

## UJI FITOPATOGENITAS, HEMOLISIS SERTA KEMAMPUAN MIKROB DALAM MELARUTKAN FOSFAT DAN KALIUM

### *Test of Phytopathogenicity, Hemolysis and Microbial Ability in Solubilizing Phosphate and Potassium*

**Desak Ketut Tristiana Sukmadewi<sup>1)\*</sup>, Iswandi Anas<sup>2)</sup>, Rahayu Widyastuti<sup>2)</sup> dan Ania Citraresmini<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> Program Studi Bioteknologi Tanah dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

<sup>2)</sup> Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

<sup>3)</sup> Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi Badan Tenaga Nuklir Nasional, Jl. Lebak Bulus Raya No. 49 Jakarta Selatan 12440

#### ABSTRACT

*Soil microbes have an important role in the cycle of phosphorous and potassium. Therefore, multifunctional microbes are required to have two or more functions. Before a multifunctional test is performed, the microbes must be tested and confirmed, they are not pathogenic. The purpose of this research were to study phytopathogenicity, hemolysis and microbial ability in solubilizing phosphate and potassium. The research procedure consisted of phytopathogenicity test, hemolysis test, test of phosphate solubilizing ability on Pikovskaya solid medium and potassium solubilizing ability on Alexandrov solid medium. Based on the results of phytopathogenicity tests on bacteria and fungi, all isolates are non phytopathogenic. From the hemolysis test of bacterial isolate BPK 2, BPK 6 and BPK 7 caused total hemolysis. Based on hemolysis test of fungi isolate SSIO 6 caused total hemolysis, FPF E1 and JK 6 caused partial hemolysis. Isolate BPK 5 has the highest index in solubilizing potassium (1.375), while isolate BPF 9 has the highest index in solubilizing phosphate (1.533).*

*Keywords: Microbe, multifunctional, pathogenicity, phosphate solubilizing, potassium solubilizing*

#### ABSTRAK

Mikrob tanah memiliki peran penting dalam daur unsur organik, seperti daur fosfat dan kalium. Oleh karena itu diperlukan mikrob multifungsional yaitu satu mikrob memiliki dua fungsi atau lebih. Uji patogenitas sangat penting dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan pengujian mikrob multifungsional, sehingga aman untuk diaplikasikan kedepannya. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari sifat fitopatogenitas dan kemampuan mikrob dalam melarutkan fosfat dan kalium. Prosedur penelitian terdiri dari, uji fitopatogenitas, uji hemolisis, uji kemampuan melarutkan fosfat pada media Pikovskaya padat dan kalium pada media Alexandrov padat. Berdasarkan hasil uji fitopatogenitas pada bakteri dan fungi, semua isolat bersifat non fitopatogen. Dari uji hemolisis isolat bakteri BPK 2, BPK 6 dan BPK 7 menyebabkan hemolisis total. Berdasarkan uji hemolisis pada fungi isolat SSIO 6 menyebabkan hemolisis total, FPF E1 dan JK 6 menyebabkan hemolisis sebagian. Isolat BPK 5 memiliki indeks tertinggi dalam melarutkan kalium (1.375), sedangkan isolat BPF 9 memiliki indeks tertinggi dalam melarutkan fosfat (1.533).

Kata kunci: Mikrob, multifungsional, patogenitas, pelarut fosfat, pelarut kalium

#### PENDAHULUAN

Penggunaan bahan organik yang diperkaya dengan mikrob penyubur perakaran pada berbagai tanah pertanian dan tanah tercemar dapat meningkatkan aktivitas respirasi dan enzimatis tanah (Antonius *et al.*, 2007). Mikrob tanah memiliki peran penting dalam daur fosfor dan kalium. Fosfor merupakan unsur hara esensial yang berperan penting dalam fotosintesis dan perkembangan akar. Ketersediaan fosfat dalam tanah jarang melebihi 0.01% dari total fosfat. Fosfat dalam tanah berada dalam bentuk terikat sehingga ketersediaan fosfor dalam tanah rendah, sehingga petani tetap melakukan pemupukan fosfat di lahan sawah walaupun sudah terdapat kandungan fosfat yang cukup memadai (Ginting *et al.*, 2002). Oleh

