

## Ketersediaan Fosfor asal Tanah dan Fosfat Alam Akibat Sumber Bahan Organik yang Berbeda

### *Availability of Phosphorous from Soil and Rock Phosphate as Affected by Application of Different Organic Matters*

Sugiyanto<sup>1)</sup> dan John Bako Baon<sup>2)</sup>

#### Ringkasan

Fosfor merupakan unsur hara penting dan sering bermasalah baik dalam ketersediaannya dalam tanah maupun penyediaannya, sehingga pemberian fosfat alam secara langsung ke tanah merupakan salah satu alternatif yang prospektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh berbagai macam bahan organik terhadap ketersediaan fosfat yang berasal dari tanah maupun fosfat alam. Penelitian disusun menurut rancangan perlakuan petak terpisah dan rancangan lingkungan acak kelompok lengkap. Sebagai petak utama adalah sumber P terdiri atas tanpa P, SP-36 dan fosfat alam dengan takaran 200 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per kg tanah kering angin. Sumber bahan organik sebagai anak petak terdiri atas tanpa bahan organik, pupuk kandang sapi dengan takaran 2,5 dan 5,0%; kompos kulit buah kakao dengan takaran 2,5 dan 5,0%; belotong dengan takaran 2,5 dan 5,0%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk dan bahan organik berpengaruh terhadap ketersediaan P tanah. Aplikasi pupuk kandang dan belotong dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah namun belum dapat meningkatkan kelarutan fosfat alam. Di lain pihak, aplikasi kompos kulit buah kakao tidak dapat meningkatkan ketersediaan P maupun kelarutan fosfat alam. Belotong menghasilkan kadar P tersedia dalam tanah tertinggi, sedangkan kompos kulit kakao terendah yang tidak berbeda dengan kontrol. Pemberian pupuk organik cenderung meningkatkan pH tanah, Ca tertukar, dan Fe tersedia. Perubahan Fe tersedia berkorelasi positif dengan perubahan P tersedia.

#### Summary

*Phosphorus (P) is an important nutrient and often has problem both in its availability in soil and in its supply, therefore direct application of rock phosphate is a prospective alternative. The objective of this research is to study the effect of varied organic matter source on the availability of phosphate derived from soil and rock phosphate. The experiment was laid experimentally in split-plot design and environmentally in randomized complete block design. The main plot was source of P consisted of, control, SP-36 and rock phosphate in dosage*

---

1) Teknisi (*Technician*); Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. P.B. Sudirman 90, Jember 68118, Indonesia.

2) Peneliti (*Researcher*); Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. P.B. Sudirman 90, Jember 68118, Indonesia.

*of 200 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per kg of air dry soil. Source of organic matter as sub-plot consisted of control (no organic matter), cow dung, cocoa pod husk compost and sugar cane filter cake, each in dosage of 2.5 and 5.0%. Result of this experiment showed that both P and organic matter application affected soil P availability. Application of cow dung and filter cake increased the soil P availability but did not increase the rock phosphate solubility. On the other hand, application of cocoa pod husk did not increase neither soil P availability nor rock phosphate solubility. Filter cake produced higher soil P availability, whereas cocoa pod husk compost produced the lowest which was similar to control (no organic matter). Application of organic matter tended to increase soil pH, exchangeable Ca and available Fe. Changes of available Fe positively correlated with available P.*

**Key words** : availability of phosphorus, rock phosphate, organic matter

## PENDAHULUAN

Pemenuhan kekurangan unsur fosfor (P) di dalam tanah umumnya dilakukan dengan pemupukan SP-36. Namun, dengan adanya pengurangan subsidi harga SP-36 oleh pemerintah maka pilihan berikutnya adalah penggunaan pupuk fosfat alam sebagai sumber pupuk P, karena harga pupuk fosfat alam ini jauh lebih murah dibandingkan dengan SP-36. Walaupun pemikiran mengenai penggunaan fosfat alam secara langsung tidak banyak ditentang oleh para ahli, namun dalam kenyataannya hasil studi yang dilaporkan menunjukkan adanya keragaman yang tinggi. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan fosfat alam secara langsung sebagai sumber pupuk P di tanah masam efektivitasnya dapat menyamai atau lebih baik daripada pupuk TSP konvensional (Hardjono, 1987, 1988a, dan 1988b; Hardjono & Warsito, 1992; Goenadi, 1994). Bagaimanapun juga, efektivitas penggunaan fosfat alam sebagai sumber pupuk P dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain reaktivitas fosfat alam dan sifat-sifat tanah (Hardjono, 1988a).

Pada tanah-tanah dengan pH netral, pemberian fosfat alam dirasakan masih kurang efektif. Hal ini disebabkan bahwa kandungan P tersedia dalam fosfat alam tergolong rendah walaupun kadar P totalnya mungkin tinggi. Oleh karena itu, perlu adanya upaya untuk meningkatkan ketersediaan P apabila fosfat alam digunakan sebagai pupuk P. Beberapa hasil penelitian yang dilakukan oleh Wibawa & Baon (1991), Baon (1994), serta Baon & Wibawa (1994), menunjukkan bahwa pemberian fosfat alam akan efektif apabila di dalam tanah mengandung jamur mikoriza. Upaya lain yang mungkin dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan kadar bahan organik tanah yang di dalamnya terkandung asam-asam organik seperti asam humat, asam fulvat, asam amino dan asam-asam yang lain yang diduga dapat membantu meningkatkan kelarutan fosfat alam sehingga unsur P yang dikandungnya tersedia bagi tanaman.

