

Aktivitas Enzim Fosfatase dan Ketersediaan Fosfat Tanah pada Sistem Tumpangsari Tanaman Pangan dan Jati (*Tectona grandis* L.f.) setelah Aplikasi Pupuk Hayati

Betty N. Fitriatin, Reginawanti Hindersah dan Pujawati Suryatmana

Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Jatinangor Km. 21 Bandung 40600

Korespondensi: fitriatin@yahoo.com

ABSTRACT

The Phosphatase Activity and The Availability of Soil Phosphate on *Tectona Grandis*-Food Crops Multiple Cropping System after Biofertilizer Application

Biofertilizer such as phosphate-solubilizing microbe (PSM) and arbuscular mycorrhiza fungi (AMF) have a significant role in phosphorus cycle in soil. The objective of this experiment was study the phosphatase activity and the availability of soil phosphate on Ultisols at *Tectona grandis*-food crops multiple cropping system following application of biofertilizers containing AMF and PSM. The experimental design was factorial randomized block design consisting of two factors. The first factor was the dosage of biofertilizers (0, 2 t ha⁻¹, 4 t ha⁻¹, and 6 t ha⁻¹), and the second one was the multiple cropping system of *Tectona grandis* and food crops (*Tectona grandis* and maize, *Tectona grandis* and soybean, and *Tectona grandis* and both maize and soybean). The variable responses were the phosphatase activity, the available phosphate and the population of PSM in soil. The results of this experiment showed that no interaction effect between biofertilizers and multiple cropping system on all variable responses. Biofertilizers application increased the phosphatase activity and the population of PSM, but did not on the available phosphate. Furthermore, phosphatase activity was higher on *Tectona grandis*-maize-soybean multiple cropping than those on multiple cropping with maize or soyben only. The multiple cropping of *Tectona grandis* and both of the food crops had no effect on the available phosphate and the population of PSM in soil.

Key words: phosphatase, soil phosphatase, multiple cropping, biofertilizers

ABSTRAK

Pupuk hayati seperti mikrob pelarut fosfat (MPF) dan fungi mikoriza arbuskula (FMA) berperan dalam siklus unsur hara fosfor di dalam tanah. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui aktivitas enzim fosfatase dan ketersediaan fosfat di tanah Ultisols pada sistem tumpangsari jati (*Tectona grandis* L.f.) dengan tanaman pangan setelah aplikasi pupuk hayati berupa FMA dan MPF. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok pola faktorial dengan faktor pertama adalah pupuk hayati (tanpa dan dengan 2 ton ha⁻¹, 4 ton ha⁻¹, dan 6 ton ha⁻¹ pupuk hayati), dan faktor kedua adalah pola tanam tumpang sari dengan jati (jati dengan jagung, jati dengan kedelai, dan jati dengan jagung dan kedelai). Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat interaksi antara pupuk hayati dengan pola tumpang sari terhadap aktivitas fosfatase, fosfat tersedia dan populasi MPF. Aplikasi pupuk hayati meningkatkan aktivitas fosfatase

Ultisols dan mempengaruhi perubahan populasi MPF, namun tidak mempengaruhi kandungan fosfat tersedia tanah. Aktivitas fosfatase tanah lebih tinggi pada pola tumpang sari jati dengan jagung dan kedelai dibandingkan dengan tumpang sari jati dengan jagung atau kedelai saja. Pola tanam tumpang sari jati dengan tanaman pangan tidak mempengaruhi fosfat tersedia dan populasi MPF di dalam tanah.

Kata kunci: fosfatase, tumpang sari, pupuk hayati

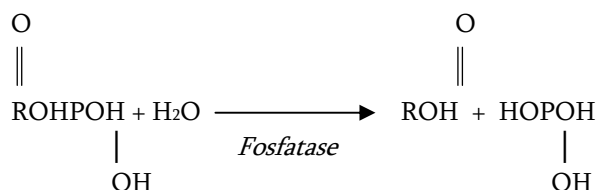
PENDAHULUAN

Pembukaan hutan tropis untuk pertanian menyebabkan perluasan lahan kritis dan marginal sehingga diperlukan suatu sistem kehutanan dan pertanian terpadu untuk menciptakan keselarasan antara intensifikasi pertanian dan pelestarian hutan. Sistem yang memadukan kehutanan dengan pertanian dikenal dengan agroforestri berbasis tumpangsari dengan tanaman pangan atau sayur-sayuran yang telah dikembangkan oleh Perum Perhutani di hutan jati di pulau Jawa (Kartasubrata, 2003). Keuntungan dari sistem tumpangsari ini adalah di samping mendapatkan hasil kayu juga diperoleh hasil panen dari tanaman pangan dan sayur-sayuran.