karena itu diperlukan mikrob pelarut fosfat, sehingga fosfat dalam bentuk terikat menjadi bentuk tersedia bagi tanaman. Aplikasi mikrob pelarut fosfat tersebut pada tanaman padi sawah nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman padi, serapan P dan menghemat penggunaan pupuk P sintetis. Begitu pula dengan penelitian Flatian (2017) yang menunjukkan bahwa inokulasi mikrob pelarut fosfat dan sumber fosfat mampu meningkatkan jumlah daun, bobot kering dan serapan P tanaman jagung.

Selain fosfat, kalium juga berperan penting dalam metabolisme tanaman antara lain terlibat langsung dalam beberapa proses fisiologis (Farhad *et al.*, 2010). Terdapat dua aspek yang terlibat, yaitu: (1) aspek biofisik yaitu kalium berperan dalam pengendalian tekanan osmotik, turgor sel, stabilitas pH, dan pengaturan air melalui kontrol

stomata, dan (2) aspek biokimia, dimana kalium berperan dalam aktivitas enzim pada sintesis karbohidrat dan protein serta meningkatkan translokasi fotosintat dari daun. Kalium (K) adalah makronutrien penting utama ketiga untuk pertumbuhan tanaman. Konsentrasi kalium dalam tanah biasanya sangat rendah dan lebih dari 90% kalium dalam tanah ada dalam bentuk batuan larut dan mineral silikat. Penelitian Pratama *et al.* (2016) menunjukkan bahwa pengujian isolat mikroba pelarut kalium pada tanaman sorgum dapat meningkatkan tinggi tanaman, bobot kering, tajuk dan bobot kering akar. Isolat mikroba pelarut kalium yang diidentifikasi diantaranya adalah *Achromobacter xylosoxidans* dan *Burkholderia cepacia*.

Selama ini formulasi yang dipakai untuk membuat pupuk organik biasanya diperkaya dengan mikroba yaitu menggunakan berbagai jenis mikroba sebagai konsorsium. Di sisi lain penggunaan konsorsium memiliki beberapa kelemahan yaitu terjadinya kompetisi terhadap tempat tumbuh dan nutrisi, antibiosis serta parasitisme. Kelemahan lainnya adalah penggunaan konsorsium kurang efisien karena memerlukan berbagai jenis mikroba unggul (Berlian *et al.*, 2013; Munawar dan Wijajanti, 2015). Oleh karena itu diperlukan mikroba multifungsional yaitu satu mikroba yang memiliki dua fungsi atau lebih. Salah satu contohnya, satu jenis mikroba yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat dan kalium.

Sebelum dilakukan uji kemampuan multifungsional, mikroba-mikroba tersebut harus diuji dan dipastikan terlebih dahulu, bahwa tidak bersifat fitopatogen. Oleh karena itu perlu dilakukan uji patogenitas, baik uji fitopatogenitas terhadap tanaman maupun uji patogenitas terhadap hewan dan manusia. Uji fitopatogenitas dan patogenitas ini sangat penting dilakukan agar mikroba yang diaplikasikan tidak berbahaya dan merugikan bagi lingkungan di sekitarnya. Selain itu, dengan mengetahui sifat fitopatogenitas dan patogenitas dari mikroba tertentu sejak awal, bisa dilakukan pencegahan, sehingga tidak berdampak buruk ke depannya. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari sifat fitopatogenitas dan patogen (hemolisis) serta kemampuan mikroba dalam melarutkan fosfat dan kalium.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB). Bahan penelitian yang digunakan adalah mikroba tanah pelarut fosfat dan kalium koleksi Laboratorium Bioteknologi Tanah, Fakultas Pertanian, IPB. Sebelum digunakan, isolat tersebut diremajakan terlebih dahulu. Isolat bakteri diremajakan dalam media *nutrient agar* (NA), sedangkan isolat fungi diremajakan dalam media *potato dekstrosa agar* (PDA). Adapun daftar isolat yang akan digunakan disajikan pada Tabel 1.

