

DINAMIKA UNSUR FOSFOR PADA TIAP HORISON PROFIL TANAH MASAM

(Dynamics of Phosphorus Elements on Each Horison Profile of Acid Soil)

Dewi Firnia¹

¹Staf Pengajar Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Raya Jakarta Km. 4 Pakupatan Serang, Banten, Indonesia
Telp. 0254-280330, Fax. 0254-281254, e-mail: dewi.firnia@untirta.ac.id

ABSTRACT

Phosphorus is a macro essential nutrient for plants that are needed in large quantities third after Nitrogen and Potassium. Phosphorus acts as an activator of various plant metabolism enzymes and is a component of chlorophyll. Phosphorus is a necessary element in large amounts (macro nutrients), the amount of phosphorus in plants is smaller than nitrogen and potassium, but phosphorus is the key to plant life by absorbing phosphorus in the form of primary orthophosphate ions (H_2PO_4^-) and secondary orthophosphate ions (HPO_4^{2-}). In acid soils, the phosphate will be compounded in Al-P and Fe-P forms, whereas in alkaline soil, phosphate will be compounded with calcium as Ca-P forming a soluble complex compound. This research was conducted with the aim of evaluating the relationship and interrelations between the dynamics of phosphorus nutrients to some soil chemical properties on each acid soil profile horizon. This research was conducted in Laboratory of Soil Chemistry and Fertility Department of Soil Science and Land Resources Faculty of Agriculture, IPB. The soil samples used in this research were soil samples originating from the location of Neglasari Jasinga Bogor Village and Padasuka Village Maja Lebak District of Banten Province was taken per horizon in soil profile. The results of the two land sites used showed that the dynamics of the availability of phosphorus nutrients. This dynamic was due to the presence of soil pH and aluminum solubility within each soil horizon. On the land profile of origin of Jasinga and lebak that the value of Al-dd would be high if the low soil pH value and available P value would be high if there was a decrease in soil pH value and the value of Al-dd soil.

Keywords: acid soil, aluminum, phosphorus

PENDAHULUAN

Fosfor (P) merupakan unsur hara esensial makro bagi tanaman yang dibutuhkan dalam jumlah besar ketiga setelah nitrogen (N) dan kalium (K). Fosfor berperan sebagai aktivator berbagai enzim metabolisme tanaman dan merupakan komponen klorofil. Fosfor juga pembentuk

adenosindifosfat (ADP) dan adenosintrifosfat (ATP), dua senyawa yang terlibat dalam transformasi energi yang paling signifikan pada tanaman (Brady, 1990). Fosfor merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah besar (hara makro), jumlah P dalam tanaman lebih kecil dibandingkan dengan N

dan K, namun P merupakan kunci kehidupan tanaman yaitu dengan menyerap P dalam bentuk ion ortofosfat primer (H_2PO_4^-) dan ion ortofosfat sekunder (HPO_4^{2-}). Kemungkinan P masih dapat diserap dalam bentuk lain, yaitu pirofosfat dan metafosfat, selain itu dapat pula diserap dalam bentuk senyawa P organik yang larut dalam air misalnya asam nukleat dan phitin (Premono *et al.*, 1991). Fosfat tanah pada umumnya berada dalam bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman. Tanaman akan menyerap P dalam bentuk orthofosfat (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , dan PO_4^{2-}). Dimana jumlah masing-masing bentuk sangat tergantung kepada pH tanah, tetapi umumnya bentuk H_2PO_4^- terbanyak dijumpai pada pH tanah berkisar antara 5,0-7,2 (Hakim *et al.*, 1986).

Menurut Lynch (1983), terdapat tiga bentuk P dalam tanah yaitu, P-cepat tersedia, P-agak cepat tersedia dan P-sangat lambat tersedia. Bentuk P-cepat tersedia dapat dimanfaatkan melalui larutan tanah, dan juga dapat tercuci serta hilang saat panen/produksi. Sumber P lainnya berasal dari pupuk dan pemupukan. Kisaran pH untuk ketersediaan P tanah yang terbaik adalah antara 6,0-7,0. Dengan demikian, dari segi pengaturan hara P bagi tanaman maka kisaran pH tanah di atas perlu dipertahankan. Walaupun demikian tanaman hanya sanggup menyerap 1/3 sampai 1/2 dari P yang diberikan ke dalam tanah sebagai P yang diikat tanah serta adanya bentuk kelarutannya rendah (Premono *et al.*, 1991). Tanah mineral masam seperti Ultisol, di daerah tropika basah yang tidak subur merupakan faktor pembatas utama terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Untuk

