

## PENGARUH PEMBERIAN BAHAN ORGANIK (*Centrosema pubescens*) DAN FOSFAT ALAM TERHADAP AKTIVITAS FOSFATASE DAN FRAKSI P TANAH LATOSOL DI DARMAGA, BOGOR

***The effect of organic matter (*Centrosema pubescens*) and rock phosphate application on the activity of Phosphatase and P fraction of Latosol soil in Darmaga, Bogor***

**S. Djuniwati, H. B. Pulunggono, dan Suwarno**

Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Faperta, IPB  
Jln. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680  
Telp.: (0251) 8629360, Fax.: (0251) 8629358

### ABSTRACT

*One of the problems of acid soils such as Latosol is very low in P-availability due to high P-fixation in those soils. Since soils is deficiency of P, adaptation of plants and microorganisms to overcome deficiency of P in soil is by producing phosphatase. Phosphatase is an enzyme that able to catalize transformation of organic P to inorganic P, and produced by plant roots, residual of plants and microorganisms. Organic matter as a source of P besides N and energy for microorganisms, and then rock phosphate as an alternative P fertilizer were used in this research. The objective of the research was to study the effect of organic matter (*Centrosema pubescens*) and rock phosphate application on phosphatase activity and P fraction of Latosol soil from Darmaga, Bogor. The experiment was designed by completely randomized design with two factors and three replications. The first factor was application of organic matter with the rate of 0, 2.5, and 5 %, and the second factor was application of rock phosphate with the rate of 0, 20, and 40 ppm P. Soil equivalent to four hundred grams of oven dried soil, organic matter, and rock phosphate were mixed based on the treatments of the experiment, and were placed in plastic pots, and then were incubated for 8 weeks period. After incubation period, the soil were air dried and analyzed for phosphatase activity, available P, and organic and inorganic P. The result showed that organic matter increased activities of acid and alkaline phosphatase, organic and inorganic-P of soil. On the other hand, rock phosphate increased inorganic P but decreased activities of acid phosphatase. Application of organic matter or rock phosphate on activity of acid phosphatase was higher (2.3-2.6 times) than on alkaline phosphatase. There was no effect of combination between organic matter and rock phosphate on the activity of phosphatase and organic/inorganic P. Combination between organic matter and rock phosphate significantly affected available P. In each rates of rock phosphate given, the increasing rate of organic matter increased available P in their interactions, on the contrary, in each rates of organic matter, the increasing rate of rock phosphate did not affect available P in their interactions. However it was tended to decrease in the rate of 40 ppm P.*

**Key word:** *Latosol, Centrosema pubescens, phosphatase, Organic and inorganic P*

### PENDAHULUAN

Salah satu masalah pada tanah masam adalah defisiensi unsur hara makro seperti fosfor (P) akibat terjadinya fiksasi P yang tinggi sehingga ketersediaannya rendah bagi tanaman. Hara ini tidak saja dibutuhkan oleh tanaman tetapi juga juga oleh mikroorganisme tanah untuk metabolismenya. Salah satu mekanisme adaptasi tanaman dan atau mikroorganisme terhadap kondisi defisiensi P dalam tanah adalah dengan mengeluarkan enzim yaitu fosfatase dan asam-asam organik untuk memperoleh P tersedia.

Fosfatase merupakan enzim yang dapat diproduksi oleh akar tanaman dan jasad mikroorganisme tanah, yang berperan penting dalam perombakan P-organik menjadi P-anorganik berupa ortofosfat primer ( $H_2PO_4^-$ ) dan ortofosfat sekunder ( $HPO_4^{2-}$ ) (Sakai dan Tadano, 1993; Joner *et al.*, 1995; Salam *et al.*, 1997). Gianfreda dan Bollag (1996) menjelaskan bahwa aktivitas seluruh enzim dalam tanah