Bahan-bahan lain yang digunakan yaitu media Pikovskaya (glukosa 5 g, NaCl 0.1 g, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 2.5 g, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.25 g, KCl 0.1 g, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.025 g, MnSO<sub>4</sub> 0.25 g, FeSO<sub>4</sub> 0.25 g, *yeast extract* 0.25 g, agar 14 g dalam 1 liter akuades), media Alexandrov (5.0 g glukosa, 0.5 g MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 0.1 g CaCO<sub>3</sub>, 0.006 g FeCl<sub>3</sub>, 2.0 g Ca<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 3.0 g bubuk feldspar sebagai sumber kalium yang tidak larut, 20.0 g agar), media *blood agar*, kloramfenicol, tanaman tembakau varietas Xanthi dan benih padi varietas

Ciherang. Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, *syringe* ukuran 1 ml, tabung reaksi, gelas ukur, erlenmeyer, gunting, cawan Petri, penggaris, jarum ose, spatula dan dry glassy.

## Prosedur Penelitian

### Uji Fitopatogenitas dan Hemolisis

Uji fitopatogenitas dan hemolisis dilakukan pada 14 jenis mikroba (Tabel 1), terdiri atas uji hipersensitif untuk mengetahui potensi patogen pada tanaman dan uji hemolisis untuk mengetahui potensi patogen pada hewan dan manusia. Uji hipersensitif pada bakteri dilakukan dengan menyuntikkan (tanpa jarum) isolat bakteri ( $\pm 10^7$  CFU ml<sup>-1</sup>) menggunakan *syringe* volume 1 ml ke daun tanaman tembakau varietas Xanthi dan diamati selama 72 jam. Disiapkan kontrol positif daun tembakau yang disuntikkan bakteri patogen *Xanthomonas* sp., sedangkan kontrol negatif daun tembakau yang disuntikkan dengan aquades. Bakteri tersebut berpotensi patogen bagi tanaman, apabila nekrosis terjadi pada titik suntikan, (Schaad *et al.*, 2001). Uji fitopatogenitas terhadap fungi dilakukan dengan merendam benih padi pada media cair yang ditumbuhi fungi selama 24 jam. Benih lalu ditumbuhkan pada kapas basah selama 7 hari. Disiapkan kontrol negatif dengan menggunakan benih padi yang direndam dengan aquades, sedangkan kontrol positif benih padi direndam dengan isolat fungi *Fusarium solani*. Diamati persentase tumbuh benih yang direndam dengan isolat fungi dibandingkan dengan kontrol apabila, yang mendapatkan perlakuan ditambahkan fungi pertumbuhannya lambat maka fungi tersebut berpotensi sebagai patogen (Mahmoed *et al.*, 2013). Uji hemolisis dilakukan dengan menggunakan media *blood agar*. Zona bening yang terbentuk mengelilingi koloni pada media menunjukkan bahwa mikroba bersifat patogen (Difco, 2009). Kontrol positif yang digunakan adalah isolat bakteri patogen *Xanthomonas* sp. dan fungi patogen *Fusarium solani*.

### Uji Kemampuan Mikroba dalam Melarutkan Fosfat dan Kalium

Pada tahap ini dilakukan pengukuran indeks kelarutan fosfat dan kalium pada 14 mikroba. Pengukuran indeks kelarutan fosfat dilakukan pada media Pikovskaya padat dengan sumber fosfat sukar larut Ca<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, sedangkan indeks kelarutan kalium dilakukan pada media Alexandrov dengan sumber kalium sukar larut feldspar yang berasal dari Malang, Jawa Timur. Bakteri diinkubasi selama 72 jam, sedangkan fungi diinkubasi selama 120 jam, (Ines *et al.*, 2014). Diamati zona bening yang muncul di sekitar koloni dan dilakukan pengukuran indeks kelarutan fosfat dengan Persamaan 1.