menyatakan ketidaksuburan tanah ini umumnya dapat diamati dari adanya masalah defisiensi unsur hara, terutama P yang disebabkan besarnya jumlah P yang terfiksasi di permukaan koloid-koloid liat. Di antara beberapa kendala yang ada pada tanah masam, kekahatan P merupakan kendala yang penting dan utama. Kekahatan P tidak hanya disebabkan oleh kandungan P tanah yang rendah, akan tetapi juga karena sebagian besar P terikat oleh unsur-unsur logam seperti Al dan Fe, sehingga P tidak tersedia di dalam tanah untuk pertumbuhan tanaman.

Persoalan yang umum dihadapi oleh P dalam tanah adalah tidak semua P tanah dapat segera tersedia untuk tanaman. Dalam hal ini sangat tergantung kepada sifat dan ciri tanah serta pengelolaan tanah itu sendiri oleh manusia. Di samping itu, keberadaan P di dalam tanah hanya bersumber dari deposit atau batuan dan mineral yang mengandung P di dalam tanah. Oleh karena itu, kadar P tanah juga ditentukan oleh banyak atau sedikitnya cadangan mineral yang mengandung P dan tingkat pelapukannya. Pada tanah-tanah masam, P akan bersenyawa dalam bentuk-bentuk Al-P dan Fe-P, sedangkan pada tanah-tanah alkali, P akan bersenyawa dengan kalsium (Ca) sebagai Ca-P membentuk senyawa kompleks yang sukar larut (Winarso, 2005).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengevaluasi hubungan dan keterkaitan antar dinamika unsur hara P terhadap beberapa sifat kimia tanah pada tiap horizon profil tanah masam.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan Fakultas Pertanian, IPB. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah yang berasal dari lokasi Desa Neglasari Jasinga Bogor dan Desa Padasuka Kecamatan Maja Lebak Banten yang diambil per horison dalam profil tanah. Pengambilan sampel tanah per horison dalam profil tanah sebanyak 500 g, kemudian tanah dikeringudarkan lebih dahulu dan diayak hingga lolos saringan 2 mm. Contoh tanah lolos saringan 2 mm dan 0,5 mm digunakan untuk analisis

kimia tanah. Penyaringan tanah dilakukan selain agar ukuran struktur tanah relatif seragam juga untuk menghilangkan sisa-sisa tanaman yang ada dalam tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Sifat Kimia Tanah Masam

Hasil analisis sifat-sifat kimia dari tanah masam Jasinga dan Lebak seperti C-organik, N-total, Na_{dd}, Ca_{dd}, Mg_{dd}, K-dd, KTK, KB, Al-dd, H-dd dan pH disajikan pada Tabel 1. Status sifat kimia tanah pada analisis kimia tanah diklasifikasikan berdasarkan kriteria penilaian Balai Penelitian Tanah (2009).

