



**ARTIKEL ILMIAH
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS TANJUNGPURA PONTIANAK**

Nama : A. Ulipiana S. Angreni
NIM : C51109174
Program Studi : Agroteknologi
Judul : Pengaruh Pupuk Kotoran Ayam dan Phonska Terhadap
Populasi Mikrobial Pelarut Fosfat pada Tanah Ultisol yang
Ditanami Tanaman Cabai Rawit.
Pembimbing : 1. Ir. Ismahan Umran, M. Si
2. Ir. Dwi Zulfita, M. Sc
Penguji : 1. Ir. Hj. Mulyanis Syarif, MP.
2. Ir. H. Asrifin Aspan, MS.

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2015**

PENGARUH PUPUK KOTORAN AYAM DAN PHONSKA TERHADAP POPULASI MIKROBIA PELARUT FOSFAT PADA TANAH ULTISOL YANG DITANAMI TANAMAN CABAI RAWIT

A. ulipiana S. Angreni⁽¹⁾, Ismahan Umran⁽²⁾, dan Dwi Zulfita⁽²⁾
Mahasiswa⁽¹⁾, dan Dosen Pengajar⁽²⁾

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124, Telp.(0561) 740191 Kotak
Pos 1049

Korespondensi: sa.ulipiana@ymail.com

ABSTRAK

Rendahnya unsur hara pada tanah ultisol seperti halnya unsur hara mikro dan makro dikerenakan tanah jenis ini didominasi oksida Al dan Fe serta daya ikat P yang tinggi sehingga menyebabkan unsur P tidak tersedia dalam tanah. Pupuk P yang diberikan akan terfiksasi dan segera membentuk senyawa yang sukar larut dengan ion-ion Al dan Fe dan terikat oleh oksida-oksida Al dan Fe sehingga unsur P menjadi sukar tersedia bagi tanaman, (Wulandari, 2001). Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan penambahan bahan organik dari luar menggunakan pupuk kotoran ayam yang berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan aktifitas mikrobia tanah, dengan adanya mikroba pelarut fosfat yang dapat menghasilkan asam organik sehingga kelarutan Al dapat diturunkan karena adanya pengikatan oleh asam organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk kotoran ayam dan phonska terhadap populasi mikrobia pelarut fosfat (MPF) pada tanah ultisol yang ditanami tanaman cabai rawit. Metode penelitian ini adalah metode MPN, berdasarkan hasil jumlah populasi yang di peroleh, adapun hasil penelitian ini ditemukan jumlah populasi MPF dari sample tanah tersebut diketahui pada penggunaan pupuk cair dan phonska lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk padat dan phonska, sehingga berdasarkan hasil tersebut bahwa pada penggunaan pupuk cair dan phonska lebih baik.

Kata kunci: Pupuk Phonska dan Pupuk Kotoran Ayam, Populasi Mikrobia Pelarut Fosfat, Tanah Ultisol.

ABSTRACT

The low nutrients in the ultisol soil as well as micro and macro nutrients and thats cause soil type is predominatly oxides of Al and Fe and then high P fixation and that so causing the element P is not available in the soil. The P fertilizer provided will be fixed and then soon be from solubled compounds with Al and Fe ions and bound it by Al and Fe. Oxidesy of P element to difficult available of plants. (Wulandari, 2001). The overcome is it condition to need addition of organic matter from outside organic fertilizer thats function to improved of physical, chemical and soil microbial activity, in the presence of the phosphate solubilization microbial that can be production organic acids as well as low solubility of Al by organic acids binded. The research aims is a determine effect of the phonska fertilizer and organic fertilizer on the phosphate solubilition microbial population of the soil plants cayenne in the ultisol soil. The research method is using MPN method, and this results based obtained population, of the research results a founded MPF population in the soil sample is using liquid and phonska fertilizer to high results and then soil menure and phonska fertilizer, so abased on the results is using of a liquid and phonska fertilizer is better.

Keywords: organic fertilizer, phonska pertilizer, phosphate solubilition microbial population, plant cayenne pepper, ultisol soil.