$$IK = \frac{\text{Diameter koloni} + \text{diameter zona bening}}{\text{Diameter koloni}} \dots \dots \dots (1)$$

Tabel 1. Daftar isolat mikrob pelarut fosfat dan kalium

No	Kode Isolat	Jenis Isolat	Sumber Isolat	Peneliti yang mengisolasi	Potensi
1	BPK 1	Bakteri	Lahan perkebunan (Coklat ( <i>Theobroma cacao</i> L.))	Deni Pratama	Pelarut fosfat dan kalium
2	BPK 2	Bakteri	Lahan bekas tambang emas ( <i>Dalbergia latifolia</i> Roxb.)	Deni Pratama	Pelarut fosfat dan kalium
3	BPK 5	Bakteri	Lahan bekas tambang emas ( <i>Schima wallichii</i> (DC). Korth)	Deni Pratama	Pelarut fosfat dan kalium
4	BPK 6	Bakteri	( <i>Dillenia surffruticosa</i> (Griff) Martelli)	Deni Pratama	Pelarut fosfat dan kalium
5	BPF 7	Bakteri	Lahan perkebunan (Jati ( <i>Tectona grandis</i> ))	Milik IPB	Pelarut fosfat
6	BPF 9	Bakteri	Lahan Rejo Agung	Milik IPB	Pelarut fosfat
7	FK 1	Fungi	Lahan perkebunan ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.)	Deni Pratama	Pelarut fosfat dan kalium
8	FK 2	Fungi	Lahan perkebunan (Kopi ( <i>Coffea arabica</i> L.))	Deni Pratama	Pelarut fosfat dan kalium
9	FPF E1	Fungi	Lahan perkebunan (Coklat ( <i>Cocoa theobroma</i> L.))	Kurmia Dwi Sasmitha	Pelarut fosfat
10	FPF 4	Fungi	Lahan gambut sejuta hektar Kalimantan	Milik IPB	Pelarut fosfat
11	SSIO 6	Fungi	Lahan perkebunan Coklat ( <i>Cocoa theobroma</i> L.))	Kurmia Dwi Sasmitha	Pelarut fosfat
12	FPF 5	Fungi	Lahan gambut sejuta hektar Kalimantan	Milik IPB	Pelarut fosfat
13	JK 1	Fungi	Kompos serasah Pasar Jumat	Anggi Nico Flatian	Pelarut fosfat
14	JK 6	Fungi	Kompos serasah Pasar Jumat	Anggi Nico Flatian	Pelarut Fosfat

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Fitopatogenitas

Berdasarkan hasil uji fitopatogenitas pada bakteri didapatkan hasil bahwa, 7 isolat bakteri tersebut bersifat non patogen (Tabel 2). Pada Gambar 1 terlihat bahwa pada kontrol yang disuntikkan aquades, daun tetap berwarna hijau, begitu pula pada perlakuan yang disuntikkan isolat non fitopatogen, daun juga terlihat berwarna hijau. Daun yang disuntikkan isolat bakteri fitopatogen terlihat berubah warna menjadi kecokelatan. Daun yang berubah warna menjadi kecokelatan tersebut merupakan reaksi dari hipersensitifitas. Reaksi hipersensitif merupakan program kematian sel yang cepat dan terlokalisasi. Reaksi ini muncul pada tanaman yang terinfeksi saat terserang patogen dan hal tersebut merupakan upaya untuk menghambat pertumbuhan patogen. Induksi reaksi hipersensitif dipengaruhi oleh gen hrp yang umum ditemukan pada bakteri Gram negatif patogen tanaman, termasuk kelompok *Xanthomonas* sp. (Wahyudi *et al.*, 2011).