berasal dari jasad mikroorganisme (bakteri dan fungi) dan atau binatang kecil serta tanaman (akar tanaman dan residu tanaman). Aktivitas fosfatase umumnya dipengaruhi oleh kadar bahan organik (C-organik tanah) (Kanivest *et al.*, 1973 dalam Burns, 1978). Menurut Burns (1978) berdasarkan ikatannya, fosfatase terbagi 2 macam, pertama adalah fosfatase yang berasosiasi dengan dinding sel dan kedua yang berada di luar sel (extraseluler). Bentuk pertama dijumpai pada mikroorganisme dan tanaman yang masih hidup, sedangkan yang kedua dijumpai pada residu tanaman, sisa-sisa mikroorganisme yang sudah mati dan berikatan dengan bahan organik (humat) ataupun liat. Skujins (1976 dalam Tabatabai 1982) menjelaskan bahwa intensitas fosfatase yang dikeluarkan oleh akar tanaman dan mikroorganisme dipengaruhi oleh kebutuhannya akan ortofosfat, yang kelarutannya langsung dipengaruhi oleh kemasaman tanah. Aktivitas fosfatase berkurang dengan kedalaman tanah dan penambahan pupuk buatan P (Pang dan Kolenko, 1986).

Pemberian bahan organik ke tanah selain dapat meningkatkan ketersediaan P tanah juga dapat memperbaiki sifat-sifat biologi, fisik, dan sifat kimia lainnya. Bahan organik sebagai sumber energi bagi mikroorganisme dapat merangsang kegiatan biokimia dalam tanah seperti pengeluaran enzim oleh mikroorganisme, dan enzim (fosfatase) yang dikeluarkan tersebut dapat merubah P menjadi tersedia baik bagi mikroorganisme atau tanaman. Cara lain untuk menambah ketersediaan P dalam tanah adalah pemberian pupuk P berupa fosfat alam (P-alam). Fosfat alam cocok digunakan untuk tanah-tanah masam dan tanah yang mempunyai fiksasi P yang tinggi. Kelarutan fosfat alam meningkat dengan meningkatnya kemasaman tanah, dan pada tanah dengan fiksasi P tinggi fosfat alam dapat berperan sebagai kapur untuk meningkatkan pH dan kelarutan P yang terfiksasi (Leiwakabessy dan Sutandi, 1998).

Pemberian fosfat alam yang dikombinasi dengan bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan P tanah dan serapan P tanaman ((Ikerra, MnKeni, dan Singh, 1994; Purnomo, Putu Wigena, dan Santoso, 1999; Hartono *et al.* 2000; Hasibuan, 2003;). Djuniwati *et al.* (2004) melaporkan bahwa terdapat interaksi antara bahan organik (*Calopogonium caeruleum*) dengan fosfat alam dalam meningkatkan P tersedia dan aktivitas fosfatase alkalin. Pada setiap takaran dosis P-alam, peningkatan takaran dosis bahan organik meningkatkan P tersedia dan fosfatase alkalin, namun pada setiap takaran dosis bahan organik, meningkatnya takaran dosis P alam meningkatkan P tersedia tetapi menurunkan fosfatase alkalin. Hal ini sesuai dengan pendapat Burns (1978) bahwa aktivitas fosfatase dipengaruhi ketersediaan P, yaitu aktivitas fosfatase menurun bila ketersediaan P tinggi.

Berdasarkan peranan bahan organik dan fosfat alam dalam mempengaruhi ketersediaan P dan aktivitas enzim (fosfatase), maka penelitian ini untuk bertujuan mempelajari pengaruh bahan organik, *Centrosema pubescent* (Cp) dan P-alam terhadap aktivitas enzim (fosfatase asam dan alkalin) dan fraksi P tanah Latosol dari Darmaga.

## METODE

Penelitian ini merupakan percobaan inkubasi selama 8 minggu, yang dilaksanakan di laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Departemen Tanah Fakultas Pertanian IPB pada bulan Januari- April 2004. Bahan yang digunakan adalah tanah Latosol dari Sawah Baru, Darmaga, Bogor, bahan organik dari biomasa tanaman legum (*Centrosema pubescent*), dan P-alam dari Ciamis.