Tabel 1. Sifat kimia tanah pada tiap profil tanah masam

Horison Kedalaman (cm)	pH		C-organik (%)	Total N (%)	P tersedia (ppm)	K tersedia (ppm)	Ca-dd cmol/Kg	Mg-dd cmol/Kg	Na-dd cmol/Kg	K-dd cmol/Kg	KB (%)	KTK ppm	Al-dd cmol/Kg	H-dd cmol/Kg	Tekstur		
	H2O	KCl													Pasir	Debu	Liat
A 0-35/50	4.22 M	3.84	1.79 R	0.22 S	2.16 SR	30.00 S	0.69 SR	0.57 R	0.12 R	0.15 R	4.55 SR	33.60 T	20.21 T	0.620	8.05	16.56	75.39
AB 35/50 - 70	4.35 M	3.88	1.47 R	0.18 R	2.00 SR	26.25 S	0.53 SR	0.44 R	0.08 SR	0.17 R	3.84 SR	32.00 T	17.37 S	0.875	6.24	14.01	79.75
Bt1 70 - 100	4.45 M	3.93	0.48 SR	0.15 R	2.16 SR	68.75 ST	0.19 SR	0.15 SR	0.06 SR	0.17 R	1.72 SR	33.20 T	15.66 S	0.891	5.49	11.43	83.08
Bt2 100-150	4.48 M	3.94	1.28 R	0.13 R	2.34 SR	21.25 S	0.24 SR	0.20 SR	0.05 SR	0.20 R	1.75 SR	39.20 T	16.13 S	1.032	4.66	21.29	74.05
Ap 0-15	4.46 M	3.72	1.58 R	0.14 R	3.42 SR	21.25 S	0.19 SR	0.47 R	0.24 R	0.19 R	6.34 SR	17.20 S	9.00 R	0.57	25.32	12.08	62.60
Bt1 15-40	4.51 M	3.75	1.14 R	0.11 R	3.24 SR	20.00 R	0.21 SR	0.51 R	0.17 R	0.10 R	4.39 SR	22.80 S	11.48 S	0.47	19.03	14.05	66.92
Bt2 40-70	4.22 M	3.72	0.92 SR	0.10 R	3.60 SR	17.50 R	0.26 SR	0.57 R	0.22 R	0.22 R	5.76 SR	22.00 S	10.55 R	0.81	18.46	11.32	70.22
Bt3 70-120	4.53 M	3.74	0.86 SR	0.08 SR	3.78 SR	18.75 R	0.50 SR	0.61 R	0.18 R	0.11 R	6.86 SR	20.40 S	8.89 R	0.67	18.13	14.42	67.45

Berdasarkan hasil analisis Tabel 1, rata-rata pH (H₂O) pada dua lokasi tanah Jasinga dan Lebak bersifat masam, kandungan C-organik dan N total ke dua lokasi berkategori rendah, P tersedia pada dua lokasi kategori sangat rendah, kandungan K tersedia untuk lokasi Jasinga kategori sedang dan untuk lokasi lebak kategori rendah, Kandungan Ca-dd untuk dua lokasi kategori sangat rendah, Mg-dd untuk dua lokasi rendah, Na-dd dua lokasi kategori rendah. Kejenuhan basa untuk lokasi Jasinga kategori tinggi

sedangkan untuk lokasi Lebak kategori sangat rendah. Nilai KTK untuk lokasi Jasinga kategori tinggi sedangkan untuk lokasi Lebak ketegori sedang. Nilai Al-dd untuk lokasi Jasinga kategori sedang sedangkan untuk lokasi Lebak kategori rendah. Persentasi tekstur pada lokasi Jasinga memiliki nilai persentasi liatnya lebih tinggi jika dibandingkan dengan persentasi liat pada tanah lokasi Lebak. Sifat Kimia tanah pada lokasi Jasinga memiliki tingkat kesuburan yang rendah jika dibandingkan dengan lokasi Lebak.

Hal ini dikarenakan pada lokasi Jasinga ketersediaan unsur hara tanah terutama unsur hara P lebih rendah, dikarenakan adanya tingkat kelarutan aluminium (Al) yang tinggi pada tiap horizon tanah. Sehingga ini merupakan salah satu faktor penyebab rendahnya ketersediaan unsur hara.

Pengaruh Sifat pH Tanah terhadap Ketersediaan P

Berdasarkan hasil analisis tanah, nilai pH tanah dan ketersediaan unsur hara P disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 1 menunjukkan, lokasi Jasinga pH tanah bersifat masam (4,37) dengan nilai P tersedia rata-rata bernilai 2,16 ppm (rendah), sedangkan untuk lokasi Lebak pH tanah bersifat masam (4,43) dengan nilai P tersedia rata-rata bernilai 3,51 ppm (rendah). Berdasarkan hal tersebut maka semakin tinggi tingkat kemasaman tanah maka ketersediaan unsur hara P semakin rendah.