Salah satu jenis tanah marginal dengan penyebaran cukup luas di Indonesia adalah Ultisols. Umumnya Ultisols mempunyai sifat kimia kurang baik yaitu pH, kapasitas tukar kation, kandungan unsur hara, bahan organik, dan kejenuhan basa rendah, defisiensi unsur hara makro seperti N, P, K, Ca dan Mg (Havlin dkk, 1999) dan kandungan Al tinggi yang menyebabkan fiksasi fosfat (Hardjowigeno, 1993). Peningkatan produktivitas Ultisols antara lain dilakukan dengan pemberian pupuk fosfat baik berupa pupuk buatan atau pupuk alam. Namun pupuk fosfat alam mempunyai kelarutan yang rendah sehingga tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh tanaman. Peningkatan efisiensi pemupukan dapat dilakukan dengan aplikasi mikroba tanah seperti mikroba pelarut fosfat (MPF) dan fungi mikoriza arbuskula (FMA).

Mikroba pelarut Fosfat (MPF) merupakan kelompok mikroba tanah sering dimanfaatkan untuk rehabilitasi lahan kritis (Setiadi, 2001). MPF mampu mengekstraksi fosfat dari ikatannya dengan Al, Fe, Ca, dan Mg karena mikroba mengeluarkan asam organik yang dapat membentuk kompleks stabil dengan kation-kation pengikat fosfat di dalam tanah (Withelaw, 2000). Mikroba ini berupa bakteri seperti *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Mycobacterium*,

Micrococcus dan fungi seperti *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Sclerotium*. Hasil penelitian Goenadi dkk. (1999), menerangkan bahwa fungi dapat lebih efektif melarutkan fosfat alam. Di samping itu, MPF mampu memineralisasi fosfat organik menjadi fosfat anorganik melalui aktivitas fosfatase. yang terlibat dalam proses transformasi unsur hara fosfor (P) di dalam tanah. Fosfatase termasuk ke dalam kelompok enzim hidrolase. Reaksi hidrolisis dari senyawa P organik secara umum oleh fosfatase adalah :



Telah banyak dilaporkan bahwa FMA mampu memperbaiki status nutrisi tanaman terutama P, dan meningkatkan resistensi tanaman terhadap kekeringan (Sieeverding, 1991) Hasil penelitian Fitriatin, dkk. (2002) menunjukkan bahwa berat kering dan hasil tanaman kedelai yang diinokulasi FMA lebih tinggi daripada tanaman kontrol pada tanah dengan kondisi 50% kapasitas lapang.

Interaksi ekologis antara tanaman pertanian dengan tanaman kehutanan terutama dari sifat biologis tanah belum banyak diteliti. Hasil penelitian George *et al.* (2002), menunjukkan bahwa beberapa jenis tanaman pada sistem agroforestri yaitu *Tithonia diversifolia*, *Tephrosia vogelii*, *Crotalaria grahamiana* dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara P di tanah yang rendah fosfor. Beberapa tanaman keras pada sistem agroforestri tersebut dapat mengeluarkan asam-asam organik dan enzim fosfatase yang dapat membantu ketersediaan P untuk tanaman lain di sekitarnya. Dijelaskan lebih lanjut bahwa tanaman tumpangsari pada sistem agroforestri akan menciptakan lingkungan ekologis terutama dilihat dari sifat

biologis tanah yang berbeda dibandingkan tanpa adanya tanaman tumpangsari. Aktivitas mikrob tanah adalah salah satu sifat biologis tanah yang dapat merupakan indikator kualitas tanah. Oleh karena itu diperlukan penelitian yang mempelajari pengaruh pupuk hayati berbasis mikrob pelarut fosfat dan fungi mikoriza arbuskula terhadap aktivitas mikrob terutama aktivitas enzim fosfatase dan status hara P pada sistem tumpangsari tanaman pangan dengan jati pada Ultisol yang mempunyai ketersediaan P rendah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah dan Lahan Percobaan yang telah ditanami jati di Jatinangor selama delapan bulan. Percobaan dirancang dalam Rancangan Acak Kelompok pola faktorial yang terdiri atas dua faktor dengan tiga ulangan. Kedua faktor tersebut adalah:

Faktor I : Pupuk Hayati yang mengandung $2,7 \times 10^8$ CFU mikrob pelarut P dan mikoriza arbuskula 25 spora g inokulan.

p_0 = tanpa pupuk hayati

p_1 = dengan 2 ton ha^{-1} pupuk hayati

p_2 = dengan dosis 4 ton ha^{-1} pupuk hayati

p_3 = dengan dosis 6 ton ha^{-1} pupuk hayati

Faktor II : Pola tanam tumpang sari dengan jati :

t_1 = tumpang sari jati dengan jagung

t_2 = tumpang sari jati dengan kedelai

t_3 = tumpang sari jati dengan jagung dan kedelai

Tanaman jagung kultivar Pionir dan kedelai kultivar Wilis ditanam di antara tegakan jati dengan jarak tanam masing-masing 0,6 m x 0,5 m dan 0,4 m x 0,3 m. Setiap petak percobaan berukuran 108 x 72 m^2 . Pupuk hayati yang mengandung $2,7 \times 10^8$ CFU g^{-1} mikrob pelarut P dan 25 spora g inokulan FMA diaplikasikan saat tanam. Tanaman pangan tersebut

dipupuk Urea, TSP dan KCl dengan dosis masing-masing 200 kg ha^{-1} , 150 kg P ha^{-1} dan 250 kg ha^{-1} .

Di akhir percobaan, yaitu saat tanaman berumur 45 hari, diamati aktivitas enzim fosfatase tanah dengan metode Eivazi dan Tabatabai (Margesin, 1996), kandungan P tersedia tanah dengan metode Bray I (Sulaeman dkk., 2005), dan populasi mikrob pelarut P dengan metode pengenceran.

Untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap variabel respons (aktivitas fosfatase, kandungan P tersedia tanah, dan populasi mikrob pelarut P) dilakukan analisis ragam dengan uji F yang dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5 % (Stell & Torrie, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Fosfatase

Tidak terjadi interaksi yang nyata antara dosis pupuk hayati dengan pola tanam tumpang sari terhadap aktivitas fosfatase Ultisols. Namun demikian dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa secara mandiri pupuk hayati maupun pola tanam tumpangsari jati dengan tanaman pangan berpengaruh nyata terhadap aktivitas fosfatase tanah Ultisols.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati berupa MPF dan FMA mampu meningkatkan aktivitas fosfatase di dalam tanah. Peningkatan dosis pupuk hayati dapat meningkatkan aktivitas fosfatase tanah (Tabel 1) karena pupuk hayati ini mampu memacu pertumbuhan mikrob tanah serta pertumbuhan tanaman. Dengan demikian produksi fosfatase yang berasal dari mikrob tanah maupun dari akar tanaman meningkat. Selain itu MPF dan FMA

Tabel 1. Pengaruh pupuk hayati dan sistem tumpangsari Jati dengan tanaman pangan terhadap aktivitas fosfatase Ultisols ($\mu m g^{-1} jam^{-1}$)

Pupuk Hayati (ton ha^{-1})	Sistem Tumpangsari jati dengan tanaman pangan			Rata-rata
	Jagung	Kedelai	Jagung dan Kedelai	
0	0,313	0,410	0,451	0,391 a
2	0,462	0,539	0,706	0,569 b
4	0,453	0,573	0,649	0,558 b
6	0,669	0,648	0,752	0,689 c
Rata-rata	0,474 a	0,542 b	0,639 c	

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5 %

mampu mensekresikan fosfatase. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Dinesh *et al.* (2000) yang menunjukkan bahwa biomassa mikrob dan aktivitas enzim meningkat setelah penambahan sumber energi yang berasal dari pupuk organik.

