

**POTENSI BAKTERI PELARUT FOSFAT ISOLAT LOKAL TERHADAP  
PERTUMBUHAN TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* L. Merrill)  
PADA TANAH PODZOLIK MERAH KUNING (PMK)**

**Wahyu Lestari, Atria Martina, Tetty Marta Linda**  
Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau

**ABSTRAK**

Isolasi bakteri pelarut fosfat (P) dari tanah gambut asal Sei. Galuh telah diuji potensinya terhadap pertumbuhan tanaman kedelai pada tanah PMK. Hasil isolasi ditemukan 12 isolat, yang memiliki kriteria tinggi dalam melarutkan fosfat berdasar Uji Nilai Tengah, ada 3 isolat. Isolat dan campuran ke-3 isolat selanjutnya diuji potensinya dalam penyediaan P pada medium Pikovskaya cair menggunakan RAL dan pada tanah PMK menggunakan RAK Faktorial dengan 2 faktor, yaitu tanah (steril dan tidak steril) serta isolat. Data dianalisis dengan ANOVA dan uji lanjut dengan DMRT taraf 5%. Isolat tertinggi melarutkan P pada medium Pikovskaya cair berturut-turut adalah I<sub>1</sub>, I<sub>c</sub>, I<sub>2</sub> dan I<sub>3</sub>. Inokulum juga memiliki kemampuan dalam penyediaan P pada tanah PMK. Hasil menunjukkan ada interaksi antara tanah dan inokulum terhadap penyediaan P tanah yang berpengaruh terhadap % polong bernas, berat kering biji dan serapan P pada tanaman. Inokulum I<sub>c</sub>, terbaik dalam penyediaan P tanah. Terdapat korelasi yang sangat erat dan nyata ( $r = 0,794^{**}$ ) antara kandungan P tersedia tanah dan serapan P.

**Kata kunci:** bakteri pelarut fosfat, kedelai, medium Pikovskaya, , potensi, tanah PMK

**PENDAHULUAN**

Keterbatasan lahan subur sebagai lahan pertanian di Indonesia khususnya Riau, menyebabkan dimanfaatkannya tanah kurang subur dan bermasalah dalam hal penyediaan hara seperti tanah podzolik merah kuning (PMK). Pemanfaatan lahan PMK belum optimal untuk meningkatkan produksi pertanian terutama tanaman pangan. Menurut Hardjowigeno (2003), tanah PMK memiliki pH, ketersediaan hara makro terutama N, P dan K serta produktivitas yang rendah karena didominasi oleh oksida Fe, Al, Ca, dan Mg sehingga daya ikat terhadap P tinggi dan menyebabkan tidak tersedianya P tanah.

Penambahan P pada tanah sejauh ini bergantung pada pupuk kimia, namun cara ini cenderung mahal dan tidak efisien. Menurut Fankem *et al.* (2006), pupuk kimia bersifat immobil setelah digunakan akibatnya P tersedia sedikit dan aplikasi pemberian pupuk terus berlanjut. Rao (1994) dan Egamberdiyeva (2006) juga menyatakan, salah satu upaya melepaskan keterikatan P di tanah masam dan meningkatkan efisiensi pemupukan P adalah memanfaatkan mikroba tanah. Mikroba tanah yang memiliki kemampuan melarutkan P berasal dari bakteri dan fungi.

Penambahan pupuk P sangat diperlukan agar diperoleh jumlah P tersedia di tanah, namun sering menimbulkan masalah pencemaran lingkungan sehingga tidak efisien. Salah satu upaya untuk mengatasinya tanpa menimbulkan masalah pencemaran lingkungan adalah memperoleh bakteri pelarut P indigenous Riau asal Sei. Galuh. Isolat bakteri pelarut P diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai *biofertilizer*. Rendahnya efisiensi penyerapan P, disebabkan karena fiksasi P yang tinggi pada tanah masam. Hal ini merupakan masalah

penting dalam peningkatan hasil pertanian, karenanya untuk meningkatkan efisiensi pemupukan P perlu diketahui kemampuan bakteri dalam mengefektifkan P tersedia tanah.

