glenn, S. H. Imam, and C. C. Lee. 2016. Isolation of Efficient Phosphate Solubilizing Bacteria Capable of Enhancing Tomato Plant Growth. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. Vol 2. No. 16: 525-536
- Silaen, N. R. 2015. Aktivitas Mikroba Pelarut Fosfat dalam Meningkatkan Kelarutan Fosfat Alam dan Memperbaiki Pertumbuhan Sorgum Manis. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Simanungkalit RDM, Suriadikarta DA. 2016. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, Bogor.
- Subandi, M. 2010. *Mikrobiologi Perkembangan, Kajian, dan Pengamatan dalam perspektif Islam*. Bandung: Remaja Rosda karya.