Pemberian bahan organik mutlak dilakukan mengingat kandungan bahan organik tanah akhir-akhir ini mengalami penurunan (Pujiyanto, 1996; Sugiyanto *et*

*al.*, 2005). Pemberian bahan organik dimaksudkan agar bahan organik dapat bereaksi dengan Al-P, Fe-P maupun Ca-P membentuk senyawa kompleks sehingga P yang terikat oleh Al, Fe maupun Ca dapat dilepaskan menjadi bentuk tersedia bagi tanaman.

Banyaknya jenis sumber bahan organik diduga akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kelarutan fosfat alam di dalam tanah. Bahan organik yang berasal dari kotoran ternak telah mengalami reaksi enzimatik di dalam sistem pencernakannya, kompos alam hanya memanfaatkan limbah tanaman secara langsung, dan kompos limbah industri dengan memanfaatkan limbah industri yang biasanya telah mengalami penambahan senyawa kimia, sebelum semuanya dikomposkan. Akibat proses awal yang berbeda ini maka sifat fisik, kimia, maupun biologi ketiga kompos di atas akan berbeda. Sehubungan dengan itu perlu dilakukan penelitian untuk membandingkan beberapa sumber bahan organik tersebut dalam proses pelarutan pupuk fosfat alam di dalam tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh berbagai macam bahan organik terhadap ketersediaan fosfat yang berasal dari tanah maupun pupuk fosfat alam karena cukup banyak tanah yang ketersediaan fosfornya rendah sehingga merupakan salah satu masalah yang penting.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca dan Laboratorium Analisis Tanah dan Air Pusat Penelitian Kopi dan Kakao In-

donesia, berlangsung pada bulan September sampai dengan November 2007. Sebagai media, digunakan tanah jenis Gleihumik rendah berasal dari KP. Kaliwining yang diketahui memiliki kandungan P tersedia (Bray I) rendah yakni kurang dari 32 ppm. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tekstur geluh lempungan (*clay loam*) dengan kandungan C 0,96 %; N 0,10 %;  $P_2O_5$  HCl 25 % 89 mg/100 g,  $P_2O_5$  Bray I 16 ppm,  $P_2O_5$  Olsen 37 ppm, kalium tertukar, natrium tertukar, kalsium tertukar, magnesium tertukar, dan kapasitas pertukaran kation masing-masing 0,90; 1,25; 16,75; 7,05; dan 27,61 cmol/kg, pH  $H_2O$  dan KCl 1 N masing-masing 6,8 dan 4,9 serta aluminium dapat ditukar 0 cmol/kg.

Penelitian disusun menggunakan rancangan perlakuan petak terpisah dan rancangan lingkungan acak kelompok lengkap (*Randomized Complete Block Design/RCBD*) dengan 3 ulangan. Sebagai petak utama digunakan sumber pupuk P yang terdiri atas tanpa dipupuk sebagai kontrol, pupuk pembanding SP-36, dan fosfat alam. Sebagai petak anak petak adalah sumber dan dosis bahan organik yang terdiri atas tanpa bahan organik sebagai kontrol, pupuk kandang sapi dengan dosis 2,5% dan 5%; kompos kulit kakao dengan dosis 2,5% dan 5%; serta belotong dengan dosis 2,5% dan 5% dari berat tanah kering angin. Dosis pupuk P yang ditambahkan masing-masing sebanyak 200 miligram  $P_2O_5$  untuk setiap kilogram tanah. Komposisi kimia pupuk fosfat alam yang digunakan dalam penelitian ini adalah  $P_2O_5$  total,  $P_2O_5$  larut asam sitrat 2%, dan  $P_2O_5$  larut air masing-masing sebesar 28,48%; 8,98% dan

2,89%; CaO 43,98%; MgO 0,14%; serta  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1,23 %. Komposisi kimia sumber bahan organik yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Tanah lolos ayakan 5 mm x 5 mm, sumber bahan organik, dan sumber pupuk P dicampur secara homogen sesuai perlakuan yang diuji. Percobaan inkubasi dilakukan selama 8 minggu. Selama inkubasi, kadar air dipertahankan pada kondisi kapasitas lapangan.

Pengambilan contoh tanah terusik untuk keperluan analisis tanah dilakukan dengan bor tanah berdiameter 1 cm dan kedalaman bor 10 cm. Pengamatan kadar P tersedia dilakukan setiap 1 minggu sekali. Contoh tanah yang telah kering angin dan lolos

ayakan 2 mm diekstrak dengan larutan  $\text{NaHCO}_3$  0,5 M pH 8,5 diukur absorbansinya dengan spektrofotometer.

Pengamatan juga dilakukan pada setiap kombinasi perlakuan untuk mengetahui kandungan Ca tertukar dengan perkolasi amonium asetat 1 N pH 7, Fe tersedia dengan ekstraksi amonium asetat pH 4,8; kemasaman tertukar dengan ekstraksi KCl 1 N, dan pH tanah dalam  $\text{H}_2\text{O}$  (1 : 2,5). Pengukuran Ca tertukar dan Fe tersedia dilakukan dengan alat *atomic absorption spectrophotometer*, kemasaman tertukar ditentukan dengan titrasi, dan pH tanah diukur dengan potensiometer.