## METODE DAN BAHAN

**Isolasi dan seleksi bakteri tanah yang mampu melarutkan P.** Sampel tanah diambil dari areal Perkebunan Kelapa Sawit di Sei. Galuh pada kedalaman 5-15 cm. pH tanah diukur saat pengambilan sampel tanah. Isolasi bakteri pelarut P dilakukan dalam medium Pikovskaya cair dan diinkubasi pada suhu kamar selama 3 hari. Hasil isolasi ditumbuhkan secara *pour plate* dalam medium Pikovskaya agar dan diinkubasi selama 3 hari. Koloni bakteri yang memiliki zona bening dianggap bakteri yang mampu melarutkan P. Aktivitas bakteri pelarut P secara semikuantitatif diukur berdasarkan diameter zona bening yang terbentuk. Tiga isolat bakteri yang membentuk diameter zona bening tertinggi dipilih sebagai isolat potensial untuk dilakukan uji potensi melarutkan P pada media cair.

**Uji potensi kelarutan P oleh isolat-isolat dalam media cair.** Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan ( $I_0$ /kontrol,  $I_1$ /isolat GGH4,  $I_2$ /isolat GGH2,  $I_3$ /isolat GGH7 dan  $I_4$ /campuran GGH4+GGH2+GGH7) masing-masing dengan 3 ulangan. Inokulum bakteri pelarut P sebanyak  $10^6$  sel/ml ditambahkan dalam 50 ml medium Pikovskaya steril yang mengandung 250 mg  $Ca_3(PO_4)_2$ . Medium diinkubasi selama 7 hari, pH diukur pada akhir masa inkubasi. Kultur disentrifugasi dengan kecepatan 7200 rpm selama 10 menit. Supernatan dianalisis untuk menentukan kandungan P terlarut dengan metode Olsen (Mukhlis, 2007).

**Uji potensi pada tanah PMK.** Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial yang terdiri dari 2 faktor, yaitu tanah (S) dengan 2 taraf yaitu : $S_0$ /tanah non steril(kontrol) dan  $S_1$ /tanah steril serta faktor inokulum bakteri pelarut P (I), yang terdiri dari 5 taraf yaitu : $I_0$ /tanpa inokulum (kontrol),  $I_1$ /inokulum GGH4,  $I_2$ /inokulum GGH2,  $I_3$ /inokulum GGH7 dan  $I_4$ /campuran inokulum (GGH4+GGH2+GGH7), masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Tanah PMK sebagai media tanam diambil dari kedalaman 1-20 cm yang sebelumnya telah diukur pHnya. Tanah dikeringkan dan diayak, sebagian disterilkan selama 1,5 jam suhu  $150^\circ C$  dan sebagian lagi tidak disterilkan. Perbanyak inokulum dilakukan dengan menumbuhkan pada medium NB cair, kecepatan agitasi 200 rpm dan diinkubasi selama 7 x 24 jam. Inokulasi isolat dilakukan dengan cara menuang inokulum ( $10^8$  CFU/ml) sebanyak 15 ml/polibag di sekitar benih yang ditanam. Pupuk dasar diberikan dengan cara menugal tanah sedalam  $\pm 5$  cm berjarak 7 cm dari benih. Penjarangan dilakukan setelah tanaman berumur 2 minggu dengan meninggalkan 1 tanaman yang terbaik pertumbuhannya. Pemeliharaan meliputi penyiraman, penyiangan serta pengendalian hama dan penyakit.

Parameter pertumbuhan meliputi umur tanaman berbunga (hst), persentase polong bernaas (%), berat kering biji/tanaman dan berat kering tanaman. Data pendukung adalah kandungan P tersedia awal dan akhir tanah, serta serapan P pada tanaman yang dianalisis dengan metode Olsen (Mukhlis, 2007).

Analisis data aktivitas bakteri pelarut P secara semikuantitatif menggunakan Uji Nilai Tengah. Hasil uji potensi bakteri pelarut P pada media cair dan tanah PMK untuk semua parameter, dianalisis menggunakan Analisis Ragam (ANOVA) dan uji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%. Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kandungan P tanah dan serapan P terhadap parameter pertumbuhan.