Pola tanam tumpangsari antara jati dengan tanaman pangan ternyata mempengaruhi aktivitas enzim fosfatase Ultisols. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa tumpangsari jati dengan jagung dan kedelai lebih meningkatkan aktivitas fosfatase dibandingkan tumpang sari jati dengan jagung atau jati dengan

Kandungan fosfor tersedia tanah

Tidak terjadi interaksi yang nyata antara dosis pupuk hayati dengan pola tanam tumpang sari terhadap P tersedia tanah. Perlakuan pupuk hayati maupun pola tanam juga tidak mempengaruhi P tersedia Ultisols (Tabel 2). Aplikasi pupuk hayati dengan dosis 0 sampai 6 t ha⁻¹ ternyata tidak mempengaruhi P tersedia tanah karena P yang diukur pada umur 45 hari HST adalah P residu setelah diserap oleh tanaman. Namun dengan mengabaikan analisis statistik, pemberian pupuk

Tabel 2. Pengaruh pupuk hayati dan sistem tumpangsari jati dengan tanaman pangan terhadap P-tersedia Ultisols (mg kg⁻¹)

Pupuk Hayati (ton ha ⁻¹)	Sistem tumpangsari jati dengan tanaman pangan			Rata-rata
	Jagung	Kedelai	Jagung dan Kedelai	
0	9,623	10,730	9,577	9,976 a
2	10,850	10,120	10,197	10,389 a
4	10,753	11,430	8,997	10,393 a
6	9,840	11,163	10,457	10,486 a
Rata-rata	10,176 a	10,861 a	9,802 a	

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5 %

kedelai saja. Keragaman vegetasi yang lebih tinggi pada pola pertama akan lebih memicu aktivitas enzim tanah (Sarapatka, 2002). Aktivitas fosfatase Ultisols lebih tinggi pada tanah dengan tumpangsari jati dan kedelai dibandingkan dengan tumpangsari jati dengan jagung (Tabel 1). Tanaman kedelai bersimbiosis dengan bakteri penambat N₂, sehingga mampu mensuplai N lebih tinggi dibanding tanaman jagung. Menurut Sarapatka (2000), peningkatan kandungan nitrogen tanah dapat meningkatkan aktivitas fosfatase di dalam tanah.

hayati berupa FMA dan mikrob pelarut P ini berpotensi meningkatkan status hara P tanah dibandingkan dengan kontrol (Tabel 2.).

Kandungan P tersedia tanah pada tumpangsari jati dengan jagung dan kedelai lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan sistem tumpang sari jati dengan jagung atau kedelai saja. Peningkatan jumlah dan keragaman vegetasi akan lebih meningkatkan serapan unsur hara dari tanah sehingga residu atau sisa unsur hara yang terdapat di dalam tanah akan berkurang.

Tabel 3. Pengaruh pupuk hayati dan sistem tumpangsari jati dengan tanaman pangan terhadap populasi MPF (CFU g⁻¹)

Pupuk Hayati (ton ha ⁻¹)	Sistem tumpangsari jati dengan tanaman pangan			Rata-rata
	Jagung	Kedelai	Jagung dan Kedelai	
0	1,70	2,27	1,73	1,90 a
2	2,17	2,80	1,87	2,28 ab
4	1,90	1,73	1,77	1,80 a
6	2,17	2,83	2,63	2,54 b
Rata-rata	1,98 a	2,41 a	2,00 a	

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Populasi Mikrob Pelarut Fosfat

Tidak terdapat interaksi yang nyata antara dosis pupuk hayati dengan pola tanam tumpang sari terhadap populasi MPF. Namun perlakuan pupuk hayati meningkatkan populasi mikrob pelarut P meskipun sistem tumpang sari tidak mempengaruhi populasi MPF (Tabel 3).