Tabel 1. Komposisi kimia pupuk kandang, kompos kulit kakao, dan belotong yang digunakan dalam penelitian

Table 1. Chemical composition for cow dung, cocoa pod husk compost and sugar cane filter cake are used in this research

Komposisi kimia <i>Chemical composition</i>	Pupuk kandang <i>Cow dung</i>	Kompos kulit kakao <i>Cocoa pod husk compost</i>	Belotong <i>Sugar cane filter cake</i>
1. Karbon ( <i>Carbon</i> ), %	10.48	25.79	17.40
2. Nitrogen ( <i>Nitrogen</i> ), %	1.00	1.42	1.27
3. Nisbah C/N ( <i>C/N ratio</i> )	10	18	14
4. Fosfor ( <i>Phosphorus</i> ), %	0.59	0.26	1.63
5. Kalium ( <i>Potassium</i> ), %	2.55	2.97	1.11
6. Kalsium ( <i>Calcium</i> ), %	2.03	3.53	5.90
7. Magnesium ( <i>Magnesium</i> ), %	0.85	0.85	0.66
8. Sulfat ( <i>Sulphate</i> ), %	0.86	0.52	3.89
9. Tembaga ( <i>Copper</i> ), %	61	50	79
10. Seng ( <i>Zinc</i> ), %	149	187	189
11. Besi total ( <i>Total iron</i> ), %	0.47	0.47	0.59
12. Mangan ( <i>Manganese</i> ), %	0.07	0.04	0.12
13. pH ( <i>pH</i> )	7.8	8.1	7.7
14. Hidrogen dapat ditukar ( <i>Exchagable Hydrogen</i> ), cmol/kg	0.66	0.87	0.66
15. Aluminium dapat ditukar ( <i>Exchangable Aluminium</i> ), cmol/kg	0	0	0
16. Besi larut am. asetat pH 4,8 ( <i>Extractable Iron by ammonium asetat pH 4.8</i> ), ppm	7	7	12

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menduga kelarutan P di dalam tanah, digunakan pengekstrak natrium bikarbonat pH 8,5. Menurut Olsen & Sommers (1982) pengekstrak ini mampu melepaskan P yang terikat lemah oleh Ca dan Mg pada tanah yang bereaksi netral atau alkalin, sehingga P yang terekstrak oleh natrium bikarbonat digunakan sebagai indeks ketersediaan P bagi tanaman.

Dari hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian bahan organik secara tunggal berpengaruh sangat nyata terhadap ketersediaan fosfat dalam tanah.

Macam sumber bahan organik berpengaruh terhadap ketersediaan P dalam tanah (Tabel 2). Pemberian bahan organik yang bersumber dari pupuk kandang dan belotong nyata meningkatkan kandungan P tersedia dalam tanah, sedangkan yang bersumber dari kompos kulit kakao memberikan pengaruh yang sama dengan kontrol (tanpa pemberian bahan organik). Kandungan P tersedia tertinggi diperoleh pada perlakuan belotong 5% yang selanjutnya secara berturut-turut diikuti oleh perlakuan pupuk kandang 5% dan belotong 2,5%; serta pupuk kandang 2,5%. Perbedaan pengaruh setiap bahan organik terhadap ketersediaan P dalam tanah berhubungan erat dengan kandungan P dalam bahan organik itu sendiri. Kandungan P dalam bahan organik yang digunakan sebesar 0,59 %; 0,26 %; dan 1,63 % masing-masing untuk pupuk kandang, kompos kulit kakao, dan belotong. Belotong memiliki kandungan P paling tinggi sehingga penambahan P tersedia pada tanah juga

paling tinggi. Eghball & Power (1999) menyatakan bahwa bahan organik dapat mempengaruhi ketersediaan P dengan cara membebaskan P melalui mineralisasi. Dekomposisi bahan organik menghasilkan  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  (Stevenson, 1994), sehingga P tersedia dalam tanah meningkat.

Selain kandungan P dalam bahan organik, nisbah C/P bahan organik yang digunakan diduga ikut berperan terhadap perubahan ketersediaan P dalam tanah. Nisbah C/P bahan organik yang digunakan pada penelitian ini sebesar 18, 99, dan 11 masing-masing untuk pupuk kandang, kompos kulit kakao, dan belotong. Pengamatan ketersediaan P menunjukkan bahwa perlakuan belotong memberikan nilai yang paling tinggi, selanjutnya diikuti oleh pupuk kandang dan kompos kulit kakao. Semakin kecil nilai nisbah C/P pada suatu bahan organik maka ketersediaan P semakin tinggi. Baon *et al.* (2005) dalam penelitiannya terhadap kompos dengan bahan baku kulit kopi menyatakan bahwa kualitas kompos yang baik memiliki nilai nisbah C/P yang rendah.

Nisbah C/N bahan organik yang digunakan diduga juga menjadi penyebab rendahnya P tersedia pada perlakuan pemberian kompos kulit kakao. Nisbah C/N pada suatu kompos dapat digunakan sebagai dasar tingkat dekomposisi suatu bahan organik. Semakin rendah nilai nisbah C/N, maka proses dekomposisi bahan organik semakin sempurna. Diketahui bahwa kompos kulit kakao yang digunakan memiliki nisbah C/N yang tinggi dibanding ke dua jenis bahan organik yang lainnya.

Tabel 2. Kadar P tersedia dalam tanah akibat pemberian berbagai macam bahan organik.