PENDAHULUAN

Ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total tanah. Kesuburan tanah ultisol sering kali hanya ditentukan oleh kandungan bahan organik pada lapisan tanah atas. Bila lapisan ini tererosi maka tanah menjadi miskin bahan organik dan hara.(Soil Survey Staff, 2003). Tekstur tanah Ultisol bervariasi dan dipengaruhi oleh bahan induk tanahnya. Tanah Ultisol dari granit yang kaya akan mineral kuarsa umumnya mempunyai tekstur yang kasar seperti liat berpasir (Suharta dan Prasetyo, 1986).

Sedangkan sifat kimia dan biologi tanah ini juga miskin kandungan hara terutama fosfor (P) dan kation-kation dapat ditukar seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), dan kalium (K), kadar aluminium (Al) tinggi, kapasitas tukar kation rendah, potensi keracunan Al dan miskin kandungan bahan organik, (Sri-Adiningsih dan Mulyadi, 1993).

Teratasnya masalah struktur tanah berupa sifat fisik, maka sifat biologi tanah juga akan terbantu, karena sifat biologi tanah akan sangat dipengaruhi oleh adanya mikrobia tanah, sedangkan mikrobia tanah sangat berpengaruh pada bahan organik tanah yang mana memberikan sumbangan cukup besar terhadap struktur tanah. Meningkatnya aktifitas mikroorganisme tanah dengan adanya bahan organik yang berasal dari kotoran ayam maka dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara tanah, selain itu bahan organik tersebut juga dapat menurunkan kemasaman tanah dan meningkatkan pH karena menurut Djafaruddin, (1970).

Melalui perbaikan sifat biologi tanah termasuk mikroorganisme pelarut fosfat merupakan mikroorganisme tanah yang dapat membantu penyediaan P pada tanah masam dengan menghasilkan asam organik sehingga kelarutan Al dapat diturunkan karena adanya pengikatan oleh asam organik (Illmer dkk, 1995), dengan demikian unsur hara P menjadi tersedia bagi tanaman. Mikrobia pelarut fosfat (MPF) juga diketahui memproduksi asam-asam amino, vitamin dan substansi pemacu pertumbuhan seperti *Indole Acetic Acid*(IAA) serta giberlin yang dapat membantu pertumbuhan tanaman. (Ponmurugan dan Gopi, 2006)

MASALAH PENELITIAN

Kendala utama yang menjadi permasalahan pada tanah ultisol untuk budidaya tanaman cabai rawit adalah kondisi yang miskin unsur hara, tingkat kemasamannya tinggi, serta bahan organik yang rendah. Rendahnya unsur hara pada tanah ultisol seperti halnya unsur hara mikro dan makro dikerenakan tanah jenis ini didominasi oksida Al dan Fe serta daya ikat P yang tinggi sehingga menyebabkan unsur P tidak tersedia dalam tanah. Pupuk P yang diberikan akan terfiksasi dan segera membentuk senyawa yang sukar larut dengan ion-ion Al dan Fe dan terikat oleh oksida-oksida Al dan Fe sehingga unsur P menjadi sukar tersedia bagi tanaman, (Wulandari, 2001). Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan penambahan bahan organik dari luar menggunakan pupuk kotoran ayam yang berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan aktifitas mikrobia tanah, dengan adanya mikroba pelarut fosfat yang dapat menghasilkan asam organik sehingga

kelarutan Al dapat diturunkan karena adanya pengikatan oleh asam organik. (Illmer dkk, 1995).

Meskipun demikian dengan adanya penambahan pupuk berupa pupuk kimia seperti pupuk phonska, hal ini tidak menjamin kecukupan unsur hara dalam tanah, karena pada kondisi tanah-tanah masam penambahan pupuk dari luar biasanya akan mengalami fiksasi unsur hara dan tercuci oleh erosi. Menurut Mas'ud (1993), tanah asam dengan $pH < 5,5$ didominasi oleh kation Fe^{3+} dan Al^{3+} yang mengikat anion $H_2PO_4^-$ dan mengendapkannya sebagai hidroksi Fe-fosfat dan Al-fosfat. Aktivitas mikroorganisme juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yang mempengaruhi proses pertumbuhan mikroba di antaranya adalah pengaruh suhu, pengaruh waktu, pengaruh suplai zat gizi, pengaruh aktivitas air, pengaruh ketersediaan oksigen, faktor-faktor kimia (pengaruh daya desinfektan), pengaruh radiasi dan pengaruh pH, dengan demikian dengan adanya kebiasaan petani dalam penggunaan pupuk yakni dengan cara dicairkan dan dengan penggunaan tebaran, akan memberi perbedaan terhadap tingkat kelarutan dan daya serap pupuk kedalam tanah selain itu akan mempengaruhi kelembaban tanah, karena akan terjadi perbedaan tingkat kelembaban anatar yang penguanaan pupuk dengan cara dicairkan dan penggunaan pupuk dengan cara tebar.