## HASIL DAN DISKUSI

Isolat bakteri yang telah berhasil diisolasi dari tanah perkebunan di Sei. Galuh adalah 12 isolat, yaitu : GGH1, GGH2, GGH3, GGH4, GGH5, GGH6, GGH7, AGH1, AGH2, AGH3, AGH4 dan AGH5. Diameter zona bening dari masing-masing isolat berbeda karena setiap isolat memiliki kemampuan yang berbeda dalam melarutkan P. Isolat bakteri dengan diameter zona bening berturut-turut > 15,76 mm, 12,7-15,76 mm dan < 12,7 mm termasuk kriteria tinggi, sedang dan rendah. Tiga isolat memiliki potensi tinggi dalam melarutkan P (Tabel 1).

Tabel 1. Pengelompokan isolat bakteri pelarut P dalam membentuk zona bening berdasarkan Uji Nilai Tengah.

Kode Isolat	Diameter Zona Bening (mm)	Kriteria
GGH4	17,0	Tinggi
GGH2	16,5	
GGH7	16,0	
GGH3	15,5	Sedang
GGH1	15,0	
GGH5	15,0	
AGH3	14,5	
AGH1	13,5	Rendah
AGH4	13,0	
GGH6	12,5	
AGH2	12,5	
AGH5	11,5	

Pembentukan zona bening menandakan bahwa bakteri dapat menghasilkan enzim ekstraseluler. Menurut Fankem *et al.* (2006), pembentukan zona bening pada medium Pikovskaya akan menurunkan pH yang secara tidak langsung menunjukkan terlarutnya P dalam medium. Sylvia *et al.* (2005) menyatakan, kelompok enzim fosfatase (fosfomonoesterase, fosfodiesterase dan fitase) dikeluarkan oleh mikroorganisme secara ekstraseluler. Enzim ini mengkatalisis reaksi mineralisasi hidrolitik dengan melepaskan P terlarut.

Jumlah bakteri mengalami peningkatan hingga akhir inkubasi (Tabel 2). Perbedaan jumlah sel bakteri selama inkubasi, disebabkan perbedaan kemampuan tumbuh setiap jenis bakteri. Schlegel dan Karin (1994) menyatakan, jumlah bakteri pada media cair diperkirakan juga dipengaruhi oleh aerasi pada media. Diasumsikan semakin lama aerasi, jumlah bakteri pada media cair semakin banyak hingga tahap tertentu. Penurunan pH setelah inkubasi menurut Suidiana (2002), akibat dihasilkannya asam organik. Kim *et al.* (2005) menyatakan, inokulasi bakteri pelarut P pada media cair meningkatkan pertumbuhan mikroba diikuti oleh peningkatan konsentrasi P terlarut dan penurunan pH.

Uji kemampuan isolat bakteri pada medium Pikovskaya cair menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kandungan P terlarut (Tabel 2). Isolat I<sub>c</sub> lebih rendah kemampuannya dalam melarutkan P dibanding I<sub>1</sub> karena pada isolat campuran terdapat isolat yang dapat

menghambat pertumbuhan bakteri lain. Menurut Andriani (1998) penghambatan pertumbuhan bakteri dalam isolat campuran karena ada isolat yang mampu menghasilkan senyawa organik tertentu diantaranya antibiotik.

Tabel 2. Total jumlah bakteri pelarut P dan pH medium Pikovskaya masa inkubasi 7 hari serta kandungan P terlarut (%).

Nama Isolat/ Perlakuan	Rata-rata Total Jumlah Bakteri (CFU/ml)		pH		Kandungan P terlarut (%) *
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	
	Inkubasi	Inkubasi	Inkubasi	Inkubasi	
GGH4 (I <sub>1</sub> )	8 x 10 <sup>4</sup>	33 x 10 <sup>8</sup>	7	5	0,4384 <sup>c</sup>
GGH2 (I <sub>2</sub> )	7 x 10 <sup>4</sup>	43 x 10 <sup>8</sup>	7	5	0,3566 <sup>c</sup>
GGH7 (I <sub>3</sub> )	4 x 10 <sup>4</sup>	61 x 10 <sup>8</sup>	7	5	0,3152 <sup>b</sup>
Campuran I <sub>1</sub> , I <sub>2</sub> , I <sub>3</sub> (I <sub>c</sub> )	22 x 10 <sup>4</sup>	34 x 10 <sup>8</sup>	7	5	0,3936 <sup>d</sup>

