

**SELEKSI BAKTERI PELARUT FOSFAT
ASAL TANAH RAWA LEBAK YANG MAMPU
MENINGKATKAN KETERSEDIAAN P TANAH
PADA BERBAGAI TARAF ALUMUNIUM FOSFAT**

**Oleh
FAJAR SURYA WIBOWO**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2013**

2.23959/24509



**SELEKSI BAKTERI PELARUT FOSFAT
ASAL TANAH RAWA LEBAK YANG MAMPU
MENINGKATKAN KETERSEDIAAN P TANAH
PADA BERBAGAI TARAF ALUMUNIUM FOSFAT**

631.407
Faj
S
2013
C. 131649

Oleh
FAJAR SURYA WIBOWO



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2013**

SUMMARY

FAJAR SURYA WIBOWO. Selection Phosphate Solubilizing Bacteria From Lowland Were Able To Increase Soil P Availability In Various AlPO₄ Taraf. (Supervised by Prof. Dr. Ir. NUNI GOFAR, M.S and Dr.Ir. ABDUL MADJID ROHIM, M.S).

This research aims to get the phosphate solubilizing bacteria (PSB) from lowland were able to increase soil P availability to plants cultivated in lowland. The research was conducted at Soil Biology Laboratory and some lowlands planted with rice, corn and beans at Pemulutan's area (Ogan Ilir), Timbangsan (Ogan Ilir), Pulau Gemantung (OKI) from April to June 2012.

The PSB experiment to increase P availability designed using factorial completely randomized design with two treatment factors. The first factor was the additional of AlPO₄ consisting of 0 (A₀),10 (A₁) and 20 g kg⁻¹ AlPO₄ (A₂). Then second factor was type of PSB isolates were able to form the widest clear zone in pikovskaya media consisting of I₁, I₂, I₃, I₄ and I₅.

The results showed at high AlPO₄ doses (20 g kg⁻¹), isolate I₁ causes the highest available P in 1, 2 and 3 days after incubation (DAI), whereas isolates I₂ has the highest available P in 4 DAI.

RINGKASAN

FAJAR SURYA WIBOWO. Seleksi Bakteri Pelarut Fosfat Asal Tanah Rawa Lebak Yang Mampu Meningkatkan Ketersediaan P Tanah Pada Berbagai Taraf AlPO₄. (Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. NUNI GOFAR, M.S dan Dr.Ir. ABDUL MADJID ROHIM, M.S).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bakteri pelarut fosfat (BPF) asal tanah rawa lebak yang mampu meningkatkan ketersediaan P tanah bagi tanaman yang dibudidayakan di rawa lebak. Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Biologi Jurusan Tanah dan di beberapa lahan rawa lebak yang ditanami padi, jagung dan kacang, pada daerah pemulutan (Ogan Ilir), Timbangan (Ogan Ilir), Pulau Gemantung (OKI) pada bulan April sampai Juni 2012.

Pengujian BPF dalam meningkatkan ketersediaan P dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor I adalah Jumlah penambahan AlPO₄ terdiri atas 0 (A₀),10 (A₁) dan 20 g kg⁻¹ AlPO₄ (A₂). Sedangkan faktor II adalah jenis isolat BPF yang mampu membentuk zona bening terluas pada media pikovskaya terdiri atas I₁, I₂, I₃, I₄ dan I₅.

Hasil pengamatan menunjukkan Pada dosis AlPO₄ yang tinggi (20 g kg⁻¹), isolat I₁ menyebabkan P-tersedia tertinggi pada 1, 2 dan 3 masa setelah inkubasi (MSI), sedangkan isolat I₂ menyebabkan P-tersedia tertinggi pada 4 MSI.