Table 2. *P available soil content as affected by application of some organic matters*

Perlakuan bahan organik <i>Organic matters treatment</i>	Kadar P tersedia (ppm) pada minggu ke- ( <i>P available</i> )							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Tanpa bahan organik <i>No organic matter</i>	79 d	83 d	84 d	87 d	87 d	89 d	88 d	87 d
Pupuk kandang 2,5% <i>Cow dung in dosage 2.5%</i>	136 c	141 c	145 c	147 cd	141 c	157 c	162 c	164 c
Pupuk kandang 5% <i>Cow dung in dosage 5%</i>	222 b	224 b	225 b	228 ab	234 b	249 b	258 b	260 b
Kompos kulit kakao 2,5% <i>Cocoa pod husk compost in dosage 2.5%</i>	77 d	78 d	74 d	77 d	81 d	83 d	83 d	83 d
Kompos kulit kakao 5% <i>Cocoa pod husk compost in dosage 5%</i>	88 d	88 d	89 d	91 d	92 d	96 d	96 d	97 d
Belotong 2,5% <i>Sugar cane filter cake in dosage 2.5%</i>	193 b	198 b	196 b	222 bc	223 b	232 b	236 b	243 b
Belotong 5% <i>Sugar cane filter cake in dosage 5%</i>	291 a	298 a	291 a	301 a	312 a	316 a	330 a	360 a

Catatan (*Notes*): angka-angka dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji Tukey 5%. (*Figures in the same column followed by the same letter(s) are not significantly different to Tukey at 5% level*).

Agren (2004) berpendapat bahwa secara teoritis setiap mikroorganisme yang bersifat autotrop memiliki kandungan nisbah C/N/P tertentu dalam tubuhnya, sehingga apabila dalam suatu kompos nilai nisbah ketiganya relatif tinggi maka mereka akan memanfaatkan N atau P yang ada dalam media, sehingga terjadi imobilisasi. Akibatnya, fosfor akan tetap terikat kuat dan tidak tersedia bagi tanaman sebelum bahan organik tersebut mengalami proses dekomposisi (Sui & Thompson, 1999). Sebaliknya, jika nisbah tersebut sudah rendah maka mikroorganisme tersebut akan melepaskan N atau P.

Perubahan ketersediaan P dalam tanah akibat pemberian bahan organik tidak terlepas adanya perubahan sifat kimia tanah seperti pH, Ca tertukar, maupun Fe tersedia

dalam tanah akibat pemberian bahan organik itu sendiri. Bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah akan berpengaruh terhadap sifat-sifat kimia tanah. Hasil penelitian Irianto *et al.* (1993) menyimpulkan bahwa pemberian bahan organik dapat meningkatkan pH tanah. Santoso *et al.* (2003) menyatakan bahwa belotong dapat menaikkan nilai pH dan Ca tanah.

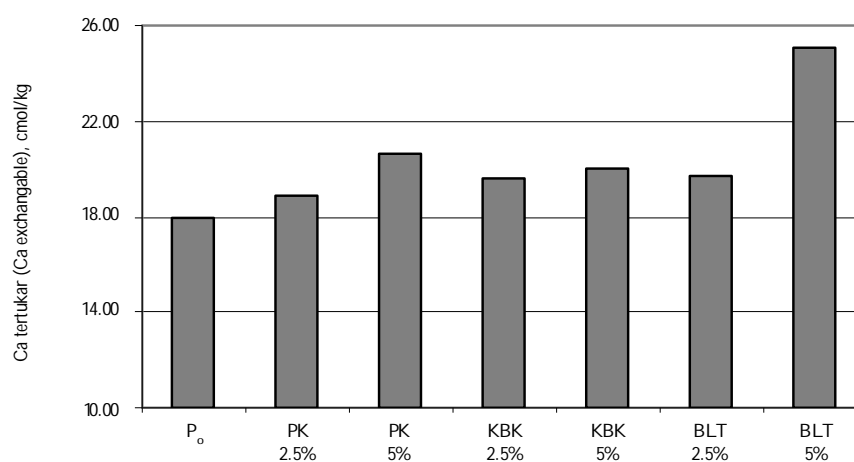
P dalam tanah secara maksimum tersedia pada pH 5,5 sampai 7,0 dan berkurang bila pH di atas atau di bawah kisaran tersebut. Konsentrasi fosfor tersedia dalam larutan tanah umumnya rendah bila dibandingkan dengan unsur-unsur lain. Pada tanah masam yang memiliki kandungan aluminium, besi, dan mangan tinggi sampai sangat tinggi, maka fosfor akan terikat oleh unsur-unsur tersebut dan akibatnya kandungan fosfor

tersedia berkurang/rendah. Pada tanah alkalin akan terbentuk senyawa Ca-fosfat yang sukar larut (Agbenin & Raji, 2001).

Pemberian bahan organik dapat meningkatkan pH tanah (Gambar 1). Kompos kulit kakao memberikan kenaikan pH yang lebih besar dibanding dengan kenaikan pH akibat pemberian pupuk kandang maupun belotong. Hubungan antara perubahan pH tanah dengan perubahan P tersedia dalam tanah mengikuti persamaan garis kuadratik dengan  $R^2$  sebesar 0,77 dan titik optimum terjadi pada perubahan pH antara 0,18 – 0,20 skala pH (Gambar 2). Hal ini berarti bahwa setiap penambahan bahan organik yang menyebabkan perubahan skala pH 0,18 – 0,20 skala dari pH tanah semula sebesar 6,8 maka akan meningkat-

kan ketersediaan P dalam tanah dan sebaliknya jika perubahan pH melebihi atau kurang dari skala pH tersebut maka ketersediaan P dalam tanah mengalami penurunan. Hal ini mengindikasikan bahwa ketersediaan P dalam tanah akan mengalami penurunan apabila pH tanah lebih dari 7.