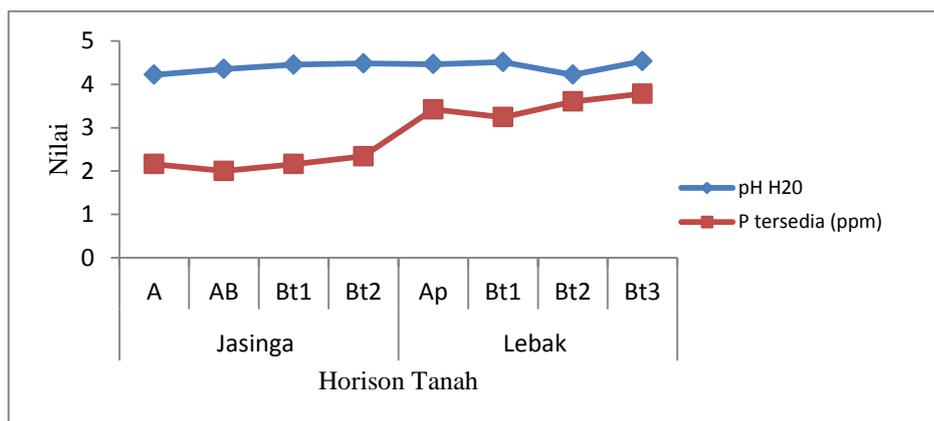
Pada lokasi sampel tanah Jasinga dengan kategori kemasaman

tanah rata-rata bersifat masam tiap horizon profil tanah, maka ketersediaan unsur hara P semakin rendah. Begitupun dengan kondisi sampel tanah asal Lebak, rata-rata pH tanah bersifat masam sehingga ketersediaan unsur hara P rendah. Ketersediaan dan bentuk-bentuk P di dalam tanah sangat erat hubungannya dengan kemasaman (pH) tanah.

Pada kebanyakan tanah ketersediaan P maksimum dijumpai pada kisaran pH antara 5,5-7. Ketersediaan P akan menurun bila pH tanah lebih rendah dari 5,5 atau lebih tinggi dari 7. Adsorpsi P dalam larutan tanah oleh Fe dan Al oksida dapat menurun apabila pH meningkat. Fosfat sangat rentan untuk diikat baik pada kondisi masam maupun alkalin. Semakin lama antara P dan tanah bersentuhan, semakin banyak P terfiksasi. Dengan waktu Al akan diganti oleh Fe, sehingga kemungkinan akan terjadi bentuk Fe-P yang lebih sukar larut jika dibandingkan dengan Al-P.

Tabel 2. Pengaruh pH tanah terhadap kandungan P tersedia dalam tiap profil tanah masam

Lokasi	Horison	Ph H ₂ O	P Tersedia (ppm)
Jasinga	A	4,22	2,16
	AB	4,35	2,00
	Bt1	4,45	2,16
	Bt2	4,48	2,34
Lebak	Ap	4,46	3,42
	Bt1	4,51	3,24
	Bt2	4,22	3,60
	Bt3	4,53	3,78



Gambar 1. Dinamika pH tanah terhadap kandungan P tersedia dalam tiap profil tanah masam

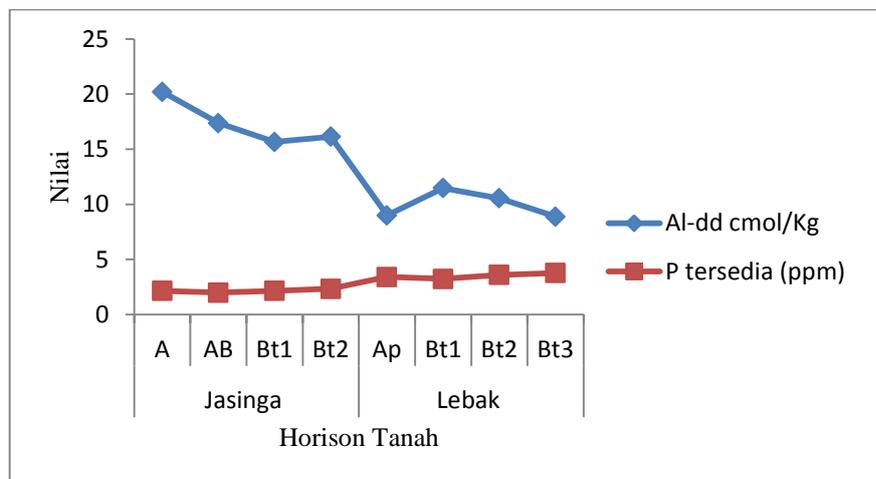
Kelarutan P tanah untuk tanaman yaitu pada pH 6-7. Apabila pH di bawah 6, maka P akan terikat oleh Fe dan Al. Ketersediaan P umumnya rendah pada tanah asam dan basa. Pada tanah dengan pH di atas 7, maka P akan diikat oleh Ca (Hakim *et al.*, 1986). Pada tanah dengan pH masam banyak ditemukan ion-ion Al (Aluminium) yang memfiksasi (mengikat) unsur P, sehingga unsur P sulit untuk diserap oleh tanaman. pH juga sangat berpengaruh terhadap daya fiksasi P, pada tanah bereaksi masam, ketersediaan hara P sangat rendah karena tingginya kandungan Al dalam kondisi kering (tidak tergenang) dan tingginya kandungan Fe dalam kondisi basah (tergenang). Sehingga terjadinya fiksasi P oleh Al dan Fe dalam bentuk Al-P dan Fe-P (Ardjasa *et al.*, 2000), sedangkan Leiwakabessy *et al.* (2003), mengungkapkan bahwa ketersediaan P yang tertinggi terjadi pada selang pH 6,0-6,5 di atas pH ini akan diretensi oleh ion-ion Ca dan Mg maupun CaCO₃.