**SELEKSI BAKTERI PELARUT FOSFAT
ASAL TANAH RAWA LEBAK YANG MAMPU
MENINGKATKAN KETERSEDIAAN P TANAH
PADA BERBAGAI TARAF ALUMUNIUM FOSFAT**

**Oleh
FAJAR SURYA WIBOWO**

**SKRIPSI
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian**

Pada

**PROGRAM STUDI ILMU TANAH
JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2013**

Skripsi Berjudul

**SELEKSI BAKTERI PELARUT FOSFAT
ASAL TANAH RAWA LEBAK YANG MAMPU MENINGKATKAN
KETERSEDIAAN P TANAH PADA BERBAGAI TARAF ALPO₄**

**OLEH:
FAJAR SURYA WIBOWO
05081002007**

**telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian**

Pembimbing I,



Prof. Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S.
NIP. 19640804 198903 2 002

Pembimbing II,



Dr. Ir. A. Madjid Rohim M.S.
NIP. 19611005 198703 1 023

Indralaya, Juli 2013

Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya

Dekan,



Dr. Ir. Erizal Sodikin
NIP. 19600211 198503 1 002

Skripsi berjudul “Seleksi Bakteri Pelarut Fosfat Asal Tanah Rawa Lebak Yang Mampu Meningkatkan Ketersediaan P Tanah Pada Berbagai Taraf AlPO₄” oleh Fajar Surya Wibowo telah dipertahankan di depan komisi penguji pada tanggal 1 Juli 2013.

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S.
2. Dr. Ir. A. Madjid Rohim, M.S.
3. Dr. Ir. A. Napoleon, M.P.
4. Ir. Yaswan Karimuddin, M.S.
5. Ir. H. Alamsyah Pohan, M.S.

Ketua (.....)

Sekretaris (.....)

Anggota (.....)

Anggota (.....)

Anggota (.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Tanah

Dr. Ir. A. Napoleon, M.P.
NIP. 196204211990031002

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Ilmu Tanah

Dr. Ir. Dwi Setiawan. M.Sc.
NIP. 196402261989031004

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam penelitian ini, kecuali yang dicantumkan dengan jelas sumbernya, adalah hasil penelitian dan investigasi saya sendiri dan belum atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan lain atau gelar yang sama di tempat lain.

Indralaya, Juli 2013

Yang membuat pernyataan,

FAJAR SURYA WIBOWO

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 5 Februari 1989 di Muara Payang Kab. Lahat, yang merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Ayah bernama Amanu dan Ibu bernama Hayani.

Pendidikan sekolah dasar diselesaikan di SD Negeri 05 Tanah Periuk tahun 2001. Sekolah menengah pertama diselesaikan di SMP Negeri 9 Lubuklinggau pada tahun 2004. Kemudian melanjutkan ke sekolah menengah atas di SMA Negeri 2 Muara Beliti, Musi Rawas dan selesai pada tahun 2007.

Kemudian pada tanggal 1 September 2008 penulis tercatat sebagai mahasiswa Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa di Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, penulis dipercaya menjadi asisten dari mata kuliah teknologi pupuk dan pemupukan pada semester VII dan IX. Pada semester VIII penulis juga dipercaya menjadi asisten mata kuliah Mikrobiologi Tanah. Dalam bidang akademisi, penulis ikut dalam kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) yang diselenggarakan oleh Dikti dan berkesempatan untuk menjadi peserta Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional (PIMNAS) pada tahun 2011 di Makassar.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian yang berjudul **“Seleksi Bakteri Pelarut Fosfat Asal Tanah Rawa Lebak Yang Mampu Meningkatkan Ketersediaan P Tanah Pada Berbagai Taraf AlPO₄”**. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang diketuai Prof. Dr. Ir Nuni Gofar, M.S. yang berjudul **“Pengembangan Teknologi Pupuk Mikroba Multiguna untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Rawa Lebak”** yang didanai oleh INSINAS Kementerian Riset dan Teknologi. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Prof. Dr. Ir Nuni Gofar, M.S. dan Bapak Dr. Ir. Abdul Madjid Rohim., M.S. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan, petunjuk, saran serta bimbingan dalam penulisan proposal penelitian ini. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada komisi penguji yaitu Bapak Dr. A. Napoleon, M.P., Bapak Ir. Yaswan Karimuddin, M.S. dan Bapak Ir. Alamsyah Pohan, M.S. serta seluruh bapak ibu dosen Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya yang telah senantiasa memberikan bimbingannya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, namun penulis berharap semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi perkembangan IPTEK di Indonesia.