Pemberian bahan organik juga dapat meningkatkan kandungan Ca tertukar (Gambar 3). Peningkatan kandungan Ca tertukar akibat pemberian tiga macam bahan organik berkisar pada 5 – 40%. Peningkatan Ca tertukar paling tinggi diperoleh dari perlakuan pemberian belotong dengan dosis 5%. Walaupun pada Gambar 4 terlihat bahwa hubungan antara perubahan Ca tertukar dengan perubahan tersedia dalam tanah akibat pemberian bahan organik



Catatan (Notes):

P<sub>o</sub> = tanpa bahan organik (Control);

PK = Pupuk kandang (Cow dung);

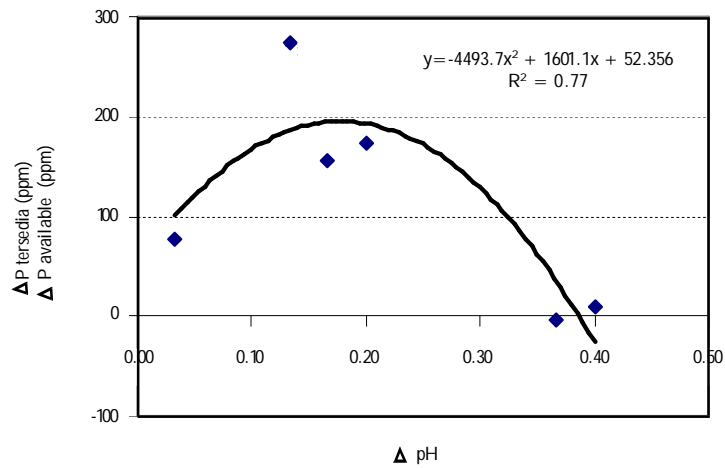
KBK = Kompos kulit kakao (Cocoa pod husk compost);

BLT = Belotong (Sugar cane filter press cake).

Gambar 1. Pengaruh pemberian beberapa bahan organik terhadap pH tanah.

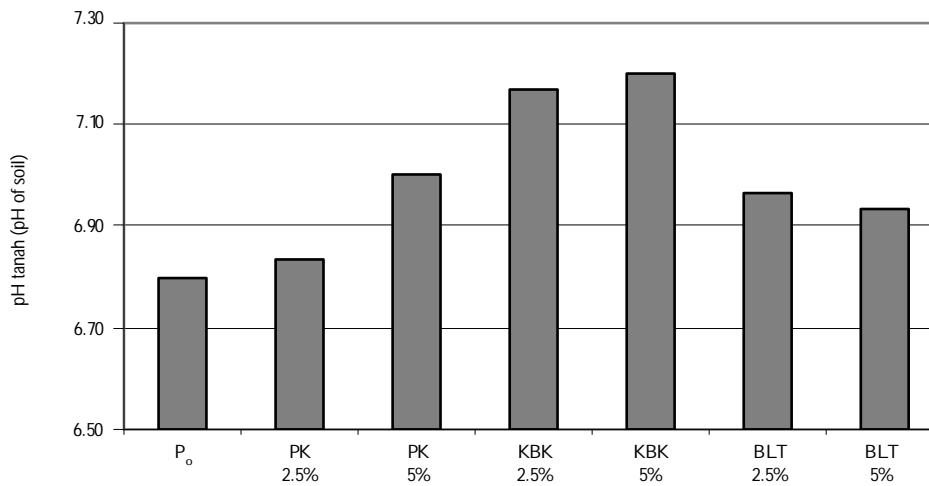
Figure 1. Effect from application of some organic matters on soil pH content.

Ketersediaan fosfor asal tanah dan fosfat alam akibat sumber bahan organik yang berbeda



Gambar 2. Hubungan antara perubahan pH tanah dengan perubahan ketersediaan P dalam tanah akibat pemberian beberapa bahan organik.

Figure 2. Relationship between changes of soil pH content and changes of available soil P content as affected by application of some organic matters.



Cacatan (Notes): Seperti Gambar 1 (Similar with Figure 1).

Gambar 3. Pengaruh pemberian beberapa bahan organik terhadap Ca tertukar tanah.

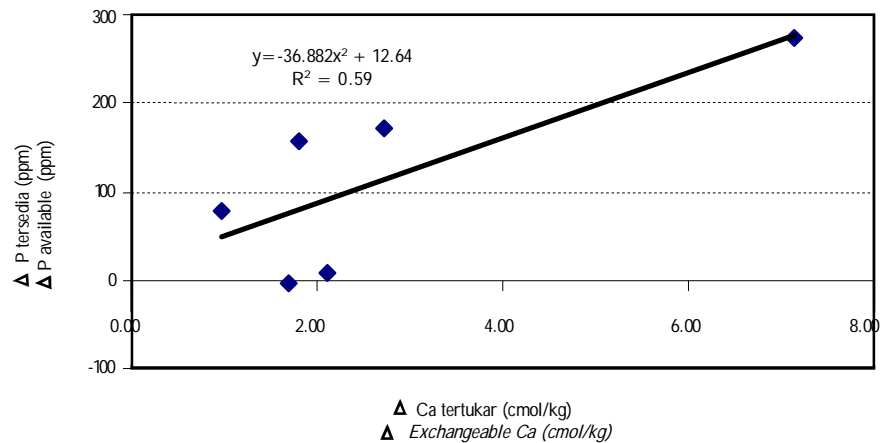
Figure 3. Application effect of some organic matters on exchangeable soil Ca content.



menunjukkan tidak ada korelasi ( $R^2 = 0,59$ ) namun hasil penelitian yang dikemukakan oleh Hilman *et al* (2006) terjadi hubungan yang positif antara kenaikan kadar P terekstrak dalam tanah dengan kandungan Ca tertukarnya.