Keterangan \* :angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut DMRT taraf 5%. Kandungan P terlarut I<sub>0</sub> adalah 0,1381<sup>a</sup>

Setiap isolat memiliki kemampuan yang berbeda dalam melarutkan P. Menurut Ivanova *et al.* (2006), pelarutan P selain bergantung pada produksi asam dan penurunan pH, juga bergantung pada isolat yang digunakan. Jenis bakteri yang berbeda menghasilkan aktivitas enzim yang berbeda, demikian juga dengan zona bening yang terbentuk. Isolat yang memiliki zona bening paling besar pada medium padat, menghasilkan kandungan P terlarut paling tinggi dalam media cair. Fankem *et al.* (2006) menyatakan, aktivitas bakteri dalam melarutkan P pada media padat dan cair tidak mutlak sama. Kriteria zona bening tidak cukup untuk menentukan kemampuan bakteri dalam melarutkan P. Jumlah mikroba yang banyak juga belum tentu memiliki kemampuan yang tinggi dalam melarutkan P.

Tabel 3. Rata-rata umur tanaman berbunga (hari setelah tanam/hst), % polong bernas, berat kering biji (g) dan berat kering tanaman kedelai.

Paramete r	Tanah (S)	Inokulum Bakteri Pelarut P (I) (15 x 10 <sup>8</sup> CFU/polibag)					Rerata (S)	Korelasi	
		I <sub>0</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>c</sub>		P tanah	Serapa n P
Umur berbunga (hst)	So	40,67	37,33	38,67	38,00	37,00	38,33	-	-
	St	40,00	37,67	38,00	38,33	36,33	38,06	0,614*	0,468
	Rerata (I)	40,33 <sup>b</sup>	37,50 <sup>A</sup>	38,33 <sup>A</sup>	38,16 <sup>A</sup>	36,66 <sup>A</sup>		*	**
	(So)	80,43 <sup>a</sup>	80,22 <sup>a</sup>	79,39 <sup>ab</sup>	82,31 <sup>b</sup>	73,14 <sup>a</sup>	79,09		
% polong bernas	(St)	68,51 <sup>a</sup>	84,14 <sup>b</sup>	85,83 <sup>b</sup>	83,01 <sup>b</sup>	77,40 <sup>ab</sup>	79,77	0,333	0,045
	Rerata (I)	74,47 <sup>A</sup>	82,18 <sup>B</sup>	82,61 <sup>B</sup>	82,66 <sup>B</sup>	75,27 <sup>A</sup>			
	(So)	3,98 <sup>b</sup>	5,81 <sup>d</sup>	4,97 <sup>cd</sup>	4,28 <sup>c</sup>	5,57 <sup>d</sup>	4,92 <sup>B</sup>	0,73\*	0,918

Berat kering biji (g)	(St)	1,49 <sup>a</sup>	3,62 <sup>b</sup>	3,80 <sup>b</sup>	2,49 <sup>a</sup>	4,83 <sup>cd</sup>	3,24 <sup>A</sup>	*	**
	Rerata	2,73 <sup>A</sup>	4,71 <sup>CD</sup>	4,38 <sup>C</sup>	3,38 <sup>B</sup>	5,20 <sup>D</sup>			
Berat kering tanaman (g)	(So)	6,58	9,23	8,00	6,71	9,38	7,98 <sup>B</sup>		
	(St)	2,69	6,35	5,85	4,67	7,65	5,44 <sup>A</sup>		
	Rerata	4,60 <sup>A</sup>	7,79 <sup>D</sup>	6,92 <sup>C</sup>	5,69 <sup>B</sup>	8,51 <sup>D</sup>		0,748*	0,959**
	(I)							*	**

Keterangan :angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama tidak berbeda nyata dan angka yang diikuti oleh huruf besar yang sama pada kolom dan baris yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut DMRT taraf 5%.