Indralaya, Juli 2013

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	3
C. Hipotesis.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Lahan Rawa Lebak	4
B. Bakteri Pelarut Posfat.....	6
C. Perilaku Fosfat Dalam Tanah.....	9
III. PELAKSANAAN PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu	12
B. Bahan dan Alat	12
C. Metodologi Penelitian	12
D. Pelaksanaan Penelitian	13
1. Survey Lapangan	13
2. Isolasi dan Inkubasi	13

3. Seleksi	14
4. Perbanyakan Isolat	14
5. Uji Kemampuan BPF Melarutkan P	14
E. Analisis.....	15
F. Analisis Data	15

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Awal Tanah Sumber Isolat dan Tanah

Pengujian Isolat	16
B. Nilai pH Tanah	20
C. P-tersedia Tanah	26
D. P-total Tanah	30
E. Populasi BPF	33

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	37
B. Saran	37

DAFTAR PUSTAKA 38

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Karakteristik tanah pada lokasi sampel.....	16
2. Karakteristik kimia pada tanah pengujian.....	19
3. Pengaruh jenis isolat dan dosis AlPO ₄ terhadap pH sampel pengujian Tanah.....	21
4. Pengaruh jenis isolat dan dosis AlPO ₄ terhadap P-tersedia pada sampel pengujian tanah	27
5. Pengaruh jenis isolat dan dosis AlPO ₄ terhadap P-total pada sampel pengujian tanah	31
6. Populasi bakteri pelarut fosfat sebelum pengujian	33
7. Pengaruh jenis isolat dan dosis AlPO ₄ terhadap populasi bakteri pelarut fosfat pada sampel pengujian tanah	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Bagan Penempatan Pot di Laboratorium	42
2. Data dan Sidik Ragam pH Tanah Pengujian.....	44
3. Data dan Sidik Ragam P Tersedia Tanah Pengujian.....	48
4. Data dan Sidik Ragam P Total Tanah Pengujian	52
5. Data dan Sidik Ragam Populasi BPF pada Sampel Tanah Pengujian	56



I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Luas lahan lebak di Indonesia diperkirakan mencapai 13,28 juta ha yang terdiri dari lebak dangkal 4.167 juta ha, lebak tengahan 6.075 juta ha, dan lebak dalam 3.038 juta ha, yang tersebar di Sumatera, Papua dan Kalimantan (Rafieq, 2004). Lahan rawa lebak di Sumatera Selatan seluas 1,1 juta hektar telah dimanfaatkan untuk budidaya tanaman padi (seluas 288.637 ha dengan produksi rata-rata 3,7 ton ha⁻¹) dan tanaman pangan lainnya serta hortikultura (BPS, 2010). Rendahnya pemanfaatan lahan rawa lebak untuk budidaya tanaman pangan selain dikarenakan kendala fisik berupa genangan air, juga memiliki kendala kimia seperti tingginya kemasaman tanah, keberadaan kation Al dan Fe yang mengikat fosfor, dan miskin unsur hara.

Fosfor (P) merupakan salah satu unsur utama yang diperlukan tanaman dan pemegang peranan penting dalam proses metabolisme. Dalam tanah dijumpai fosfor organik dan anorganik, keduanya merupakan sumber penting bagi tanaman. Tanaman menyerap fosfor dalam bentuk H₂PO₄⁻, HPO₄²⁻ dan PO₄³⁻. Pada umumnya bentuk H₂PO₄⁻ lebih tersedia bagi tanaman daripada HPO₄²⁻ dan PO₄³⁻. Ketersediaan fosfor anorganik sangat ditentukan oleh pH tanah, jumlah dan tingkat dekomposisi bahan organik serta kegiatan jasad mikro dalam tanah (Lal, 2002).

Kekahatan P biasanya diatasi melalui penambahan pupuk buatan. Namun demikian metoda ini tidak selalu menjamin bahwa kekahatan P bisa teratas karena tanah masam dengan kelarutan Al dan Fe yang tinggi biasanya mempunyai kemampuan menyemat P yang tinggi pula sehingga menyebabkan rendahnya

efisiensi pemupukan P. Menurut Sancez (1976), efisiensi pemupukan P hanya berkisar antara 10% - 30% pada tanah - tanah masam dengan kelarutan Al dan Fe yang tinggi. Besarnya P yang tersemat disisi lain juga memberikan gambaran adanya residu pupuk P dalam tanah, terutama bila pemupukan P dilakukan berulang - ulang dengan dosis yang tinggi.