Berdasarkan hasil uji fitopatogenitas pada fungi didapatkan hasil bahwa 8 isolat fungi yang diujikan bersifat non fitopatogen. Pada Gambar 1 terlihat bahwa perlakuan kontrol yang direndam dengan aquades steril serta isolat non fitopatogen menunjukkan persentase pertumbuhan 100%. Pertumbuhan hipokotil dan epikotil dari benih padi tersebut tumbuh lebih baik. Hipokotil pada kontrol negatif dan yang direndam isolat non patogen terlihat tumbuh lebih panjang dibandingkan dengan

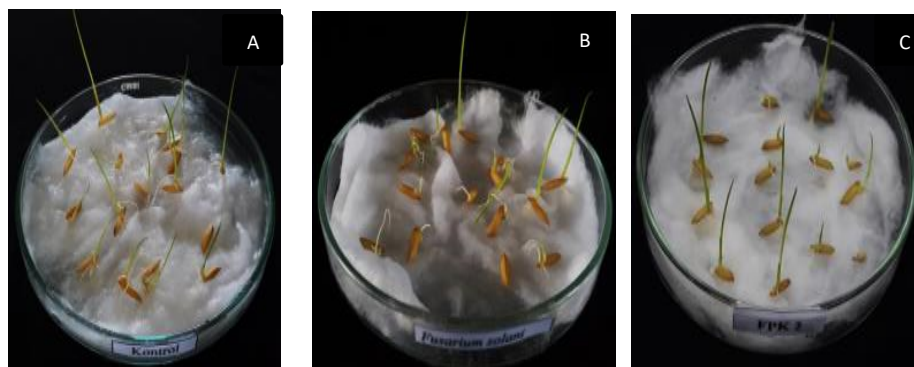
kontrol positif yang direndam dengan isolat fungi patogen *Fusarium solani*.

Tabel 2. Hasil uji patogenitas pada bakteri dan fungi

No	Jenis Isolat	Uji Hipersensitif	Uji Hemolisis
1	BPK 1	Non patogen	Non patogen
2	BPK 2	Non patogen	Patogen (Hemolisis total)
3	BPK 5	Non patogen	Non patogen
4	BPK 6	Non patogen	Patogen (Hemolisis total)
5	BPK 7	Non patogen	Patogen (Hemolisis total)
6	BPF 9	Non patogen	Non patogen
7	FK 1	Non patogen	Non patogen
8	FK 2	Non patogen	Non patogen
9	FPF 4	Non patogen	Non patogen
10	FPF 5	Non patogen	Non patogen
11	SSIO 6	Non patogen	Patogen (Hemolisis total)
12	JK 1	Non patogen	Non patogen
13	FPF E1	Non patogen	Patogen (Hemolisis sebagian)
14	JK 6	Non patogen	Patogen (Hemolisis sebagian)



Gambar 1. Daun tembakau yang disuntikkan dengan isolat bakteri: A) kontrol negatif (*aquadest* steril), B) kontrol positif (*Xanthomonas* sp.), C) isolat BPK yang bersifat non patogen



Gambar 2. Pertumbuhan benih padi yang direndam isolat FPF: A) kontrol negatif (*aquadest*), B) kontrol positif (*Fusarium solani*), C) isolat yang bersifat non patogen

Beberapa penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa jika benih terinfeksi cendawan akan mengalami penurunan mutu fisik dan fisiologis benih. Mutu fisik benih menjadi tidak normal, sedangkan penurunan mutu fisiologis dapat menurunkan viabilitas dan vigor benih. Inokulasi beberapa isolat cendawan terbawa benih kakao hibrida berpengaruh nyata terhadap penurunan daya berkecambah, indeks vigor, KCT-R, T50, laju pertumbuhan kecambah dan tingkat infeksi (Baharudin *et al.*, 2013). Infeksi patogen melalui lenti sel (stomata) dan luka mudah terjadi, tetapi infeksi langsung patogen masih sulit terjadi. Kemampuan patogen dalam menginfeksi secara langsung terjadi apabila patogen memiliki enzim yang dapat masuk ke dalam benih seperti patogen antraknosa. Patogen ini mampu menguraikan dinding sel inang, sehingga memudahkan patogen masuk ke dalam jaringan dan menginfeksi inang (Soesanto, 2006).