Pengaruh Kelarutan Aluminium Tanah Terhadap Ketersediaan P

Berdasarkan hasil analisis tanah, nilai pH tanah dan ketersediaan unsur hara P disajikan pada Tabel 3 Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 2 menunjukkan pada lokasi Jasinga kandungan unsur hara P tersedia dalam tiap horizon tanah rata-rata bernilai 2,16 ppm (rendah) dengan tingkat kelarutan Al-dd rata-rata bernilai 17,34 cmol kg⁻¹ (sedang) sedangkan lokasi Lebak rata-rata P tersedia bernilai 3,51 ppm (rendah) dengan rata-rata nilai tingkat kelarutan Al-dd 9,98 cmol kg⁻¹ (rendah). Berdasarkan hal tersebut maka semakin tinggi nilai kelarutan Al-dd maka semakin rendah kandungan P tersedia di dalam tanah. Menurut Sanchez (1992), pada tanah kering dan masam ketersediaan P rendah, hal ini disebabkan oleh tingginya Al terlarut pada pH tanah <5 (Sanchez 1992) Sehingga dengan tingginya Al terlarut dalam tanah maka ketersediaan unsur hara P semakin rendah. Ketersediaan hara P sangat rendah karena tingginya kandungan Al, sehingga terjadinya fiksasi P oleh Al dan Fe dalam bentuk Al-P dan Fe-P (Ardjasa *et al.*, 2000).

Tabel 3. Pengaruh Al-dd tanah terhadap kandungan P tersedia dalam tiap profil tanah masam

Lokasi	Horison	Al-dd (Cmol kg ⁻¹)	P tersedia (ppm)
Jasinga	A	20,21	2,16
	AB	17,37	2,00
	Bt1	15,66	2,16
	Bt2	16,13	2,34
Lebak	Ap	9,00	3,42
	Bt1	11,48	3,24
	Bt2	10,55	3,60
	Bt3	8,89	3,78



Gambar 2. Dinamika Al-dd terhadap kandungan P tersedia dalam tiap horizon profil tanah masam

Kelarutan Al dalam tanah berkaitan erat dengan pH tanah. Kelarutan Al minimum dalam larutan encer terjadi pada pH 6-7. Pada larutan tanah, kelarutan Al maksimum terjadi pada pH 4,06 dan minimum pada pH 7,23. Apabila pH tanah dinaikkan melalui pengapuran, ion hidroksil akan bereaksi dan mengendapkan Al yang larut. Kation Al menempati tanah mineral yang memiliki pH <5,0 yang sebagian besar situs koloidnya bermuatan negative (Hanafiah, 2010). Unsur Al merupakan unsur yang paling berbahaya bagi tanaman, hal ini disebabkan oleh sifat

toksiknya yang dapat mengganggu atau menghambat unsur hara lain yang dibutuhkan oleh tanaman. Unsur Al akan bersifat racun apabila berada di tanah yang memiliki pH di bawah 5,0, di dalam tanah masam ini Al akan dapat menjerap unsur hara penting seperti P dan Ca.