Bahan tanah diambil dari lapisan olah tanah pada kedalaman 0-20 cm, yang kemudian dikeringudarkan, disaring dengan ayakan 2 cm, kemudian diaduk rata. Setelah itu ditanami *Centrosema pubescent* (Cp). Tanaman ini dipanen pada umur 11 minggu, dikeringudarkan, dipotong-potong dan kemudian dikomposkan dengan penambahan urea dan pupuk kandang. Karakteristik tanah dan P-alam, serta karakteristik kompos Cp dengan metode analisis yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Percobaan ini dirancang dengan rancangan acak lengkap faktorial 2 faktor. Faktor pertama adalah dosis bahan organik (kompos Cp) dengan dosis 0, 2.5, dan 5%, dan sebagai faktor kedua adalah dosis P-alam (0, 20, dan 40 ppm P). Masing-masing perlakuan diulang 3 kali, sehingga percobaan ini terdiri dari  $3 \times 3 \times 3 = 27$  satuan percobaan.

Bahan tanah yang telah dipersiapkan ditimbang setara dengan 400 g bobot kering mutlak (BKM), dicampur dengan kompos Cp dan P-alam sesuai perlakuan. Bahan tanah yang ditambah kompos Cp dan P-alam tersebut dicampur rata kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik. Setelah itu diinkubasi selama 8 minggu. Selama masa inkubasi, kelembaban tanah pada setiap wadah dijaga dengan menambahkan air bebas ion sampai kadar air 80 % dari kapasitas lapang. Setelah selesai masa inkubasi campuran dalam wadah plastik tersebut diaduk rata, dikeringudarkan, dan kemudian disimpan dalam plastik dan siap untuk dianalisis. Parameter yang diamati setelah inkubasi adalah P-tersedia tanah (Bray I), serta P-organik dan P-anorganik dengan metode pembakaran (Olsen dan Sommer, 1982 dalam Tan, 1996). Penentuan aktivitas fosfatase dengan metode Eivazi dan Tabatabai (1977) yaitu 1 g tanah (<2mm) dimasukkan dalam erlenmeyer 50 ml, lalu ditambah 4 ml Modified Universal Buffer (MUB) (pH 6.5 untuk penentuan fosfatase asam dan pH 11 untuk penentuan fosfatase alkalin). 1 ml larutan *p*-nitrophenyl phosphate (*p*-NPP) dilarutkan dalam larutan MUB dan kemudian dikocok beberapa menit. Erlenmeyer yang berisi campuran tersebut ditutup dan diinkubasi selama 1 jam pada suhu 37°C. Setelah 1 jam dibuka dan tambahkan 1ml 0.5 M CaCl<sub>2</sub> dan 4 ml 0.5 M NaOH, kemudian dikocok beberapa saat dan setelah itu disaring. Warna kuning filtrat kemudian diukur dengan Shimazu UV 2200 UV-VIS Spectrophotometer pada panjang gelombang 400nm.

Tabel 1. Karakteristik tanah Latosol dari Darmaga, P-alam Ciamis, dan kompos Cp setelah dikomposkan

Karakteristik	Metode	Nilai
pH H <sub>2</sub> O (1 : 1)	pH meter	5.4
KCl		4.3
C-organik (%)	Walkley & Black	0.99
N-total (%)	Kjeldahl	0.16
P-tersedia (ppm)	Bray I	4.39
P-potensial (ppm)	HCl 25%	171.18
KTK (me/100g)	NH <sub>4</sub> OAc pH 7.0	11.35
Basa-basa (me/100g):		
Ca <sub>dd</sub>	NH <sub>4</sub> OAc pH 7.0	6.12
Mg <sub>dd</sub>	NH <sub>4</sub> OAc pH 7.0	1.10
K <sub>dd</sub>	NH <sub>4</sub> OAc pH 7.0	0.90
Na <sub>dd</sub>	NH <sub>4</sub> OAc pH 7.0	0.40
KB (%)	perhitungan	75.07
Al <sub>dd</sub> (me/100g)	N KCl	0.20
H <sub>dd</sub> (me/100g)	N KCl	0.38
Fe-tersedia (ppm)	0.05 N HCl	2.49
Mn-tersedia (ppm)	0.05 N HCl	12.80
Tekstur (%):	Pipet	
pasir		21.65
debu		14.24
liat		64.11