Berdasarkan uji hemolisis pada media *blood agar* (Tabel 2) terlihat bahwa dari 6 isolat bakteri, 3 isolat bakteri (BPK 2, BPK 6 dan BPK 7) bersifat patogen yang diindikasikan dengan terjadinya hemolisis total (Beta hemolisis). Pada media *blood agar* 3 isolat tersebut membentuk zona bening yang mendekati transparan di sekitar koloni (Gambar 2). Berdasarkan uji hemolisis pada fungsi menunjukkan dari 8 isolat fungi, 3 isolat fungi (SSIO 6, FPF E1 dan JK 6) bersifat patogen. Isolat SSIO 6 menyebabkan hemolisis total, sedangkan FPF E1 dan JK 6 menyebabkan hemolisis sebagian yang diindikasikan dengan perubahan warna disekitar koloni menjadi abu-abu kehijauan.

Zona hemolisis terbentuk pada permukaan medium agar darah seperti contohnya terbentuk oleh *Streptococcus pyogenes* karena bakteri tersebut menghasilkan produk ekstraseluler yang dapat melisis sel darah merah. *Streptococcus pyogenes* golongan A menghasilkan suatu produk ekstraseluler yaitu streptolisin S dan streptolisin O yang mengakibatkan lisis sel eritrosit. Streptolisin S adalah toksin stabil oksigen yang terdiri dari polipeptida yang menyebabkan hemolisis pada permukaan medium agar darah pada keadaan aerob (Hall dan Lyman, 2006).

#### Kemampuan Mikrob dalam Melarutkan Fosfat dan Kalium

Berdasarkan hasil uji kemampuan mikrob multifungsional dalam melarutkan fosfat dan kalium pada media Alexandrov dan Pikovskaya padat didapatkan hasil dari 6 isolat bakteri, 5 isolat memiliki kemampuan multifungsional (Tabel 3). Isolat BPK 5 memiliki indeks kelarutan kalium tertinggi (1.375), sedangkan isolat BPF 9 memiliki indeks kelarutan fosfat tertinggi (1.533). Berdasarkan hasil uji pada isolat fungi dari 8 isolat, semuanya mampu melarutkan fosfat dan kalium. Isolat FPF 4 memiliki indeks kelarutan fosfat tertinggi (1.065), sedangkan isolat FPF E1 memiliki indeks kelarutan kalium tertinggi (1.320), namun isolat ini memiliki sifat patogen (Tabel 4).

Asam oksalat, asam sitrat, asam tartarat, asam format dan asam malat merupakan asam-asam organik yang diduga dihasilkan dari proses pelarutan K oleh mikroorganisme tanah (Liu *et al.*, 2006; Sheng dan He, 2006; Shanware *et al.*, 2014). Proses pelapukan mineral

kalium dapat dipercepat karena adanya interaksi dengan asam-asam organik yang dihasilkan oleh mikroba tanah (Archana, 2007). Interaksi tersebut merupakan proses pelapukan biokimia. Interaksi biokimia dapat terjadi dalam bentuk tarikan elektrostatis, reaksi kompleks (pengkelatan) dan *coadsorption (water and metal bridging)*. Reaksi yang terjadi antara kalium feldspar ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ) dengan asam organik menyebabkan reaksi pertukaran ion antara ion  $\text{H}^+$  dan ion  $\text{K}^+$  sehingga melepas ion  $\text{K}^+$  yang terikat dengan silikat. Reaksi antara kalium feldspar sebagai mineral primer dengan asam organik juga membentuk mineral kalium sekunder (Fu *et al.*, 2009).

