

STATUS KESUBURAN TANAH DALAM PERTANAMAN SINGKONG (*Manihot  
esculenta* Crantz) DI GUNUNG BATIN LAMPUNG UTARA:  
2. AKTIVITAS ENZIM TANAH

Abdul Kadir Salam, Sri Yusnaini, Ainin Niswati  
Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung  
Bandar Lampung 35145

ABSTRACT

**THE FERTILITY OF SOILS IN CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz) PLANTATION OF GUNUNG BATIN NORTH LAMPUNG : 1. SOIL ENZYME ACTIVITIES.** *The soil enzymatic properties are greatly affected by cropping system. This research was to investigate the changes in the activities of some soil enzymes in soils continuously cropped with cassava. Soil samples were collected from a cassava plantation in Gunung Batin, North Lampung, that had been cropped with cassava for the time spans ranging from 1 to 10 years. The activities of acid and alkaline phosphatase and  $\beta$ -glucosidase were consistently lower in soils cropped with cassava, regardless of the time span of cultivation, compared to that in the original land use system that had not been opened for cassava cultivation. The adjacent soils cropped with corn and long bean showed higher activity of acid phosphatase than did the soils cropped with cassava, but the activities of alkaline phosphatase and  $\beta$ -glucosidase in the two groups of land use systems were not different. This observation suggests that land use conversion to cultivated land degrades the soil enzymatic properties regardless of cropping system.*

**Keywords:** *soil enzymes, acid phosphatase, alkaline phosphatase,  $\beta$ -glucosidase, cassava*

PENDAHULUAN

Enzim tanah merupakan salah satu senyawa penting di dalam tanah karena memiliki peranan dalam pendaurulangan beberapa unsur hara penting bagi tanaman (Tate III, 1987; Tabatabai, 1982). Fosfatase asam maupun fosfatase alkalin (keduanya dikelompokkan ke dalam kelompok fosfomonoesterase) terlibat dalam mempercepat perombakan fosfor organik menjadi fosfor nir-organik (ortofosfat) (Tabatabai, 1982). Karena P-organik tidak tersedia bagi tanaman dan ortofosfat sangat tersedia bagi tanaman, enzim ini memiliki arti penting dalam meningkatkan pemanfaatan bahan organik sebagai sumber fosfor bagi tanaman dan efisiensi pemupukan tanah dengan pupuk fosfat. Namun demikian, informasi tentang sifat dan faktor yang mempengaruhinya di tanah tropika masih sangat jarang.

Beberapa faktor telah dilaporkan dapat mempengaruhi aktivitas enzim di dalam tanah. Salah satu faktor penting yang sangat berpengaruh

terhadap aktivitas enzim tanah adalah jenis vegetasi penutup (Salam, 1996; Jha dkk., 1992; Duxbury dan Tate III, 1981). Salam (1996) melaporkan bahwa aktivitas fosfatase masam di perkebunan kopi Sumberjaya Lampung Barat lebih tinggi di lahan bervegetasi alami daripada di lahan yang hanya ditumbuhi oleh gulma *Paspalum conjugatum*. Aktivitas fosfatase masam juga lebih tinggi di kedua lahan tersebut dibandingkan dengan di lahan kontrol yang hanya ditumbuhi oleh tanaman kopi tanpa vegetasi lain. Jha dkk. (1992) juga melaporkan bahwa aktivitas fosfatase lebih tinggi di tanah hutan yang belum terganggu daripada di tanah hutan yang telah mengalami perubahan.

Pengaruh jenis vegetasi terhadap aktivitas enzim tanah disebabkan oleh beberapa alasan. Pertama, tanaman adalah salah satu penghasil enzim tanah (Sakai dan Tadano, 1993; Tate III, 1987). Enzim tanah diekskresikan melalui sistem perakaran untuk mempercepat penyediaan unsur hara tertentu. Karena setiap jenis tanaman memiliki perbedaan sistem perakaran, maka jenis dan aktivitas enzim

yang dikeluarkannya akan berbeda. Kedua, perbedaan sistem perakaran merupakan salah satu faktor pengatur beberapa sifat tanah di daerah perakaran seperti kandungan bahan organik, pH, aktivitas mikroorganisme, temperatur, kadar air, dan lain sebagainya. Karena faktor ini berkaitan dengan aktivitas enzim tanah (Martens dkk., 1992; Park dkk., 1992; Tate III dkk., 1991; Neal, 1990; Rojo dkk., 1990; Baligar dkk., 1988; Satchell dan Martin, 1984), maka perbedaan sistem perakaran tanaman secara tidak langsung dapat mempengaruhi aktivitas enzim tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas beberapa enzim tanah di horizon  $A_p$  yang ditanami dengan singkong secara temerus untuk jangka waktu 1 sampai dengan 10 tahun.