Tabel 3 memperlihatkan bahwa populasi MPF cenderung meningkat setelah aplikasi pupuk hayati karena pupuk ini mampu memacu pertumbuhan MPF baik indigenus maupun yang ditambahkan melalui pupuk hayati. Pola tanam tumpang sari ternyata tidak mempengaruhi perubahan populasi MPF di Ultisols. Sejumlah faktor tanah akan mempengaruhi perubahan populasi mikrob tanah di antaranya yang paling utama adalah sifat kimia dan fisik tanah, sehingga perbedaan vegetasi atau pola tanam mungkin tidak secara langsung mempengaruhi populasi MPF pada Ultisols.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dirumuskan kesimpulan sebagai berikut :

1. Tidak terdapat interaksi antara pupuk hayati dengan pola tumpang sari jati terhadap aktivitas fosfatase, P tersedia dan populasi mikrob pelarut P.
2. Aplikasi pupuk hayati meningkatkan aktivitas fosfatase Ultisols dan mempengaruhi perubahan populasi mikrob pelarut P tetapi tidak mempengaruhi kandungan P tersedia Ultisols.
3. Aktivitas fosfatase tanah lebih tinggi pada sistem tumpang sari jati dengan jagung dan kedelai dibandingkan dengan tumpang sari jati dengan jagung atau kedelai saja. Pola tanam tumpang sari jati dengan tanaman pangan tidak mempengaruhi P tersedia Ultisols dan populasi mikrob pelarut P.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitriatin, BN., R. Hindersah dan M. Setiawati,. 2002. Pengaruh Aplikasi Cendawan Mikoriza Arbuskula pada berbagai Dosis dan Jenis Pupuk organik terhadap Komunitas Mikroba di Rhizosfir, Serapan P, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran.
- Dinesh, R., RP. Dubey, AN Ganeshamurthy, and P. Shyam. 2000. Organic manuring in rice-based cropping system: Effects on soil microbial biomass and selected enzyme activities. *Current Science*, Vol 79 , no 12.
- George., TS., PJ. Gregory, M. Wood, D. Read and RJ. Buresh. 2002. Phosphatase activity and organic acids in the rhizosphere of potential agroforestry species and maize. *Soil Biology and Biochemistry*, 34 : 1487-1494.
- Goenadi, DH., H. Hapsari, dan Siswanto 1999. Phosphate-solubilizing fungi isolated from tropical forest soils. *Menara Perkebunan*, 67 (1), 40 – 51.
- Harjowigeno.S. 1993. Ilmu Tanah. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, IPB. Bogor
- Havlin, JL., JD. Beaton., SL. Tisdale, and WL. Nelson. 1999. *Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management*. Prentice Hall, Jersey.
- Kartasubrata, J. 2003. Social forestry dan agroforestry di Asia. Lab. Politik Ekonomi dan Sosial Kehutanan Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Margesin, R. 1996. Acid and alkaline phosphomonoesterase activity with the substrate p-nitrophenyl phosphate. p. 213-217. *In: F. Schinner, R. Ohlinger, E. Kandeler, and R. Margesin (ed.). Methodes in Soil Biology*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Saparatka, B. 2002. Phosphatase activity of Eutric cambisols (upland, Sweeden) in relation to soil properties and farming systems. Original paper published in *Acta Agriculturae Bohemica*, 33 : 18-24
- Saparatka, B. 2003. Phosphatase activities (ACP, ALP) in Agroecosystem Soils. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. diss-epsilon.slu.se/archive/00000286/01/Agraria396_Docutech_Tryckfil (diakses 15 Desember 2005).
- Setiadi, Y. 2001. Peranan Mikoriza Arbuskula dalam Rehabilitasi Lahan Kritis di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Mikoriza. Asosiasi Mikoriza Indonesia Cabang Jawa Barat. Hal 1-12

- Sieverding, E. 1991. Vesicular-arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Technical Cooperation, Federal Republik of Germany.
- Steel, GRD., and JH. Torrie. 1981. Principles and procedure os statistics. Mc. Graw-Hill Int. Book Co., New York.
- Subba Rao.1982. Biofertilizer in Agriculture. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi, Bombay, Calcuta
- Sulaeman, Suparto, & Eviati. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Laboratorium Tanah Balai Penelitian Tanah. Bogor
- Whitelaw, MA. 2000. Growth Promotion of plants Inoculated with Phosphate solubilizing Fungi Adv. Agron. 69 : 99 –151.