Tabel 3 menunjukkan tidak terdapat interaksi yang nyata antara perlakuan inokulum dan tanah terhadap umur tanaman berbunga. Secara keseluruhan semua perlakuan mampu mempercepat pembungaandibanding deskripsi varietas (39 hst) menurut Adisarwanto dan Wudianto (2002).Kandungan P tanah dan serapan P memiliki hubungan yang erat dengan umur tanaman berbunga, artinya semakin tinggi P tanah semakin mempercepat umur tanaman berbunga.

Terdapat interaksi yang nyata antara perlakuan inokulum dan tanah terhadap % polong bernas dan berat kering biji. Kandungan P tanah dan serapan P memiliki hubungan yang lemah terhadap % polong bernas. Inokulum Ic mampu meningkatkan berat kering biji dengan hasil tertinggi. Menurut Atlas dan Bartha (1998), aktivitas pelarutan P yang tinggi oleh jenis bakteri yang berbeda disebabkan oleh kemampuan yang berbeda dalam menghasilkan senyawa yang akan mempengaruhi aktivitas namun dapat berinteraksi secara positif. S<sub>0</sub> berpengaruh nyata terhadap berat kering biji, diduga terdapat mikroba indigenus pada tanah tersebut yang juga mampu untuk melarutkan P. Kandungan P tersedia tanah dan serapan P berhubungan erat terhadap berat kering biji tetapi memiliki hubungan yang lemah terhadap % polong bernas. Keadaan ini menunjukkan bahwa P tersedia dimanfaatkan oleh tanaman dalam pembentukan polong dan tidak maksimal untuk menghasilkan polong bernas tetapi dapat meningkatkan berat kering biji. Isolat tertinggi meningkatkan biomassa tanaman adalah inokulum I<sub>1</sub> dan Ic. Hubungan yang kuat antara P tanah dan serapan P, mampu meningkatkan biomassa tanaman.

Kandungan P tersedia awal sebelum diberikan perlakuan inokulum bakteri pelarut P adalah sangat rendah (3,45-5,95 mg/kg) dan belum mencukupi kebutuhan minimal pertumbuhan tanaman kedelai. Hasil terbaik dalam meningkatkan kandungan P tersedia tanah adalah Solc dan Stlc.Ic menunjukkan hasil terbaik meningkatkan kandungan P tanah dibandingkan I<sub>0</sub> (Tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata P tersedia akhir tanah (mg/kg) dan serapan P tanaman (mg/tanaman) pada akhir pengamatan.

Parameter	Tanah (S)	Inokulum Bakteri Pelarut P (I) (15 x 10 <sup>8</sup> CFU)/polibag					Rerat a (S)	Korelasi
		I <sub>0</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	Ic		
P tanah (mg/kg)	(So)	64,35 <sup>a</sup>	108,99 <sup>d</sup>	94,95 <sup>bc</sup>	86,01 <sup>b</sup>	116,61 <sup>e</sup>	94,18 <sup>B</sup>	0,794*
	(St)	29,10 <sup>a</sup>	103,40 <sup>d</sup>	101,83 <sup>d</sup>	87,50 <sup>bc</sup>	115,68 <sup>e</sup>	87,50 <sup>A</sup>	

	Rerata (I)	46,72 <sup>A</sup>	106,19 <sup>D</sup>	98,39 <sup>C</sup>	86,75 <sup>B</sup>	116,14 <sup>E</sup>	
	(So)	253,07 <sup>b</sup>	490,38 <sup>c</sup>	253,04 <sup>b</sup>	269,39 <sup>b</sup>	515,50 <sup>c</sup>	376,27 <sup>B</sup>
Serapan P (mg/tanaman)	(St)	47,50 <sup>a</sup>	315,06 <sup>bc</sup>	225,4 <sup>b</sup>	173,83 <sup>b</sup>	386,31 <sup>bc</sup>	229,62 <sup>A</sup>
	Rerata (I)	150,28 <sup>A</sup>	402,72 <sup>C</sup>	289,23 <sup>B</sup>	221,61 <sup>B</sup>	450,90 <sup>C</sup>	

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama tidak berbeda nyata dan angka yang diikuti oleh huruf besar yang sama pada kolom dan baris yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut DMRT taraf 5%.