## BAHAN DAN METODE

### Pengambilan Contoh Tanah

Contoh tanah dikumpulkan pada 14 Oktober 1996 dari lapisan  $A_p$  (0-20 cm) perkebunan singkong di Gunung Batin, Lampung Utara. Contoh tanah diambil dari lahan perkebunan yang telah ditanami singkong selama 10 tahun (S-10), 4 tahun (S-4), dan 1 tahun (S-1). Selain itu, juga diambil contoh tanah dari belukar yang berbatasan dengan perkebunan (H), lahan yang ditanami jagung (*Zea mays* L.) (J), dan kacang panjang (*Vigna radiata* L.) (KP). Contoh terakhir dijadikan sebagai pembandingan dengan lahan yang ditanami singkong secara temerus.

Contoh tanah dihaluskan dan diayak tembus diameter 2 mm dan disimpan dalam keadaan lembab sebelum analisis enzim tanah dilakukan. Analisis enzim tanah dilakukan segera setelah pengumpulan. Analisis ini meliputi fosfatase masam, fosfatase alkalin, dan  $\beta$ -glukosidase.

### Analisis Enzim Tanah

Analisis fosfatase dilakukan dengan metode Tabatabai dengan beberapa modifikasi (Salam, 1996). Enzim  $\beta$ -glukosidase dianalisis dengan

menggunakan metode Tabatabai (Tabatabai, 1982) dengan beberapa modifikasi. Satu gram contoh tanah (setara berat kering oven  $105^\circ\text{C}$ ) di dalam labu erlemeyer 50 ml diperlakukan dengan 200  $\mu\text{l}$  toluen untuk menghentikan aktivitas mikroorganisme. Setelah diperlakukan dengan 1 ml substrat berupa 0,025 M *p*-nitrofenil- $\beta$ -D-glukopiranosida (*p*-NPG) dan diencerkan dengan 4 ml larutan penyangga termodifikasi (LPM) pH 6, sistem tanah diinkubasikan pada  $30^\circ\text{C}$ . Setelah 60 menit, sistem tanah diperlakukan dengan larutan 0,1 M (THAM) pH 12 untuk menghentikan reaksi  $\beta$ -glukosidase dan larutan  $\text{CaCl}_2$  0,5 M untuk mengekstrak produk reaksi enzim *p*-nitrofenol yang terikat oleh partikel tanah. Fase cairan disaring dengan kertas Whatman No. 42 dan konsentrasi *p*-nitrofenol di dalam filtrat ditentukan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm untuk menentukan aktivitas  $\beta$ -glukosidase.

Kandungan bahan organik, C-organik, N-total, dan pH tanah ditentukan dengan metode yang telah dilaporkan sebelumnya (Salam dkk., 1996). Seluruh penetapan di laboratorium dilakukan dengan 2 ulangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Jenis Vegetasi

Aktivitas fosfatase masam dan fosfatase alkalin di lahan pertanaman singkong secara nyata lebih rendah dibandingkan dengan di lahan belukar yang belum dibuka untuk tanah pertanian (Gambar 1). Alih fungsi lahan dari hutan belukar menjadi lahan singkong rata-rata menurunkan aktivitas fosfatase masam dan fosfatase alkalin masing-masing sebesar 71,0 dan 59,3%. Aktivitas  $\beta$ -glukosidase juga menurun drastik sebesar 39,8% akibat alih fungsi tersebut (Gambar 2).