Tabel 3. Indeks kelarutan fosfat dan kalium isolat bakteri

No	Isolat	Indeks Kelarutan Fosfat	Indeks Kelarutan Kalium
1	BPK 1	1.339	1.278
2	BPK 2	1.125	1.049
3	BPK 5	1.032	1.375
4	BPK 6	1.180	1.312
5	BPF 7	1.170	-
6	BPF 9	1.533	1.089

Tabel 4. Indeks kelarutan fosfat dan kalium isolat fungi

No	Isolat	Indeks Kelarutan Fosfat	Indeks Kelarutan Kalium
1	FPK 1	1.038	1.056
2	FPK 2	1.057	1.035
3	FPF 4	1.065	1.091
4	FPF 5	1.030	1.026
5	SSIO 6	1.061	1.039
6	JK 1	1.057	1.187
7	FPF E1	1.083	1.320
8	JK 6	1.047	1.048

Selain pelarutan K, pelarutan P juga diduga karena diproduksinya asam-asam organik. Berdasarkan penelitian Khan *et al.* (2009), mekanisme utama pelepasan P disebabkan produksi asam-asam organik oleh mikroba pelarut fosfat. Produksi asam organik menyebabkan penurunan pH dan selanjutnya P akan dilepaskan melalui substitusi proton. Asam-asam organik yang dihasilkan akan bereaksi dengan ion-ion  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  dan  $\text{Al}^{3+}$  yang mengikat fosfat menjadi bentuk yang stabil dan fosfat dibebaskan menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman. Penelitian Setiawati dan Mihardja (2008) melaporkan bahwa ada beberapa mekanisme mikrob dalam melarutkan fosfat diantaranya adalah kompetisi anion orthofosfat, perubahan pH yang disebabkan oleh diproduksinya asam-asam organik, pengikatan logam membentuk logam organik dan pengkelatan oleh ligan organik.

#### SIMPULAN

Berdasarkan hasil uji fitopatogenitas pada isolat bakteri dan fungi, semua isolat bersifat non fitopatogen. Dari uji hemolisis isolat bakteri BPK 2, BPK 6 dan BPK 7 bersifat patogen dan menyebabkan hemolisis total. Berdasarkan uji hemolisis pada fungi isolat SSIO 6 menyebabkan hemolisis total, FPF E1 dan JK 6 menyebabkan hemolisis sebagian. Isolat BPK 5 memiliki indeks tertinggi dalam melarutkan kalium (1.375), sedangkan isolat BPF 9 memiliki kemampuan tertinggi dalam melarutkan fosfat (1.533).