Beberapa bakteri tanah seperti bakteri pelarut fosfat mempunyai kemampuan untuk melarutkan P organik menjadi bentuk fosfat terlarut yang tersedia bagi tanaman. Efek pelarutan umumnya disebabkan oleh adanya produksi asam organik seperti asam asetat, asam format, asam laktat, asam oksalat, asam malat dan asam sitrat yang dihasilkan oleh mikroba tersebut. Mikroba tersebut juga memproduksi asam amino, vitamin dan growth promoting substance seperti IAA dan asam giberelin yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Richardson, 2001).

Penelitian Suliasih *et al.* (2006) menyatakan bahwa pada tanah asam terdapat banyak bakteri yang mampu melarutkan P yang telah menjadi residu pada tanah dan terikat oleh unsur lain (terutama Al) yaitu bakteri dengan genus *Basilius*, *Pseudomonas*. dan *Chromobacterium*. Menurut Rohim (1992), bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan hasil produksi padi sebesar 8,89% dan penurunan penggunaan pupuk P sebesar 58 kg/ha P₂O₅. Kemampuan BPF dalam menyediakan P bagi tanaman diperkuat oleh penelitian Dubey (1997) dalam Noor (2006) bahwa pada tanah yang dipupuk dengan FA sebanyak 60 kg P₂O₅ ha⁻¹, pemberian BPF *Pseudomonas sp.* dapat meningkatkan kadar P tanaman dari 0,77% menjadi 0,94%. Melihat potensi bakteri pelarut fosfat yang mempunyai kemampuan tinggi melarutkan P terikat pada tanah maka perlu digali potensi tersebut dalam menyediakan P tanah pada rawa lebak.

Berdasarkan uraian diatas studi mengenai agen hayati yang dapat melarutkan P yang terdapat pada tanah rawa lebak merupakan suatu hal yang sangat dibutuhkan dalam memecahkan permasalahan ketersediaan P yang rendah di tanah rawa lebak ini.

B. Tujuan

Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan bakteri pelarut fosfat asal tanah rawa lebak yang mampu meningkatkan ketersediaan P tanah bagi tanaman yang dibudidayakan di rawa lebak.

C. Hipotesis

Diduga ditemukan isolat-isolat BPF asal perakaran tanaman pangan yang dibudidayakan di lahan lebak yang mampu meningkatkan P tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus F. dan IGM Subiksa. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor
- Alexander M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. New York: John Wiley & Sons.
- Alihamsyah T. 2005. Pengembangan Lahan Rawa Lebak untuk Usaha Pertanian. Balittra. Banjarbaru. 53 halaman.
- Baudoin E, E Benizri and A Guckert. 2002. Impact of growth stages on bacterial community structure along maize roots by metabolic and genic fingerprinting. Appl. Soil Ecol. 19: 135-145.
- BPS. 2010. *Sumsel dalam Angka*. BPS : Palembang.
- Cerezine PC, E Nahas and DA Banzatto. 1988. Solube phosphate accumulation by *aspergillus niger* from fluorapatit. Applied Microbiol. Beotecnol, 29:501-505
- Gofar, N. 2012. Keragaman populasi bakteri endofitik asal jaringan tanaman padi lebak dan pasang surut serta kemampuannya menyumbangkan fitohormon dan nitrogen. J. Agritrop 27 (2): 87-93.
- Gofar N, H Widjajanti, dan NLP Sriratmini. 2012. Pengembangan teknologi pupuk mikroba multiguna untuk meningkatkan produktivitas lahan rawa lebak. Laporan kemajuan tahap 2: Penelitian Intensif Sinas, Palembang.
- Gyaneshwar P, GN Kumar, LJ Parekh and PS Poole. 2002. Role of soil microorganism in improving P nutrition of Plants. Plant soil 245: 83-93
- Hartono A. 2000. Pengaruh pupuk fosfor, bahan organik dan kapur terhadap pertumbuhan jerapan P pada tanah masam latosol Darmaga. Gakuryoku 6(1):73-78
- Havlin JL, JD Beaton, SL Tisdale, and WL Nelson. 1999. *Soil Fertility and Fertilizer: An introduction to nutrient management*. 6th Ed. Prentice Hall, New Jersey.
- Hermawan A, dan N Gofar. 2000. Penyusunan rekomendasi pemupukan NPK untuk Tanaman Padi Rawa Lebak berdasarkan tingkat kesuburan tanah dan kandungan NPK Tanah. Dalam Prosiding Seminar Lokakarya Nasional Manajemen Daerah Rawa dan kawasan Pesisir. Pusat Data Informasi Daerah Rawa dan Pesisir. Palembang, 4 – 6 Maret 2000.