Pemberian bahan organik juga dapat menyebabkan kandungan Fe dalam tanah meningkat (Gambar 5). Peningkatan kandungan Fe ini dapat disebabkan adanya perbaikan sifat-sifat tanah selain adanya tambahan Fe dari bahan organik yang digunakan. Gao & Chang (1996) serta Baon & Wibawa (2005) mengemukakan bahwa bahan organik dapat meningkatkan KPK tanah sehingga meningkatkan retensi unsur hara melalui peningkatan muatan di dalam

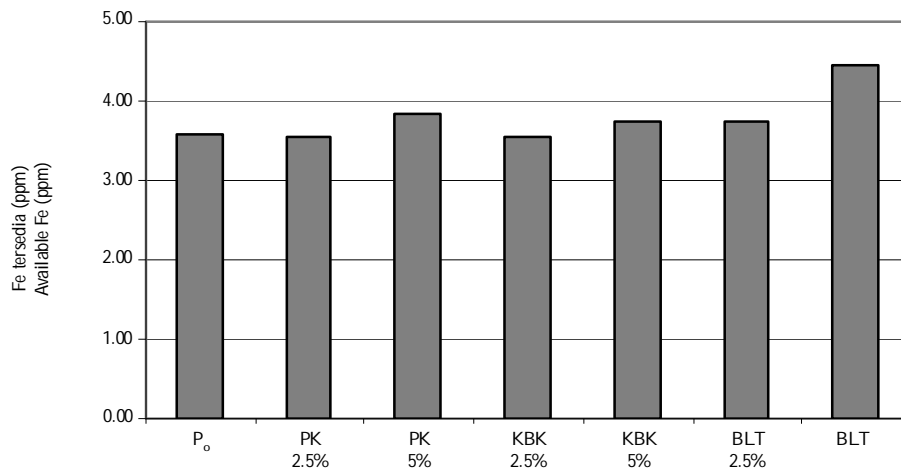
tanah sebagai akibat bertambahnya muatan negatif (Stevenson, 1994), walaupun Whalen *et al.* (2000) mendapatkan bahwa pupuk kotoran sapi tidak meningkatkan KPK apabila diamati dalam waktu yang pendek (selama 8 minggu). Lebih lanjut Stevenson (1994) menyatakan bahwa bahan organik akan membentuk senyawa kompleks yang stabil dengan  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  dan  $\text{Zn}^{2+}$  maupun kation polivalen lainnya akibatnya ketersediaan unsur-unsur tersebut meningkat. Kandungan Fe tertinggi terdapat pada perlakuan pemberian belotong 5%. Terdapat korelasi positif antara perubahan Fe tersedia dengan perubahan kandungan P tersedia dalam tanah (Gambar 6). Hal ini mengindikasikan bahwa setiap penambahan bahan organik yang menyebabkan terjadinya



Gambar 4. Hubungan perubahan Ca tertukar tanah dengan perubahan ketersediaan P dalam tanah akibat pemberian bahan organik.

Figure 4. Relationship between changes of exchangeable Ca and changes of available P soil content as affected by application of some organic matters.

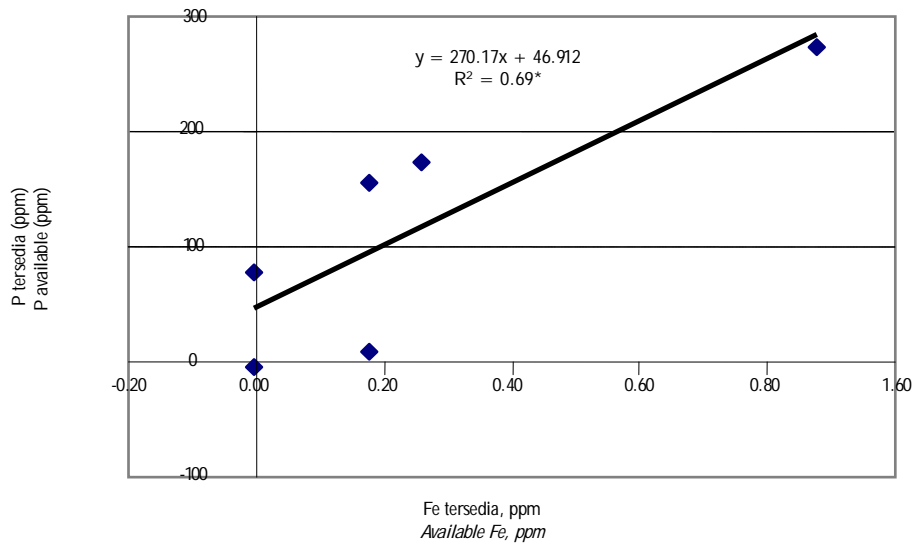
Ketersediaan fosfor asal tanah dan fosfat alam akibat sumber bahan organik yang berbeda



Cacatan (Notes): Seperti Gambar 1 (Similar with Figure 1).