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kementerian Riset dan Teknologi (Kemenristek-DIKTI) melalui program beasiswa Pendidikan Magister Doktor Menuju Sarjana Unggul (PMDSU) batch II tahun 2015 yang telah membiayai penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antonius, S., D. Agustyani, M. Rahmansyah dan B. Martono. 2007. Development of sustainable agriculture: soil microorganisms enzymatic activity of organic farming on Jabopuncur Catchment's Area Treated with agricultural wastes as Biofertilizer. Proceedings International Seminar Advances in Biological Science: Contribution Towards a Better Human Prosperity; Yogyakarta, Indonesia. p. 340–341.
- Archana, D.S. 2007. Studies on potassium solubilizing bacteria [Tesis]. University of Agricultural Sciences. Dharwad.
- Baharudin, A. Purwantara, S. Ilyas dan M.R. Suhartanto. 2013. Patogenitas beberapa isolat cendawan terbawa benih kakao hibrida. *Jurnal Littri*, 19: 1-7.
- Berlian, I., B. Setyawan dan H. Hadi . 2013. Mekanisme antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap beberapa patogen tular tanah. *Warta Perkaratan*, 32: 74-82.
- Difco. 2009. *Manual Microbiological Culture Media 2<sup>nd</sup>*. Mj. Zimbrow, D.A. Powder, S.M. Miller, G.E. Wilson and J.A. Jonhson (Eds.). Becton, Dickinson and Company, Maryland.
- Farhad, I.S.M., M.N. Islam, S. Hoque and M.S.I. Bhuiyan. 2010. Role of potassium and sulphur on the growth, yield, and oil content of soybean (*Glycine max* L.). *Ac. J. Plant Sci.*, 3: 99-103.
- Flatian, A.N. 2017. Kontribusi P dari aktivitas mikrob pelarut fosfat, fosfat alam dan SP-36 berdasarkan teknik Isotop <sup>32</sup>P [Tesis]. IPB. Bogor.
- Fu, Q., P. Lu, P. Konishi, R. Dilmore, H. Xu, W.E. Seyfried and C. Zhu. 2009. Coupled alkali-feldspar dissolution and secondary mineral precipitation in batch systems: 1. new experiments at 2000C and 300 bars. *Chem. Geol.*, 258: 125-135.
- Ginting, R.C.B., S. Rasti dan E. Husen. 2002. Mikrobial Pelarut Fosfat [Internet]. [Diunduh 16 Desember 2015]. Tersedia pada: [http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/dokumentasi/buku/buku%20pupuk%20hayatipupuk%20organik/07mikorganisme\\_ginting.pdf](http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/dokumentasi/buku/buku%20pupuk%20hayatipupuk%20organik/07mikorganisme_ginting.pdf).
- Hall, K.K. and J.A. Lyman. 2006. Update review of blood culture contamination. *Clin. Microbiol. Rev.*, 19: 788–802.
- Inès, M., T. Yousra, B.R. Asma, K. Sana and H. Abdennasser. 2014. Multi-traits of non-pathogenic fluorescent *Pseudomonas* and evaluation of their potentiel as biocontrol agents. *Amer. J. of Environ. Sci.*, 10: 199-209.
- Khan, M.S., A. Zaidi and P.A. Wani. 2009. Role of phosphate solubilizing microorganisms in sustainable agriculture [ulasan]. In E. Lichtfouse *et al.* (Eds.). Sustainable Agriculture. Springer Science Business Media, New York. p. 551-570.
- Liu, W., X. Xu, S. Wu, Q. Yang, Y. Luo and P. Christie . 2006. Decomposition of silicate minerals by *bacillus mucilaginosus* in liquid culture. *Environ. Geochem. Health*, 28: 133-140.
- Mahmoud, S.Y.M., M.H. Hosseney, K.A.A.A. EL-Shaikh, A.H.A. Obiadalla and Y.A. Mohamed. 2013. Seed borne Fungal pathogens associated with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed and their impact on germination. *Journal of Environ. Stud.*, 11: 19-26.
- Munawar, Elfita dan H. Wijajanti. 2015. Viabilitas konsorsium bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat pada media pembawa tanah gambut sebagai agen pupuk hayati. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal; 2015 Oktober 8-9; Palembang, Indonesia. Palembang.
- Pratama, D., I. Anas and Suwarno. 2016. Ability of potassium- solubilizing microbes to solubilize microbes to solubilize feldspar. *Malays J. of Soil Sci.*, 20: 163-175.
- Schaad, N.W., J.B. Jones and W. Chun. 2001. *Plant Patogenic Bacteria 3<sup>rd</sup>*. American Phytopatological Society. Minnesota.
- Setiawati, T.C. dan A. Mihardja. 2008. Identifikasi dan bakteri pelarut fosfat dan pengaruhnya terhadap aktivitas Rhizoctonia solani pada tanaman Kedelai. *J. Tanah Trop.*, 13: 233-240.
- Shanware, A.S., S.A. Kalkar and M.M. Trivedi. 2014. Potassium solublisers: occurrence, mechanism and their role as competent biofertilizers. *Intern. J. Curren Microbiol. and App. Sci.*, 3: 622-629.
- Sheng, X.F. and L.Y. He. 2006. Solubilization of potassium bearing minerals by a wild type strain of *Bacillus Edaphicus* and its mutants and increased potassium uptake by wheat. *Can. J. Microbiol.*, 52: 66-72.

Soesanto, L. 2006. *Penyakit Pascapanen*. Kanisius, Yogyakarta. p. 268.

telaah mutagenesis dengan transposon. *Makara Sains*, 15: 89-96.

Wahyudi, A.T., S. Meliah dan A.A. Nawangsih. 2011. *Xanthomonas oryzae pv.oryzae* bakteri penyebab hawar daun pada padi: isolasi, karakterisasi, dan

---