- Hwangbo H, RD Park, YW Kim, YS Rim, KH Park, TH Kim, JS Suh, and KY Kim. 2003. 2-Ketogluconic Production and Phosphate Solubilization by *Enterobacter intermedium*. *Curr. Microbiol.* 47: 87-92.
- Illmer P and F Schinner. 1995. Solubilization of organic calcium phosphates solubilization mechanisms. *Soil Biology Biochemistry* 27 (3): 257-263.
- Isroi. 2002. Bioteknologi Mikroba untuk Pertanian Organik. Kompas, Jakarta
- Jones DL. 1998. Organic acids in the rhizosphere, A critical review. *Plant Soil* 205: 25-44.
- Killham K and R Foster. 1994. *Soil Ecology*. Cambridge University Press.
- Kirk GJD. 1999. A model of phosphate solubilization by organic anion excretion from plant roots. *Euro. J. Soil Sci.* 50: 369-378.
- Lal L. 2002. Phosphate biofertilizers. Agrotech. Publ. Academy, Udaipur. India. 224p.
- Musnamar EI. 2003. *Pupuk Organik*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Margaretha A, EF Husin, dan N Hakim. 1999. Kontribusi bakteri pelarut Fosfat pada Andisol terhadap ketersediaan dan serapan P serta hasil jagung dengan pemakaian fosfat alam. *Jurnal Studi Pertanian*. 1 (1): 17-24.
- Marlina M. 1997. Keragaman Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah Dilahan Hutan Primer, Hutan Sekunder, Pertanaman Kopi dan Lahan Kritis di Sumber Jaya Lampung Barat. *Skripsi*. Universitas Lampung. (Tidak dipublikasikan)
- Narsian, V. and H.H. Patel. 2000. *Aspergillus aculeatus* as a rock phosphate solubilizer. *Soil Biol. Biochem.* 32:559-565.
- Niswati A, S Yusnaini, dan MAS Arif. 2008. Populasi Mikroba Pelarut Fosfat dan P-tersedia pada Rizosfir beberapa Umur dan Jarak dari Pusat Perakaran Jagung (*Zea mays* L.). *J. Tanah Trop.* 13(2): 123-130
- Noor A. 2003. Pengaruh Fosfat Alam dan Kombinasi Bakteri Pelarut Fosfat dengan Pupuk Kandang terhadap P tersedia dan Pertumbuhan Kedelai pada Ultisol. *Buletin Agronomi*. 3 (3) : 100-106.
- Noor M. 2007. *Rawa Lebak*. Raja Grafindo Persada, Jakarta
- Nuhamara ST. 1994. Peranan Mikoriza untuk Reklamasasi Lahan Kritis. Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza. Bandung.



Ponmurugan P, and C Gopi. 2006. In vitro production of growth regulators and phosphatase activity by phosphate solubilizing bacteria. Afr J. of Biotechnol. 5(4):348-350.

Prasad R, and JF Power. 1997. *Soil fertility management for sustainable agriculture*. Lewis Publishers, Boca Raton, New York: 218 pp.

Purnomo E, H Syaifuddin, A Fahmi, F Kasim, dan MHG Yasin. 2000. The variation of soil pH, aluminium, and phosphorus within the root zone of maize strains differing in their tolerance to aluminium toxicity. *J. Tanah Tropika*. 5(10): 171-178.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. 2001. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 23 (6): 25-28.