Korelasi Nilai Rata-Rata pH Tanah, Al-dd dan P tersedia pada Setiap Horison Profil Tanah Masam

Berdasarkan hasil analisis korelasi nilai rata-rata pH Tanah, Al-dd dan P tersedia pada horizon profil tanah masam disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Korelasi nilai rata-rata pH tanah, Al-dd dan P tersedia pada horizon profil tanah asam

Lokasi		pH H ₂ O	Al-dd	P tersedia
Jasinga	pH H ₂ O	-		
	Al-dd	-0,97	-	
	P tersedia	0,468	-0,261	-
Lebak	pH H ₂ O	-		
	Al-dd	-0,256	-	
	P tersedia	-0,162	-0,64	-

Berdasarkan Tabel 4, lokasi profil tanah Jasinga nilai korelasi antara nilai Al-dd dengan pH tanah bernilai -0,97, nilai korelasi antara P tersedia dengan pH tanah bernilai 0,468 dan nilai korelasi antara P tersedia dengan nilai Al-dd adalah -0,261. Kesimpulannya untuk profil tanah asal Jasinga bahwa nilai Al-dd akan tinggi jika nilai pH tanah rendah begitupun sebaliknya, dan untuk nilai P tersedia akan tinggi jika terjadi penurunan dalam nilai pH tanah dan nilai Al-dd tanah begitupun sebaliknya untuk lokasi profil tanah Lebak, nilai korelasi antara nilai Al-dd dengan pH tanah bernilai -0,256, nilai korelasi antara P tersedia dengan pH tanah bernilai -0,162 dan nilai korelasi antara P tersedia dengan nilai Al-dd adalah -0,64. Kesimpulannya untuk profil tanah asal Lebak bahwa nilai Al-dd akan tinggi jika kondisi nilai pH tanah rendah begitupun sebaliknya dan untuk nilai P tersedia akan tinggi jika adanya penurunan dalam nilai kemasaman tanah dan Al-dd begitupun sebaliknya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka disimpulkan pada dua lokasi tanah yang digunakan menunjukkan dinamika ketersediaan unsur hara P. Dinamika ini terjadi karena adanya faktor pH tanah dan kelarutan

aluminium di dalam tiap-tiap horizon tanah. Pada profil tanah asal Jasinga dan lebak bahwa nilai Al-dd akan tinggi jika nilai pH tanah rendah begitupun sebaliknya, dan untuk nilai P tersedia akan tinggi jika terjadi penurunan dalam nilai pH tanah dan nilai Al-dd tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardjasa, W.S., Moersidi, S., dan Joko, S. 2000. Peranan Mikroba Penambat N dan Pelarut P dari Pupuk Hayati E-2001 dalam Peningkatan Efektifitas Pupuk dan Produktifitas Padi Sawah Sistem Tabella dan TOT pada Sawah Irigasi. Dalam Prosiding Pemanfaatan Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi Ekoregional Sumatra-Jawa. Bandar Lampung 22-23 Maret 2000.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Bogor: Balai Penelitian.
- Brady, N.C. 1990. The Nature and Properties of Soils. 10th ed. New York (US): MacMillan Publishing Company.
- Hakim, N., M.Y. Nyakpa, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.R.

- Saul, M.A. Diha, G.B. Hong, and H.H. Bailey. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung Tanah.
- Hanafiah, K.A. 2010. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Eiwakabessy, F.M., U.M. Wahjudin, dan Suwarno. 2003. *Kesuburan Tanah*. Bogor: Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Lynch, J.M. 1983. *Soil Biotechnology*: Blackwell Sci. Pub. Co., London. 191 p.
- Premono, E.M., R. Widyastuti, dan I. Anas. 1991. Pengaruh Bakteri Pelarut Fosfat terhadap Senyawa P Sukar Larut, Ketersediaan P Tanah dan Pertumbuhan Jagung pada Tanah Masam. Makalah PIT Permi. 2-3 Desember 1991. Bogor.
- Sanchez, P.A. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika*. Jilid 1. ITB. Bandung.
- Subagyo, H., Suharta, N., Siswanto, A.B. 2004. Tanah-tanah Pertanian di Indonesia. hlm. 21-66. Dalam Adimihardja, A., Amien, L.I., Agus, F., Djaenudin, D. (Ed.). *Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Bogor (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah: Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Gava Media. Jogjakarta. 269 hal.