<b>P-alam Ciamis:</b>		
P-total (%)	HNO <sub>3</sub> + HClO <sub>4</sub>	9.90
<b>Kompos <i>Centrosema pubescens</i> (Cp)</b>		
P-total (%)	Pengabuan basah (HNO <sub>3</sub> + HClO <sub>4</sub> )	0.42
C-organik (%)	Mabeuse (oksidasi kering)	52.94
N-total (%)	Kjeldahl	3.34
C/N	-	15.85
C/P	-	129.02

Konsentrasi *p*-NPP dalam sampel dan kontrol dihitung dari kurva kalibrasi. Aktivitas fosfatase dihitung dengan rumus:

$$\frac{(S-C) \cdot 10 \cdot 100}{\% \text{ dm}} = \mu\text{g } p\text{-NP g}^{-1} \cdot \text{dm} \cdot \text{h}^{-1}$$

Dimana: S = rata-rata sampel ( $\mu\text{g } p\text{-NP}$ )  
 C = rata-rata kontrol ( $\mu\text{g } p\text{-NP}$ )  
 10 = Faktor kelarutan dari ekstrak  
 100 %<sup>-1</sup> dm = faktor bahan organik

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati dilakukan analisis ragam yang dilanjutkan dengan analisis lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) terhadap perlakuan yang berpengaruh nyata.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kriteria sifat kimia tanah menurut PPT (1983), karakteristik tanah Latosol dari Darmaga (Tabel 1) termasuk tanah masam dengan kadar C-organik, N-total, dan KTK yang rendah. Hal ini berhubungan dengan sifat Latosol, merupakan tanah yang sudah mengalami pelapukan lanjut, dengan dominansi liat tipe 1:1 (kaolinit) dan mengandung hidrooksida Al dan Fe. Selanjutnya, kandungan basa-basa seperti Ca-dd, Mg-dd, dan Na-dd termasuk sedang, sedangkan K-dd tinggi, sehingga menghasilkan persen kejenuhan basa (%KB) tanah yang tinggi. Hal ini diduga karena pengaruh residu pemupukan dan pengapuran sebelumnya pada lokasi sampling. Namun,

P-tersedia termasuk rendah bila dibandingkan dengan P-potensial (HCl 25%) yang relatif tinggi, dan

kondisi ini mungkin karena terjadinya fiksasi P baik oleh liat, ion-ion Al/Fe maupun oksida/hidroksida Al dan atau Fe yang umumnya terdapat pada Latosol. Hasil analisis P-total dalam P-alam adalah 9.9 % P.

Hasil analisis kompos bahan organik (Cp) setelah dikomposkan (kompos Cp) (Tabel 1) mempunyai nilai nisbah C/N 15.85. Nilai C/N menggambarkan tingkat dekomposisi atau kematangan bahan organik, dan dengan nilai akhir C/N setelah pengomposan ini mineralisasi N dan P telah terjadi dan asam-asam organik dihasilkan dalam proses dekomposisinya.

### Pengaruh Bahan Organik dan Fosfat Alam

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh kombinasi bahan organik dan P-alam terhadap aktivitas fosfatase (fosfatase asam dan alkalin) maupun fraksi P-tanah (P-anorganik dan P-organik). Pengaruh kombinasi bahan organik dan fosfat alam nyata hanya pada parameter P-tersedia tanah. Namun, sebagai faktor tunggal, bahan organik berpengaruh nyata pada parameter pH, aktivitas fosfatase asam dan alkalin, P-tersedia, serta P-organik dan P-anorganik tanah. Selanjutnya, P-alam berpengaruh nyata pada P-tersedia, fosfatase asam dan P-anorganik tanah, sedangkan pH, fosfatase alkalin, dan P-organik tidak dipengaruhi.