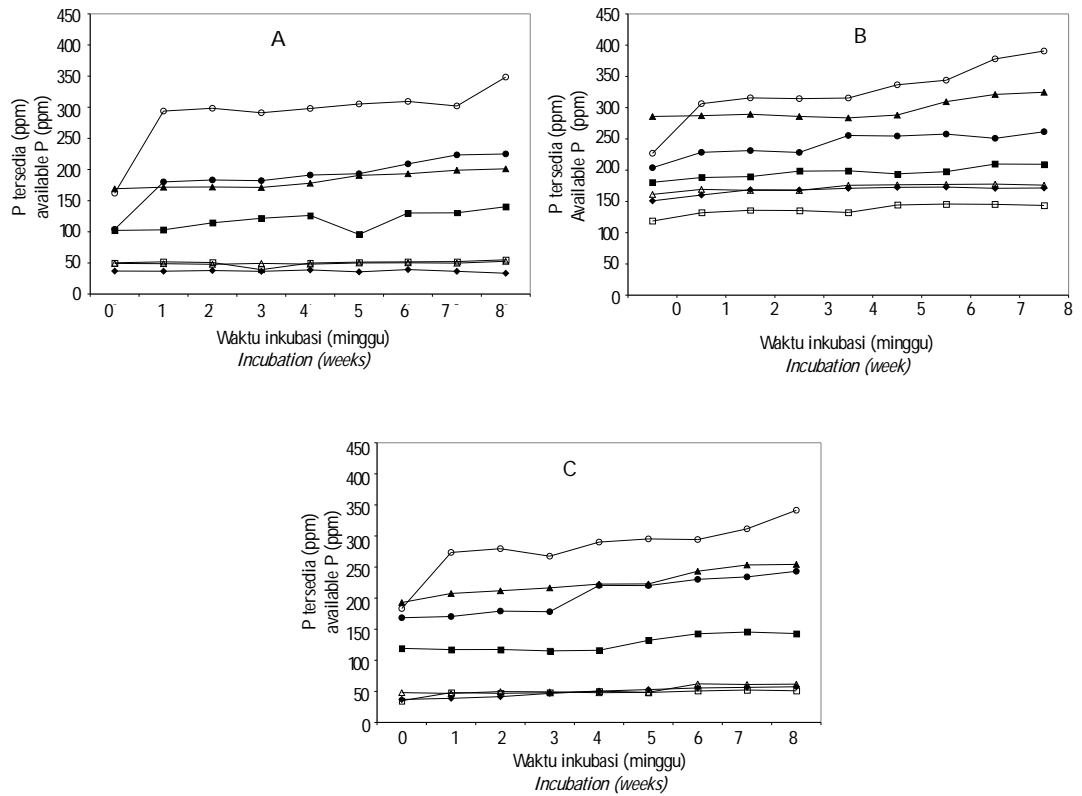
Gambar 5. Pengaruh pemberian beberapa bahan organik terhadap Fe tersedia dalam tanah.

Figure 5. Effect of application of some organic matters on available Fe soil content.



Gambar 6. Hubungan perubahan Fe tersedia dengan perubahan ketersediaan P dalam tanah akibat pemberian beberapa bahan organik.

Figure 6. Relationship between changes of available Fe and changes of available P soil content as affected by application of some organic matters.



Keterangan (Notes) :

- ◆ Tanpa bahan organik (No organic matter)
- Pupuk kandang 2,5 % (Cow dung in dosage 2.5 %)
- ▲ Pupuk kandang 5 % (Cow dung in dosage 5 %)
- Kompos kulit kakao 2,5 % (Cocoa pod husk compost in dosage 2.5 %)
- △ Kompos kulit kakao 5 % (Cocoa pod husk compost in dosage 5 %)
- Belotong 2,5 % (Sugar cane filter cake in dosage 2.5 %)
- Belotong 5 % (Sugar cane filter cake in dosage 5 %)

Gambar 7. Perkembangan P tersedia dalam tanah yang berasal dari tanpa pupuk P (A), dengan SP-36 (B) dan dengan fosfat alam (C) akibat pemberian berbagai macam bahan organik selama 8 minggu.

Figure 7. Development of available P soil content from no P fertilizer (A), with SP-36 (B), and with rock phosphate as affected by some organic matters during 8 weeks.

kenaikan Fe tersedia dalam tanah dapat menaikkan kadar P tersedia dalam media tersebut.

Hasil penelitian tidak menunjukkan adanya interaksi antara perlakuan sumber pupuk P dengan sumber bahan organik. Tidak adanya interaksi tersebut dapat memberikan gambaran bahwa pemberian bahan organik tidak dapat meningkatkan kelarutan fosfat alam di dalam tanah. Hal tersebut diduga bahwa bahan organik yang diberikan menyebabkan tanah menjadi alkalin sehingga asam-asam organik tidak dapat bekerja secara efektif dalam melarutkan fosfat dari fosfat alam.

Kecepatan kelarutan fosfat alam di dalam tanah, baik tanpa bahan organik maupun dengan pemberian bahan organik terlihat konstan sampai dengan 8 minggu (Gambar 7). Hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Hilman *et al.* (2006) pada tanah masam. Penelitian tersebut menggunakan pupuk fosfat alam yang berasal dari Indonesia, China, dan Tunisia. Secara umum, kenaikan kadar P tersedia dalam tanah akibat inkubasi fosfat alam terjadi secara cepat sampai dengan inkubasi selama 55 hari dan selebihnya kenaikannya berjalan lambat.

Pada Gambar 7 terlihat bahwa selisih kadar P tersedia di dalam tanah antara yang tidak diberi bahan organik maupun yang diberi bahan organik sangat dipengaruhi oleh ketersediaan P dalam bahan organik itu sendiri. Tampaknya kelarutan P dari bahan organik sangat mempengaruhi ketersediaan P dalam media dibanding kelarutan P dari pupuk anorganik khususnya fosfat alam.