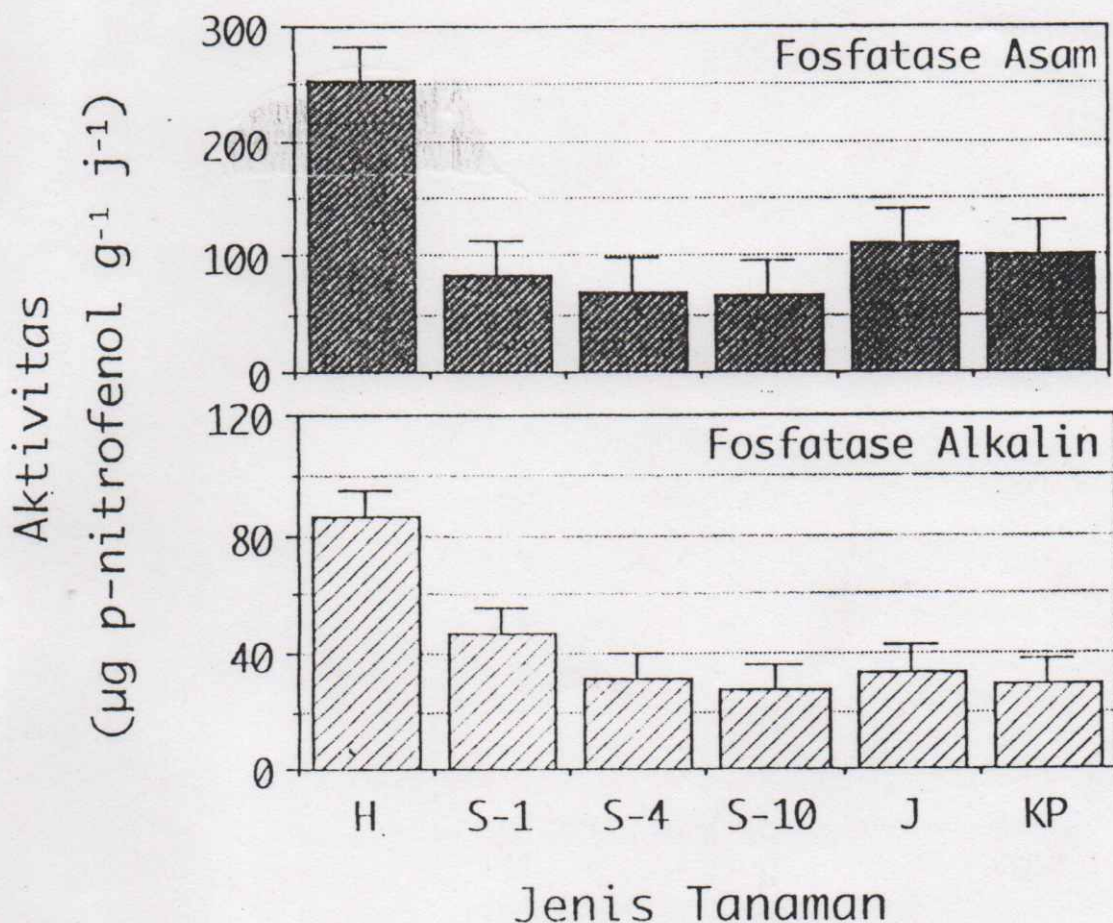
Perbedaan tajam dalam aktivitas enzim tersebut di atas secara jelas menunjukkan pengaruh perbedaan jenis vegetasi dan akumulasi bahan organik. Di lahan belukar terdapat berbagai jenis vegetasi penghasil ketiga jenis enzim ini.