### Pengaruh Bahan Organik

Dengan meningkatnya dosis bahan organik semua parameter yang diukur meningkat, yaitu pH, P-organik, P-anorganik, fosfatase asam, dan fosfatase alkalin tanah (Tabel 2). Peningkatan parameter-parameter tersebut berhubungan dengan peranan bahan organik (Cp) yaitu sebagai sumber hara P selain N dan S, serta diduga dihasilkannya asam-asam organik dan enzim-enzim diantaranya fosfatase asam maupun alkalin selama proses dekomposisi bahan organik tersebut. Asam-asam organik (asam humat dan fulvat) mampu menekan aktivitas Al karena terbentuknya senyawa kompleks logam-organik sehingga pengaruh kemasaman oleh Al dapat ditekan (Tan, 1991), dan adanya kation-kation basa yang dihasilkan mengakibatkan pH tanah meningkat.

Tabel 2. Pengaruh dosis bahan organik terhadap pH, P-organik, P-anorganik, fosfatase asam dan alkalin

Bahan Organik (%)	pH	P-anorganik (ppm P)	P-organik (ppm P)	Fosfatase alkalin ( $\mu\text{g NP} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ )	Fosfatase asam
0	5.13 c	46.81 c	61.14 c	161.90 c	408.86 b
2.5	5.53 b	57.63 b	85.52 b	179.65 b	428.99 b
5	6.14 a	81.82 a	114.03 c	187.82 a	474.24 a

Ket. Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji DMRT ada taraf  $\alpha = 5\%$

Peningkatan aktivitas enzim baik fosfatase asam dan alkalin dalam tanah disebabkan oleh penambahan bahan organik yang dapat menghasilkan enzim dan adanya peningkatan aktivitas mikroorganisme akibat penambahan bahan organik.

Fenomena ini sesuai dengan pernyataan Burns (1978) bahwa aktivitas fosfatase dipengaruhi oleh kadar C-organik, yaitu meningkatnya kadar C-organik akan meningkatkan aktivitas fosfatase. Lebih lanjut dijelaskan bahwa aktivitas fosfatase meningkat akibat meningkatnya aktivitas

miroorganisme oleh penambahan bahan organik (C-organik). Demikian juga Nannipieri *et al.* (1973 dalam Burns, 1978) melaporkan bahwa adanya korelasi positif antara aktivitas fosfatase dan C-organik pada 32 tanah di Italia.

Dari Tabel 2 juga dapat dilihat bahwa pengaruh bahan organik terhadap aktivitas fosfatase asam lebih tinggi sekitar 2.3-2.5 kali dari fosfatase alkalin. Hal ini berkaitan dengan kondisi reaksi tanah hasil inkubasi yang berada pada kisaran masam-agak masam (5.13-6.14). Sakai dan Tadano (1993) menyatakan bahwa fosfatase asam lebih stabil pada kisaran pH 4.5-5.5. Lebih lanjut, Wasaki *et al.* (1997) menyatakan bahwa fosfatase asam sangat stabil pada kisaran pH 4-9, sehingga pada tanah masam fosfatase asam lebih dominan daripada alkalin.

Jumlah P-organik dan peningkatannya akibat penambahan bahan organik Cp lebih besar daripada jumlah dan peningkatannya P-anorganik. Hal ini jelas disebabkan karena penambahan bahan organik, yang merupakan sumber P-organik selain N- dan S-organik. Peningkatan P-anorganik selain berasal dari hasil mineralisasi P-organik

akibat adanya peningkatan aktivitas enzim (fosfatase asam dan alkalin) juga disebabkan adanya peningkatan pH akibat penambahan bahan organik (Tabel 2). Menurut Tabatabai (1982) fungsi enzim fosfatase di dalam tanah adalah mempercepat perombakan P-organik menjadi P-anorganik (ortofosfat). Selain itu, peningkatan P-anorganik juga dapat disebabkan karena adanya pelepasan ion fosfat yang terfiksasi melalui pertukaran ligan antara ion OH dan atau anion organik dari asam organik hasil dekomposisinya. Pelepasan ion fosfat ini juga dapat disebabkan karena pengkelatan ion logam Al oleh asam-asam organik sehingga ion fosfat dalam bentuk tersedia.