Rafieq A. 2004. Sosial Budaya dan Teknologi Kearifan Lokal Masyarakat dalam Pengembangan Pertanian Lahan Lebak di Kalimantan Selatan. Balai Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Banjarbaru.

Rahim SE. 1991. Beberapa catatan kecil tentang pemanfaatan Rawa Lebak berdasarkan potensi dan kendalanya. Makalah pada Seminar Nasional Pemanfaatan Potensi Lahan Rawa untuk Pencapaian dan Pelestarian Swasembada Pangan. Palembang 23 – 24 September 1991.

Rao NS. 1994. *Soil Microorganism and Plant Growth*. Oxford and IBH Publishing Co. London. 353 pp.

Richardson AE. 2001. Prospect for using soil microorganisms to improve the acquisition of phosphorus by plants. *Aust. J. Plant Physiol.* 58: 797- 906.

Rodriguez H, and R Fraga. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotech. Adv.* 17:319-339.

Rohim AM. 1992. Increasing of Available Phosphorus, Phosphorus Uptake and Yield of Upland Rice (*Oriza sativa*) as The Result of TSP Fertilizer Application and Phosphate solubilizing Microorganism Inoculations on Ultisol Jasinga. Padjajaran University. Bandung

Sabaruddin. 2004. Indigenous P-solubilizing response on liming following fire on Acacia mangium plantation. *J. Trop. Soils.* 10 (1): 55-62

Sanchez, PA. 1992. Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika. Terjemahan Amir Hamzah. ITB. Bandung.

Saparatka N. 2003. Phosphatase activities (ACP,ALP) in Agroecosystem Soils. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences.

- Setiawati TC, dan AM Paniman. 2008. Identifikasi dan Kuantifikasi Metabolit Bakteri Pelarut Fosfat dan Pengaruhnya terhadap Aktivitas *Rhizoctonia solani* pada Tanaman Kedelai. *J. Tanah Tropika.*13(3): 233-240.
- Soepardi G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. IPB. Bogor
- Suparno A. 2008. Tanggap Morfofisiologi Bibit Kakao yang diberi Fosfat Alam Ayamaru Papua, Asam Humat, Inokulasi FMA dan Bakteri Pelarut Fosfat. IPB. Bogor.
- Suridikarta RDM, dan DA Simanungkalit. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Tan KH. 1995. Dasar – Dasar Kimia Tanah. Gadjah Mada University Press.
- Widawati S dan Suliasih. 2005. Augmentasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) Potensial sebagai Pemacu Pertumbuhan Caysin (*Brasicca caventis* Oed.) di Tanah Marginal. *J. Biodiversitas.* 7 (1): 10-14.
- Widawati S, dan Suliasih. 2006. Populasi Bakteri Pelarut P (BPF) di Cikini, Gunung Botol dan Ciptarasa serta Kemampuannya dalam melarutkan P Terikat di Media Pikovskaya Padat. *Jurnal Biodiversitas.* 7(2) : 109 - 113.
- Widjaja Adhi, DA Suriadikarta, MT Sutriadi, IGM Subiksa, dan IW Suastika. 2000. Pengelolaan, pemanfaatan, dan pengembangan lahan rawa. *Dalam A. Adimihardjo et al (eds.). Sumber Daya Lahan Indoensia dan Pengelolaannya.* Puslitanak. Bogor. Hlm. 127-164
- Widyaswati RS. 2009. Pengembangan Teknik Stek Pucuk Pada *Stylosanthes Guianensis* Dengan Penambahan Bakteri Pelarut Fosfat Dan Fungi Mikoriza Arbuskula (Fma). *Skripsi.* Institut Pertanian Bogor. (Tidak dipublikasikan)
- Widyati E. 2007. Formulasi inokulum Mikroba: MA, BPF dan Rhizobium Asal Lahan Bekas Tambang Batubara untuk Bibit Acacia crassicarpa Cunn. Ex-Benth. *J. Biodiversitas* 8 (3) : 238 - 241.