## Salam dkk.: Status kesuburan tanah pertanaman singkong: 2. Aktivitas enzim tanah

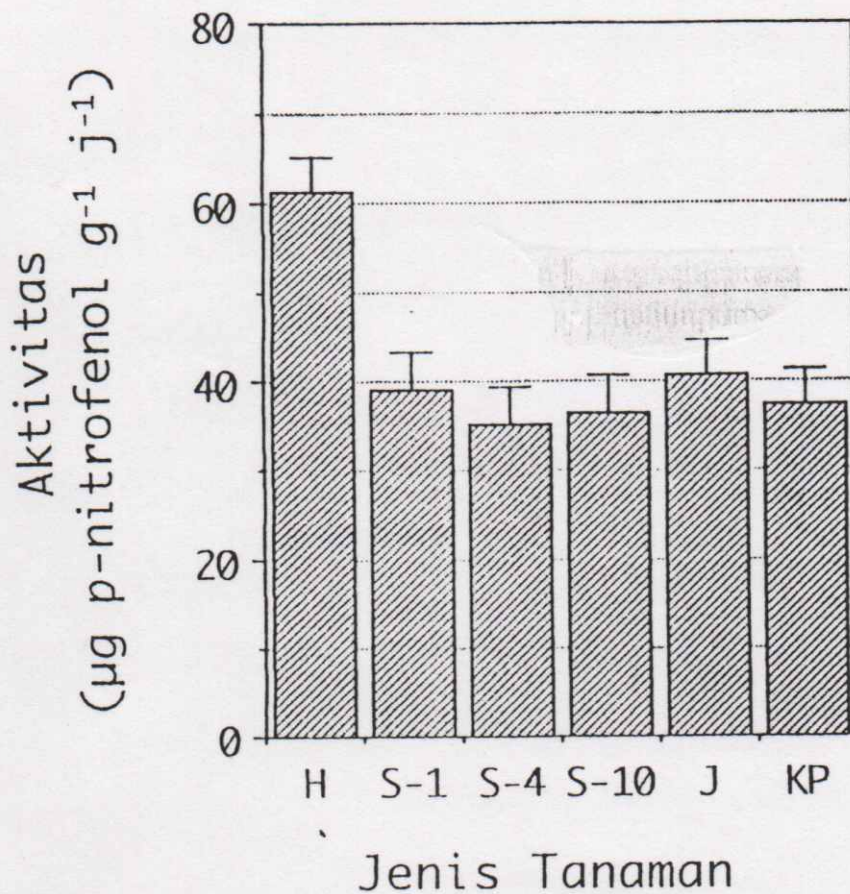
Akumulasi bahan organik selama bertahun-tahun (Salam dkk., 1997) merupakan sumber energi bagi mikroorganisme penghasil enzim di dalam tanah. Sebaliknya, di lahan pertanaman singkong akumulasi bahan organik tidak terjadi (Salam dkk., 1997). Hal ini karena tanah diolah pada setiap musim tanam, mengakibatkan proses dekomposisi bahan organik lebih cepat. Kandungan bahan organik yang lebih rendah ini mengakibatkan kadar air tanah lebih rendah, dan juga menyebabkan aktivitas enzim menurun (Baligar dkk., 1988). Penanaman monokultur demikian juga mempersempit jenis vegetasi penghasil enzim di dalam tanah dibandingkan dengan belukar.

Walaupun terlihat kecenderungan

penurunan aktivitas enzim dengan meningkatnya rentang waktu penggunaan tanah untuk pertanaman singkong (Gambar 1 dan 2), rentang waktu penggunaan lahan untuk pertanaman singkong tersebut secara umum tidak berpengaruh terhadap tingkat aktivitas fosfatase masam, fosfatase alkalin, maupun  $\beta$ -glukosidase. Amatan ini menunjukkan bahwa jenis vegetasi antara kedua fungsi lahan tersebut merupakan faktor dominan yang mengatur aktivitas ketiga enzim tersebut. Kecenderungan bahwa lahan yang ditanami jagung atau kacang panjang memiliki aktivitas enzim lebih tinggi daripada lahan singkong (Gambar 1 dan 2), terutama pada lahan yang telah ditanami singkong 10 tahun, juga memperkuat dugaan tersebut.



Gambar 1. Aktivitas fosfatase masam dan fosfatase alkalin di beberapa fungsi lahan (H hutan, S-1 Singkong 1 tahun, S-4 Singkong 4 tahun, S-10 Singkong 10 tahun, J Jagung, dan KP Kacang Panjang; garis bar menunjukkan bias baku).