### Pengaruh Fosfat Alam

Fosfat alam berpengaruh nyata terhadap P-anorganik dan fosfatase asam tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap pH, fosfatase alkalin, dan P-organik. Hasil analisis lanjut untuk P-anorganik dan fosfatase asam serta rataan pH, fosfatase alkalin, dan P-organik disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh dosis P-alam terhadap P-anorganik, fosfatase asam dan alkalin, pH, dan P-organik tanah.

Dosis P-alam (ppm P)	P-anorganik (ppm P)	P-tersedia (ppm P)	Fosfatase asam ugNP.g <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup>	pH	Fosfatase alkalin ugNP.g <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup>	P-organik (ppm P) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
0	45.07 c	12.25 b	459.21 a	5.62	175.50	85.63
20	62.17 b	15.52 a	448.09 a	5.56	178.14	83.76
40	78.89 a	12.31 b	404.78 b	5.61	175.72	99.27

Ket. Angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf  $\alpha = 5\%$

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa peningkatan dosis P-alam meningkatkan P-anorganik dan P-tersedia tanah, namun P-tersedia menurun pada dosis 40 ppm P. Peningkatan P-anorganik dan P-tersedia pada dosis 20 ppm P karena P-alam merupakan pupuk sumber P, sehingga penambahan P-alam berarti menambah P-tersedia dan P-anorganik tanah. Fosfor (P) yang dilepaskan dari P-alam dapat berada dalam bentuk P-tersedia maupun membentuk P-anorganik lainnya (Al-P, Fe-P, dan mungkin Ca-P). Selanjutnya, hasil analisis fosfatase asam menunjukkan bahwa peningkatan dosis P-alam menurunkan aktivitas fosfatase asam meskipun penurunannya nyata pada dosis 40 ppm P, namun pada penambahan 20 ppm P aktivitas fosfatase asam cenderung menurun atau lebih rendah daripada tanpa P-alam (0 ppm P). Sebaliknya fosfatase alkalin tidak dipengaruhi oleh dosis P-alam. Penurunan fosfatase asam ini berhubungan dengan peningkatan P-tersedia dan P-anorganik akibat penambahan P-alam. Menurut Burns (1978) aktivitas enzim (fosfatase) dipengaruhi oleh ketersediaan P tanah. Meningkatnya ketersediaan P tanah (P-anorganik) akan menurunkan aktivitas fosfatase dalam tanah. Pada Tabel 3 juga dapat dilihat bahwa aktivitas fosfatase asam masih 2.3 – 2.6 lebih tinggi dari fosfatase alkalin. Wasaki *et al.* (1997) menyatakan bahwa fosfatase asam lebih stabil daripada fosfatase alkalin dan kestabilannya berada pada kisaran pH yang lebar (pH 4.0-9.0).

Tidak berpengaruhnya penambahan P-alam terhadap fosfatase alkalin dan P-organik diduga berhubungan dengan sifat fosfatase alkalin yang tidak stabil pada kondisi masam dan P-alam bukan merupakan sumber P-organik. Selanjutnya, tidak adanya peningkatan pH karena ion fosfat yang dilepaskan dari P-alam diduga lebih cepat terikat oleh ion-ion Al dan Fe atau oksida/hidroksida Al/Fe membentuk P-anorganik Al-P dan Fe-P, sehingga ion fosfat P-alam tidak dapat meningkatkan pH tanah. Hal ini berhubungan dengan peningkatan P-anorganik dan penurunan P-tersedia tanah dengan meningkatnya dosis P-alam (Tabel 3).

### Pengaruh kombinasi bahan organik dan fosfat alam

Pengaruh kombinasi bahan organik dan fosfat alam hanya berpengaruh nyata pada P-tersedia tanah. Tabel 4 menunjukkan bahwa pada setiap dosis P-alam, peningkatan dosis bahan organik meningkatkan P-tersedia tanah, kecuali pada perlakuan dosis P-alam 40 ppm P. Pada dosis P-alam 40 ppm P, P-tersedia pada dosis bahan organik 5% nyata lebih tinggi daripada tanpa bahan organik (0%) tetapi tidak berbeda dengan dosis bahan organik 2.5%. Meskipun pengaruh bahan organik 2.5% tidak berbeda dengan tanpa bahan organik (0%), namun, ada kecenderungan P-tersedia dosis bahan organik 2.5% meningkat atau lebih tinggi daripada tanpa bahan organik (0%).