## KESIMPULAN

Dari hasil-hasil penelitian, dapat disimpulkan :

1. Pemberian bahan organik berupa pupuk kandang dan belotong masing-masing dengan dosis 2,5%-5 % dari berat tanah dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah namun belum dapat meningkatkan kelarutan pupuk fosfat alam.
2. Pemberian bahan organik berupa kompos kulit kakao sampai dengan dosis 5% dari berat tanah tidak dapat meningkatkan ketersediaan P maupun kelarutan pupuk fosfat alam di dalam tanah.
3. Belotong menghasilkan kadar P tersedia dalam tanah tertinggi, sedangkan kompos kulit kakao terendah yang tidak berbeda dengan kontrol.
4. Pemberian pupuk organik cenderung meningkatkan pH tanah, Ca tertukar, dan Fe tersedia. Perubahan Fe tersedia berkorelasi positif dengan perubahan P tersedia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agbenin, J.O. & B.V. Raj (2001). Kinetics and energetics of phosphate released from tropical soils determined by mixed-ion exchange resin. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 65, 1108–1114.
- Agren, G.I. (2004). The C : N : P stoichiometry of autotrophs – theory and observations. *Ecology Letters*, 7, 185–191.
- Baon, J.B. (1994). Growth of mycorrhizal co-coa on red-yellow podzolic soil. *Pelita Perkebunan*, 9, 148–154.

- Baon, J.B. & A. Wibawa (1994). Mycorizhal dependency of three shade trees: *Gliricidia maculata* Hbr., *Moghania macrophylla* (Willd.) OK. and *Sesbania grandiflora* L. *Pelita Perkebunan*, 10, 1–6.
- Baon, J. B.; R. Sukasih & Nurkholis (2005). Laju dekomposisi dan kualitas kompos limbah padat kopi : pengaruh aktivator dan bahan baku kompos. *Pelita Perkebunan*, 21, 31–42
- Baon, J. B. & A. Wibawa (2005). Kandungan bahan organik dan lengas tanah serta produksi kopi pada budi daya ganda dengan tanaman sumber bahan organik. *Pelita Perkebunan*, 21, 43–54
- Eghball, B. & J.F. Power (1999). Phosphorus- and nitrogen based manure and compost applications: Corn production and soil phosphorus. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 63, 895–901.
- Gao, G. & C. Chang (1996). Changes in CEC and particle size distribution of soils associated with long term annual application of cattle feedlot manure. *Soil Science*, 161, 115–120.
- Goenadi, D.H. (1994). Pengaruh kadar lempung tanah dan ukuran butir fosfat alam Maroko terhadap pertumbuhan bibit kakao lindak. *Pelita Perkebunan*, 10, 14–0.
- Hardjono, A. (1987). Nilai agronomi fosfat alam untuk tanaman *Calopogonium caeruleum*. *Menara Perkebunan*, 55, 60–74.
- Hardjono, A. (1988a). Efektivitas pupuk fosfat alam untuk tanaman kakao pada tanah masam. *Menara Perkebunan*, 56, 38–43.
- Hardjono, A. (1988b). Tanggap semai kelapa sawit terhadap fosfat alam. *Menara Perkebunan*, 56, 106–109.
- Hardjono, A. & T. Warsito (1992). Pengaruh kehalusan butir fosfat alam terhadap keefektifannya untuk bibit kakao pada tanah masam. *Menara Perkebunan*, 60, 129–133.
- Hilman, Y.; M.H. Musa; A.A. Rahim; A. Hashim & J.S. Adiningsih (2006). Characteristics of phosphate rock materials from China, Indonesia and Tunisia and their dissolution in Indonesian acid soils. *Indonesian Journal of Agri. Sci.*, 7, 45–50.
- Irianto, G.; A. Abdurrachman & I. Juarsah (1993). Rehabilitasi tanah Tropudults tererosi dengan sistem pertanaman lorong menggunakan tanaman pagar *Flemingia congesta* L. *Pemberitaan Penelitian Tanah Pupuk*, 11, 13–8.
- Olsen, S.R. & L.E. Sommers (1982). Phosphorus. p. 403–430. *In*: A.L. Page, R.H. Miller & D.R. Keeney (Eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical and Microbiology Properties*. 2<sup>nd</sup>. American Soc. Of Agronomy, *Soil Sci. Soc. Of America*, Medison, Wisconsin.
- Pujiyanto (1996). Status bahan organik tanah pada perkebunan kopi dan kakao di Jawa Timur. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 12, 115–119.
- Stevenson, F.J. (1994). *Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reaction*. 2<sup>nd</sup> ed. John Wiley and Sons. New York.
- Sugiyanto, Sugiyono & A. Wibawa (2005). Status hara tanah di perkebunan kopi dan kakao di Jawa Timur (Periode 2000–2005). *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 21, 120–124.
- Sui, Y. & M.L. Thompson (1999). Fractionation of phosphorus in a Mollisol amended with biosoils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 63, 1174–1180.

Whalen, J.K.; C. Chang; G.W. Clayton & J.P. Carefoot (2000). Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 64, 962–966.

Wibawa, A. & J.B. Baon (1991). Pengaruh mikoriza ber-VA terhadap efisiensi pemupukan fosfat alam pada kakao lindak. *Prosiding Konperensi Nasional Kakao III, Medan, 7-9 Maret 1991*, 141-149.

\*\*\*\*\*