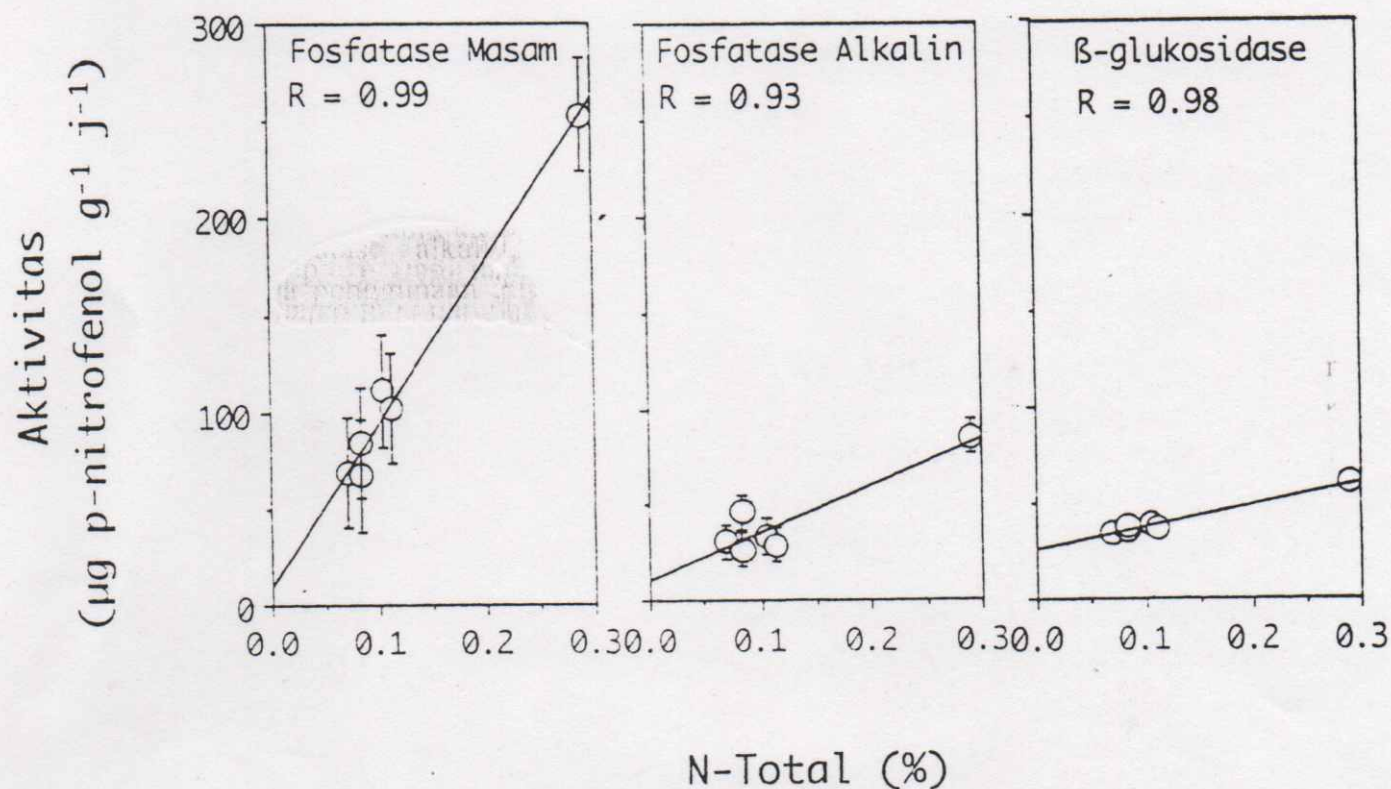


Gambar 2. Aktivitas  $\beta$ -glukosidase di beberapa fungsi lahan (H hutan, S-1 Singkong 1 tahun, S-4 Singkong 4 tahun, S-10 Singkong 10 tahun, J Jagung, dan KP Kacang Panjang; garis bar menunjukkan bias baku).

### Faktor C-Organik dan N-Total Tanah

Secara umum aktivitas ketiga jenis enzim tersebut berkorelasi positif dengan kandungan bahan organik atau C-organik dan N-total di dalam tanah; dan dengan kandungan N-total menunjukkan korelasi cukup tinggi (Gambar 3). Amatan ini bersesuaian dengan beberapa laporan sebelumnya, yang menunjukkan korelasi tinggi antara aktivitas enzim tanah dengan kandungan C-organik, bahan organik, dan N-total tanah (Salam, 1997; Nannipieri dkk., 1980). Ini menunjukkan bahwa aktivitas ketiga enzim tanah tersebut diatur oleh biota tanah penghasil bahan atau senyawa organik seperti mikroorganisme tanah, akar tanaman, dan binatang tanah.

Hubungan positif tersebut diakibatkan oleh beberapa sebab. Faktor terpenting adalah kenyataan bahwa bahan organik adalah sumber energi bagi mikroorganisme dan N dibutuhkan bagi pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme di dalam tanah. Salah satu sumber penghasil enzim di dalam tanah adalah mikroorganisme. Tate III (1987) bahkan mengemukakan bahwa mikroorganisme merupakan penghasil enzim terpenting di dalam tanah. Selain itu, enzim adalah senyawa organik yang tersusun dari C dan N. Karbon dan N di dalam senyawa ini menyumbang sebagian dari C dan N yang terukur dalam penetapan kimia.



Gambar 3. Hubungan antara aktivitas beberapa enzim dengan N-total tanah.