Berdasarkan hal diatas maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah pemberian pupuk kotoran ayam dan pupuk phonska pada tanah ultisol yang di tanami tanaman cabai rawit berpengaruh terhadap populasi mikrobia pelarut fosfat yang terdapat pada tanah.
2. Mengetahui jenis mikrobia pelarut fosfat apakah yang ketersediaannya paling banyak pada tanah ultisol yang diberi pupuk kotoran ayam dan phonska ditanami tanaman cabai rawit.

TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk kotoran ayam dan phonska terhadap populasi mikrobia pelarut fosfat (MPF) pada tanah ultisol yang ditanami tanaman cabai rawit.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan metode MPN atau menghitung populasi mikrobia untuk mengetahui kemampuan MPF dalam melarutkan fosfat yang diukur zona halonya. Semakin lebar zona halo yang dihasilkan, secara kuantitatif dapat dianggap sebagai tanda kemampuan MPF dalam melarutkan fosfat dalam media tumbuh semakin besar. Demikian pula semakin bening/terang zona bening menunjukkan pelarutan fosfat semakin intensif. Lebar/garis tengah koloni dan zona bening bisa diukur, pada umumnya semakin besar nilai perbandingan antara garis tengah zona bening (Nautiyal, 1999).

Timbang bahan kimia berikut ini masing-masing seberat: 10 g glukosa; 5g; 2,5g Ca(PO₄)₂ bisa diganti dengan AlPO₄, Fe PO₄, atau sumber P lainnya); 0,25g (NH₄)₂SO₄; 0,05g MgSO₄; 0,001g MnSO₄; 0,1g KCL; 0,001g FeSO₄; 0,1g NaCL; 0,25g ekstrak ragi; dan 10 g agar. Larutkan dalam akuades sampai volume 500mL Pelaksanaan penelitian meliputi pengambilan sampel tanah; tanah diambil pada kedalaman 0-20 cm, Pengenceran Isolasi Mikrobial; buat deret pengenceran 10⁻¹ sampai 10⁻⁹ dan tambahkan biosida (fungisida untuk isolasi bakteri atau bakterisida untuk isolasi fungi) pada setiap deret pengenceran larutan tersebut.

Kemudian diambil menggunakan pipet masing-masing 1 ml larutan dari pengenceran 10⁻¹ sampai 10⁻⁹ dan secara aseptik tuang ke dalam cawan Petri yang berisi media agar Pikovskaya selanjutnya inkubasi pada suhu kamar selama 3-6 hari. Amati pertumbuhan MPF nya. Kemudian dari hasil yang diperoleh dari zona bening yang dihasilkan dihitung menggunakan metode MPN. Penelitian ini terdiri dari dua unit yaitu yang pertama; jumlah populasi/koloni, jenis mikrobial dan luas zona halo yang terbentuk. Sedangkan unit kedua adalah; Analisis tanah (pH, P-tersedia dan C organik), Kelembaban tanah, kadar air tanah dan N-tanah.

ANALISIS STATISTIK

Untuk menghitung zona halo atau bening Rumus Luas Lingkaran = $A = \pi r^2$ atau $\frac{22}{7} \times r^2$ Dimana r (jari-jari) adalah jarak dari pusat lingkaran ke busur (sisi) $r = \frac{1}{2} \times d$ dimana d (diameter/garis tengah) adalah jarak dari sisi ke sisi lain melalui pusat lingkaran $d = 2 \times r$.

$$\text{Populasi MPF (spk } g^1 \text{ tanah kering)} = \frac{c \times fp}{bk}$$

Keterangan:

C = jumlah koloni

fp = faktor pengenceran

bk = berat tanah kering

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh berdasarkan penelitian yang telah dilakukan bahwa ditemukan mikrobial pelarut fosfat dari golongan bakteri dan jamur pada tanah ultisol yang ditanami tanaman cabai rawit yang dilakukan dua perlakuan yakni antara penggunaan pupuk cair dan padat sehingga hasil penelitian yang ditemukan dapat dilihat pada tabel.1 Hasil penelitian, dari hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan pupuk dari kedua cara tersebut memberi pengaruh pada keberadaan populasi mikrobial tanah didalamnya, hal ini dikarenakan teknik penggunaan pupuk

cair dan padat memberi pengaruh pada keberadaan populasi mikrobial tanah salah satunya mikrobial pelarut fosfat (MPF). Selain populasi mikrobial nya, kadar air

tanah juga mengalami perbedaan antara penggunaan pupuk cair dan padat. Perbedaan tersebut yang menyebabkan keberadaannya juga berbeda.

Tabel 1. Variabel pengamatan dilapangan dan di laboratorium

Lahan yang diolah Menggunakan Pupuk		
Variabel Pengamatan	Pupuk kotoran ayam padat dan phonska	Pupuk Kotoran ayam cair dan Phonska
temperatur tanah di lapangan	45 ⁰ c	60 ⁰ c
Kadar air tanah	78%	92%
Berat kering tanah	56 gram	52 gram
pH tanah	4,39	4,40
Bahan organik	16,02%	20,47%
N- total	0,73%	0,92%
C- organik	9,29%	11,87%
C/N- ratio	12,73	12,90

Tabel. 2. Kepadatan Populasi Mikrobia Pelarut Fosfat pada Lahan Cabai Rawit

Jenis Koloni MPF pada Lahan Tanaman Cabai Rawit		
Mikrobia	Di pupuk padat + phonska	Di pupuk cair + phonska
Bakteri	3×10^{-4}	5×10^{-4}
Jamur	$1,33 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{-5}$

Tabel.1.3. Luas sebaran halo dari pinggir koloni ke pinggir zona halo populasi mikroba pelarut fosfat.

Zona Halo Mikrobia Pelarut Fosfat pada Lahan Tanaman Cabai Rawit		
Mikrobia	Di pupuk padat + phonska	Di pupuk cair + phonska
Bakteri	0,247 mm ²	0,115 mm ²
Jamur	0,216 mm ²	0,353 mm ²

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari sampel tanah ultisol bahwa populasi mikrobia pada lahan yang ditanami tanaman cabai rawit dari penggunaan pupuk kotoran ayam cair ditambah phonska menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kotoran ayam padat ditambah phonska. Hal ini

dikarenakan adanya pengaruh faktor-faktor antar lain seperti pH, bahan organik, kadar air tanah, C- organik, N- total, C/N ratio. Karena pada lokasi pupuk kotoran ayam padat dan phonska tingkat bahan organik lebih rendah dan jumlah populasi MPF nya juga rendah dibandingkan pada lokasi pupuk kotoran ayam cair dan phonska menunjuk tingkat bahan organik yang lebih tinggi dan jumlah populasi MPF nya juga lebih tinggi, sehingga dalam hal ini bahan organik memberi pengaruh pada populasi mikrobia, seperti pada populasi mikrobia pelarut fosfat.

Sedangkan pada tingkat pH tanah dari masing-masing lokasi menunjukkan tanah yang masam namun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dari keduanya yakni pH nya adalah 4,39 dan 4,40 sehingga dalam hal ini sistem penggunaan pupuk tersebut tidak memberi pengaruh pada pH tanah nya, meskipun demikian pada kedua sistem penggunaan pupuk tersebut memberi pengaruh pada jumlah populasi nya seperti pada pupuk kandang cair ditambah phonska lebih tinggi dibanding pada pupuk kandang padat ditambah phonska, hal ini dikarenakan ada beberapa mikrobia tanah yang dapat tumbuh pada kondisi tanah-tanah masam, baik dari golongan bakteri maupun fungi, adapun golongan fungi pelarut fosfat yang ditemukan di tanah-tanah masam adalah *Aspergillus niger* dan *Penicillium* sedangkan dari golongan bakteri yang toleran terhadap kemasaman adalah *Thiobacillus ferrooxidans*, *Thiobacillus thiooxidans* pada pH 2-3, dan *Thiobacillus acidophilus* pada pH 1-4 (Goenadi dkk. 1993), selain itu dalam jurnal penelitian (Widawati dkk, 2001) dalam hasil penelitiannya di temukan spesies *Pseudomonas sp* dan *Bacillus sp* diketahui bahwa spesies tersebut dapat tumbuh pada pH tanah 3-5.