Tabel 4. Pengaruh kombinasi dosis bahan organik dan P-alam terhadap P-tersedia tanah (ppm P)

Dosis Bahan Organik (%)	Dosis P-alam (ppm P)		
	0	20	40
0	9.56 d	11.27 cd	10.66 d
2.5	10.58 d	17.65 a	11.65 cd
5.0	16.62 ab	16.36 ab	14.19 bc.

Ket. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf  $\alpha = 5\%$

Fosfor tersedia pada perlakuan tanpa bahan organik (0%) maupun dengan bahan organik 5%, tidak dipengaruhi oleh peningkatan dosis P-alam, namun cenderung menurun pada dosis 40 ppm P. Selanjutnya, pada dosis bahan organik 2.5 %, penambahan P-alam (20 ppm P) nyata meningkatkan P-tersedia dan menurun pada penambahan 40 ppm P. P-tersedia tertinggi dicapai pada perlakuan 20 ppm P yang disertai penambahan bahan organik 2.5% (17.65 ppm P), meskipun tidak berbeda dengan yang disertai penambahan bahan organik 5% (16.36 ppmP), serta tanpa P-alam (0 ppm P) yang disertai penambahan bahan organik 5% (16.62 ppm P), sedangkan yang terendah pada perlakuan tanpa bahan organik dan P-alam (9.56 ppm).

Peningkatan P-tersedia pada peningkatan dosis bahan organik di setiap dosis P-alam menunjukkan bahwa bahan organik berperan dalam meningkatkan ketersediaan P tanah. Meningkatnya P-tersedia pada setiap dosis P-alam dengan peningkatan dosis bahan organik diduga karena adanya peningkatan asam-asam organik yang dihasilkan selama proses dekomposisinya. Asam-asam organik hasil dekomposisi bahan organik mampu meningkatkan kelarutan P-alam lebih tinggi dan mengkelat ion-ion Al dan atau Fe tanah sehingga P yang terlarut dari P-alam menjadi lebih tersedia.

Tidak adanya pengaruh penambahan dosis P-alam pada dosis bahan organik 0% dan 5% dan terjadinya penurunan P-tersedia pada dosis bahan organik 2.5%, diduga ion fosfat yang terlarut dari P-alam dengan cepat dan mudah terfiksasi dalam tanah karena asam-asam organik yang dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik tersebut relatif rendah sehingga ion fosfat yang terlarut lebih banyak yang terfiksasi oleh Al dan atau Fe tanah yang mempunyai kemampuan memfiksasi P yang tinggi.

### KESIMPULAN

Sebagai faktor tunggal, peningkatan dosis bahan organik (0, 2.5, dan 5%) berpengaruh nyata meningkatkan pH, P-tersedia, aktivitas fosfatase asam dan alkalin, serta P-organik dan P-anorganik tanah, sedangkan peningkatan dosis P-alam (0, 20, dan 40 ppm P) meningkatkan P-anorganik tetapi menurunkan fosfatase asam dan P-tersedia pada dosis 40 ppm P. Pada perlakuan bahan organik maupun fosfat alam, masing-masing meningkatkan aktivitas fosfatase asam 2.3-2.5 dan 2.3-2.6 kali lipat lebih tinggi dari aktivitas fosfatase alkalin.