### KESIMPULAN

Alih fungsi lahan dari belukar menjadi perkebunan singkong menurunkan aktivitas fosfatase masam, fosfatase alkalin, dan β-glukosidase. Lamanya penggunaan lahan untuk pertanaman singkong tidak berpengaruh terhadap tingkat aktivitas ketiga enzim tersebut, menunjukkan bahwa perbedaan aktivitas enzim tanah hanya dipengaruhi oleh jenis vegetasi. Pertanaman lahan dengan jagung atau kacang panjang cenderung meningkatkan aktivitas fosfatase asam dan β-glukosidase, namun secara umum baik singkong maupun kedua jenis tanaman ini mengakibatkan tingkat aktivitas yang sama. Aktivitas fosfatase masam, fosfatase alkalin

maupun β-glukosidase berkorelasi tinggi dengan N-total tanah, menunjukkan bahwa ketiga enzim tersebut berkaitan dengan makhluk hidup.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini sebagiannya didukung oleh dana Proyek Kerja Sama Penelitian Universitas Lampung dengan JSPS (*Japan Society for the Promotion of Science*). Analisis enzim tanah dilakukan oleh Ir. Alia Septiana dan Ir. Sinawung. Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua pihak. Bimbingan dan dukungan Prof. Makoto Kimura (*Laboratory of Soil Biology and Chemistry, Nagoya University*) sangat dihargai.

DAFTAR PUSTAKA

- Baligar, V.C., R.J. Wright, dan M.D. Smedley. 1988. Acid phosphatase activity in soils of the appalachian region. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:1612-1616.
- Duxbury, J.M. dan R.L. Tate III. 1981. The effect of soil depth and crop cover on enzymatic activities in pahoee muck. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45:322-328.
- Jha, D.K., G.D. Sharma, dan R.R. Mishra. 1992. Soil microbial population numbers and enzyme activities in relation to altitude and forest degradation. *Soil Biol. Biochem.* 24:761-767.
- Martens, D.A., J.B. Johansen, dan W.T. Frankenberger, Jr. 1992. Production and persistence of soil enzymes with repeated addition of organic residues. *Soil Sci.* 153:53-61.
- Nannipieri, P., B. Ceccanti, S. Cervelli, dan E. Matarese. 1980. Extraction of phosphatase, urease, protease, organic carbon, and nitrogen from soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:1011-1016.
- Neal, J.L. 1990. Phosphatase enzyme activity at subzero temperature in arctic tundra soils. *Soil Biol. Biochem.* 22:883-884.
- Park, S.C., T.C. Smith., dan M.S. Bisesi. 1992. Activities of phosphomonoesterase and phosphodiesterase from *Lumbriscus terrestris*. *Soil Biol. Biochem.* 24:873-876.
- Rojo, M.J., S.G. Carcede, dan M.P. Mateos. 1990. Distribution and characterization of phosphatase and organic phosphorus in soil fractions. *Soil Biol. Biochem.* 22:169-174.
- Sakai, H. dan T. Tadano. 1993. Characteristics of response of acid phosphatase secreted by roots of several crops to various conditions in the growth media. *Soil Sci. Plant Nutr.* 39:437-444.
- Salam, A.K. 1996. Aktivitas enzim fosfatase pada lahan-kopi berlereng dengan beberapa teknik pengendalian gulma. *Pros. Konf. HIGI. XIII*:77-84.
- Salam, A.K., A. Iswati, S. Yusnaini, dan A. Niswati. 1997. Status kesuburan tanah dalam pertanaman singkong (*Manihot esculenta* Crantz) di Gunung Batin Lampung Utara: 1. Tingkat ketersediaan unsur hara. *J. Agrotrop.* Vol. II (1):35-41.
- Satchell, J.E. dan K. Martin. 1984. Phosphatase activity in earthworm faeces. *Soil Biol. Biochem.* 16:191-194.
- Tabatabai, M.A. 1982. Soil Enzymes. Hlm. 903-947. *Dalam* A.L. Page, R.H. Miller, dan D.R. Keeney (ed.). *Methods of Soil Analysis Part 2 Chemical and Microbiological Properties*. Ed. ke-2. Soil Sci. Soc. Am. Inc., Madison.
- Tate III, R.L. 1987. *Soil Organic Matter Biological and Ecological Effects*. John Wiley & Sons, New York.
- Tate III, R.L., R.W. Parmelee, J.G. Ehrenfeld, dan L. O'Rielly. 1991. Enzymatic and microbial interactions in response to pitch pine root growth. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:998-1004