Potensi yang tinggi pada Ic disebabkan kemampuan bakteri untuk beradaptasi dan berinteraksi positif melarutkan P terikat. Interaksi terbaik dalam meningkatkan serapan P oleh tanaman adalah So<sub>1</sub>, So<sub>2</sub>, St<sub>1</sub> dan St<sub>2</sub>. Perlakuan faktor tunggal inokulum mampu meningkatkan serapan P dengan hasil terbaik pada inokulum I<sub>1</sub> dan Ic. Kandungan P tanah dan serapan P memiliki hubungan yang sangat erat. Semakin tinggi kandungan P tersedia tanah maka semakin banyak hara P yang dapat diserap tanaman untuk meningkatkan hasil.

### KESIMPULAN

Isolat bakteri yang berhasil diisolasi dari tanah perkebunan di Sei. Galuh adalah 12 isolat, yaitu : GGH1, GGH2, GGH3, GGH4, GGH5, GGH6, GGH7, AGH1, AGH2, AGH3, AGH4 dan AGH5. Isolat yang berpotensi tinggi melarutkan P berturut-turut adalah GGH4 (I<sub>1</sub>), GGH2 (I<sub>2</sub>) dan GGH7 (I<sub>3</sub>) tetapi yang memiliki kemampuan tinggi dalam melarutkan P pada media cair berturut-turut adalah I<sub>1</sub>, Ic, I<sub>2</sub> dan I<sub>3</sub>. Terdapat interaksi yang nyata pada So<sub>2</sub> terhadap penyediaan P tanah yang berpengaruh terhadap % polong bernaas, berat kering biji dan serapan P. Inokulum Ic, terbaik dalam penyediaan P tersedia tanah.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada Dra. Rola Yulianti, M.Si (Almh), yang memberikan ide penelitian serta Rika dan Saurma Sibarani atas kerjasamanya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T & R. Wudianto. 2002. *Meningkatkan Hasil Panen Kedelai di Lahan Sawah Kering dan Pasang Surut*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Andriani. 1998. Penggunaan Bakteri pelarut Fosfat Pada Ultisol Limau Manis Yang Dipupuk Dengan Batuan Fosfat terhadap Ketersediaan dan Serapan P Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). [Skripsi]. Universitas Andalas. Program Sarjana.
- Atlas RM, Bartha R. 1998. *MicrobioEcology Fundamental and Applications*. 4<sup>th</sup> Edition. California: Addison Wesley Longman Inc.

- Egamberdiyeva D, Jureiva D, Poberejskaya S, Myachina O, Teryuhova P, Seydaliyeva L, Aliev A.** 2006. Improvement of Wheat and Cotton Growth and Nutrient Uptake by Phosphate Solubilizing Bacteria. 26<sup>th</sup> *Southern Conservation Tillage Conference*. 58-66.
- Fankem H, Nwaga D, Deubel A, Dieng L, Merbach W, Etoa FX.** 2006. Occurrence and Functioning of Phosphate Solubilizing Microorganisms from Oil Palm Tree (*Elaeis guineensis*) Rhizosphere in Cameroon. *African Journal of Biotechnology*. 5(24): 2450-2460.
- Hardjowigeno S.** 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Penerbit Akademika Pressindo.
- Ivanova R, Bojinova D, Nedialkova K.** 2006. Rock Phosphate Solubilization by Bacteria. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*. 41(3): 297-302.
- Kim YH, Bae B, Chung YK.** 2005. Optimization of Biological Phosphorus Removal from Contaminated Sediments with Phosphate Solubilizing Microorganism. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 99(1): 23-29.
- Mukhlis.** 2007. *Analisis Tanah Tanaman*. Medan: USU Press.
- Rao, N.S.S.** 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Edisi 2. Jakarta: Universitas Indonesia. hlm: 274-279.
- Schlegel HG, Karin S.** 1994. *Mikrobiologi Umum*. Terjemahan: Tedjo Baskoro. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sudiana IM.** 2002. Phosphatase Activity of *Bacillus* sp. Isolated from Forest Soil of Gunung Halimun National Park. *Berita Biologi*. 6(1): 49-55.
- Sylvia DM, Fuhrmann JJ, Hartel PG, Zuberer DA.** 2005. *Principles and Applications of Soil Microbiology*. Upper Saddle River. New Jersey.