Tidak ada pengaruh kombinasi bahan organik dan P-alam terhadap aktivitas fosfatase (asam dan alkalin) dan P-organik serta P-anorganik tanah. Kombinasi bahan organik dan fosfat alam berpengaruh nyata pada P-tersedia tanah, yaitu pada setiap dosis P-alam, peningkatan dosis bahan

organik meningkatkan P-tersedia tanah. Selanjutnya, peningkatan dosis P-alam pada tanpa bahan organik dan dosis bahan organik 5% tidak berpengaruh terhadap P-tersedia tanah, namun cenderung menurun pada dosis 40 ppm P. Selanjutnya pada dosis bahan organik 2.5% penambahan 20 ppm P nyata meningkatkan dan menurunkan P-tersedia pada dosis 40 ppm P.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai melalui Project Grant QUE 2003-2004 Program Studi Ilmu Tanah (PSIT), Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB. Terima kasih kepada Yennie Oktavia yang telah membantu pelaksanaan dan mendapatkan data penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Burns, R. G. 1978. Soil Enzymes. Academic Press. San Fransisco.
- Djuniwati, S., H.B. Pulunggono, dan Suwarno. 2004. Perilaku Aktivitas Fosfatase dan P-tanah daerah perakaran (rizosfer) tanaman penutup tanah (Jenis leguminose) dan Pengaruh Biomassanya sebagai bahan organik pada Tanah Masam. Laporan Penelitian.
- Eivazi, F and M.A. Tabatabai. 1977. Phosphatase in soils. Soil Biol. Biochem. 9:167-172
- Gianfreda, L. and J. M. Bollag. 1996. Influence of natural and anthropogenic factors on enzyme activity in soil. Soil Biochem. 9: 123-171
- Hasibuan, N. 2003. Pengaruh Bahan Organik dan Fosfat Alam terhadap Ketersediaan Fosfor dan Kelarutan Fosfat Alam pada Ultisol Lampung. Skripsi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Hartono, A., P. L. G. Vlek, A. Moawad, and A. Rachim. 2000. Changes in phosphorus fractions on an acidic soil induced by phosphorus fertilizer, organic matter, and lime. J. Il. Tanah dan Lingk. 3 (2): 1-7.
- Ikerra, T. W. D., P. N. S. MnKeni, and R. R. Singh. 1994. Effect of added compost and farmyard manure on P release from Minjingu phosphate rock and its uptake by maize. Norw. J. of Agric. Sci. 8: 13-23.
- Joner, E.J., Magid, T.S. Gahoonia, and I. Jacobsen. 1995. P depletion and activity in the rhizosfer of mycorrhiza

- and non mycorrhiza cucumber (*Cucumis sativus L.*). Soil Bio. Biochem. 27: 1145-1151.
- Leiwakabessy, F. M. dan A. Sutandi. 1998. Diktat Kuliah Pupuk dan Pemupukan. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Pang, P.C.K. dan H. Kolenko, 1986. Phosphomonoesterase activity in Forest soils. Soil Biol. Biochem. 18: 35-40.
- PPT . 1983. Term of Reference Tipe A. No. 59/1983. P3MT. PPT
- Purnomo, J, I. G. P. Putu Wigena, dan D. Santoso. 1999. Pengaruh takaran fosfor dan bahan organik terhadap kadar dan serapan fosfor pada Typic Distropepts di Jambi. Hal. 123-144 dalam Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Tanah, Iklim dan Pupuk. Buku II. Lido-Bogor, 6-8 Desember 1999. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Sakai, H and T. Tadano. 1993. Characteristic of response of acid phosphatase secreted by the root of several crops to various conditions in the growth media. Soil Sci. Plant Nutr. 39: 437-444.
- Salam, A.K., K. Arata, and K. Makoto. 1997. Activities of some soil enzymes in different land use system after deforestation in hilly areas of west Lampung, south Sumatra, Indonesia. Soil Sci. Plant Nutr. 44(1): 93-103.
- Tabatabai, M. A. 1982. Soil Enzym, pp 775-826. In A. L. Page *et al.*, (eds). Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties 2<sup>nd</sup> ed. Soil Sci. Soc. Of Am. Inc., Madison..
- Tan, K.H. 1996. Soil Sampling, Preparation, and Analysis. Marcel Dekker, Inc.
- Wasaki, J., M. Ando, K. Ozawa, M. Omura, M. Osaki, H. Ito, H. Matsui, and T. Tadano. 1997. Properties of secretory acid phosphatase from lupin root under phosphorus deficient condition. Soil Sci. Plant Nutr. 43: 981-986.