Mikroba disekitar tanah jumlah populasinya tergantung kepada kepekaan mikroba itu sendiri, kesuburan tanah, kelembaban, dan intensitas cahaya, serta temperatur tanah. Jadi populasi nya dalam tanah dipengaruhi oleh suhu, karena suhu selain berperan dalam reaksi fisiologi sel, juga pada ciri fisika kimia lingkungan yang meliputi antara lain volume tanah, tekanan, potensi, oksidasi-reduksi, difusi, gerakan brown, viskositas, tegangan permukaan dan struktur air (Paul dan Clark, 1989).

Selain pengaruh pH tanah, bahan organik juga mempunyai peran penting dalam meningkatkan jumlah populasi mikroba tanah, karena berdasarkan hasil penelitian diketahui pada tanah yang mengandung bahan organik yang lebih tinggi menunjukkan hasil populasi mikrobia yang tinggi, hal ini sehubungan dengan fungsi dari bahan organik tersebut sebagai sumber energi bagi mikrobia tanah. Namun selain sebagai sumber energi bagi mikrobia bahan organik juga mampu meningkatkan jumlah air dalam tanah, karena berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4, menunjukkan bahwa pada lokasi yang mempunyai tingkat bahan organik tinggi memiliki kadar air yang tinggi juga.

Pertumbuhan mikroba pelarut fosfat dicirikan dengan adanya zona halo di sekitar koloni, hal ini berhubungan dengan faktor abiotik atau faktor dari mikrobia itu sendiri. Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 3. Dapat dilihat bahwa pada masing-masing lokasi menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda, meskipun demikian jumlah yang lebih besar terdapat pada lokasi pupuk kandang cair ditambah phonska lebih besar zona halo yang dihasilkan. Karena berdasarkan hasil yang ditemukan bahwa pada tanah masam ada beberapa bakteri yang toleran terhadap kemasaman seperti pada penelitian (Widawati dkk, 2001) dalam hasil penelitiannya di temukan spesies *Pseudomonas sp* dan *Bacillus sp* diketahui

Sehubungan dengan bahan organik berdasarkan hasil penelitian yang terlihat pada tabel.4 merupakan tabel variabel pengamatan dimana jumlah atau kandungan bahan organik, kadar air, pH tanah, N-total, C- organik, dan C/N – ratio nya lebih tinggi, hal ini disebabkan karena ada nya perlakuan yang berbeda pada penguasaan pupuk nya yakni dengan mencairkan terlebih dahulu sehingga pupuk yang diaplikasikan itu tingkat kelarutannya akan lebih cepat dan mudah diserap kedalam tanah selain itu dengan dilakukannya pencairan pada pupuk maka secara tidak langsung kandungan air didalam tanah menjadi meningkat sehingga menyebabkan tanah yang tadinya kering menjadi lebih lembab, halini mendukung perkembangan suatu mikrobia tanah, karena pada variabel pengamatan tingkat kelembaban lebih tinggi pada pupuk yang dicairkan, dimana secara umum perkembangan suatu mikrobia tanah yang baik pada tingkat kelembaban sekitar 0°C hingga 70°C. (Waksman dan Starkey, 1981).

Berdasarkan hasil uji labolatorium analisis tanah kandungan P pada kedua lokasi tersebut menunjukkan hasil yang berbeda yakni pada pupuk yang dicairkan menunjukkan hasil yang lebih tinggi hal ini sehubungan dengan ketersediaan fosfat dalam tanah yang mana akan mempengaruhi keberadaan mikorobia pelarut fosfat karena ketersediaan fosfat dalam tanah sangat dipengaruhi oleh mikrobia tanah. pendapat ini sejalan dengan Marlina (1997), menambahkan Jumlah MPF di dalam tanah berkorelasi positif terhadap kandungan P-tersedia di dalam tanah. Semakin banyak MPF di dalam tanah, P-tersedia juga semakin meningkat. terdapat hubungan antara populasi bakteri pelarut fosfat dengan kandungan P-tersedia tanah, semakin tinggi populasi bakteri pelarut fosfat maka kandungan P-tersedia tanah akan ikut meningkat. bahwa spesies tersebut dapat tumbuh pada pH tanah 3-5. Sehubungan dengan hal ini diketahui bahwa spesies tersebut juga memiliki kemampuan yang lebih tinggi dalam melarutkan fosfat dan diduga pada penelitian ini mikrobia pearut posfat yang tumbuh adalah golongan bakteri yakni spesies *Pseudomonas sp* dan *Bacillus sp*. pendapat ini sejalan dengan pendapat (Rodriguez dan Fraga,1999) dari beberapa strain bakteri, ternyata genus *Pseudomonas* dan *Bacillus* mempunyai kemampuan yang tinggi dalam melarutkan fosfat, ditunjukkan dengan hasil zonal halonya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan adanya pemberian pupuk dengan cara dicairkan dan tanpa dicairkan atau penggunaan pupuk padat memberi pengaruh terhadap populasi mikrobia pelarut fosfat pada tanah ultisol yang ditanami tanaman cabai. Selain itu dengan adanya sistem penggunaan pupuk yang berbeda oleh petani juga memberi pengaruh terhadap kadar air tanah, temperatur tanah dan sebagainya, dimana akan memeberi pengaruh pada keberadaan populasi mikrobia nya.

Saran saya jika dilihat dari kedua sistem penggunaan pupuk tersebut akan lebih baik penggunaan atau pengaplikasian pupuk dilakukan secara cair dibandingkan dengan penggunaan pupuk padat, karena pada penggunaan pupuk cair menghasilkan jumlah koloni MFP lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Djafaruddin. 1970. *Pupuk dan pemupukan*. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 70 hal
- Goenadi, D.H., dan R. Saraswati, dan Y. Lestari. 1993. *Kemampuan Melarutkan Fosfat dari beberapa isolasi fungi pelarut fosfat*. Menara Perkebunan 61(3):61-66.
- Illmer P. A., Barbato dan F. Schinner. 1995. *Solubilization of hardlysoluble $AlPO_4$ with P-solubilizing microorganisms*. Soil. Biol. Biochem. 27 (3) : 265-270.
- 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. Bandar Lampung. 67 hlm
- Mas'ud. 1993. *Telaah Kesuburan Tanah*. Angkasa. Bandung.
- Nautiyal C. S. 1999. *An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms*. FEMS Microbiol. Lett. 170, 265-270.
- Ponmurugan, P. dan C. Gopi, 2006. *In vitro Production of Growth Regulators and Phosphatase Activity by phosphate Solubilizing Bacteria*. African Journal of biotechnology. 5(4):348.
- Rodriguez H. and Fraga R. 1999). *Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion*. Biotechnol. Adv. 17, 319-339.
- Suharta, N. dan B.H. Prasetyo. 1986. *Karakterisasi tanah-tanah berkembang dari batuan granit di Kalimantan Barat*. Pemberitaan. Penelitian Tanah dan Pupuk 6: 51-60.
- Soil Survey Staff. 2003. *Keys to Soil Taxonomy*. USDA, Natural Research Conservation Service. Ninth Edition. Washington D.
- Sri-Adiningsih, J. dan Mulyadi. 1993. *Alternatif teknik rehabilitasi dan pemanfaatan lahan alang-alang*. hlm. 29-50. Dalam S. Sukmana, Suwardjo, J. Sri Adiningsih, H. Subagjo, H. Suhardjo, Y. Prawirasumantri (Ed.). *Pemanfaatan lahan alang-alang untuk usaha tani berkelanjutan*. Prosiding Seminar Lahan Alang-alang, Bogor, Desember 1992. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Wulandari, S., 2001, *Efektifitas Bakteri Pelarut Fosfat Pseudomonas sp. Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (Glycine max L.) pada Tanah Podsolik Merah Kuning*, Jurnal Natur Indonesia, 4(1): 21-25.
- Widawati, S., Suliasih, dan A. Kanti. 2001. *Pengaruh isolat BPF efektif dan dosis pupuk fosfat terhadap pertumbuhan kacang tanah (Arachis hypogaea L.)*. Prosiding Seminar Nasional Biologi XVI. Volume 2. PBI cabang Bandung dan ITB. Bandung.

Waksman, S.A. dan R.L. Starkey. 1981. *The Soil and The Microbe*. John Wiley and Sons, Inc. New York
Warisno dan Kres Dahana. 2010. *Peluang Usaha dan Budidaya Cabai*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.