

## PERBAIKAN KETERSEDIAAN FOSFOR DALAM TANAH PERKEBUNAN KELAPA SAWIT MELALUI APLIKASI BAHAN PEMBENAH TANAH

*E. S. Sutarta, S. Rahutomo dan Winarna*

### ABSTRAK

Penelitian peningkatan ketersediaan P melalui aplikasi bahan pembenah tanah, telah dilakukan di laboratorium dengan metode inkubasi. Jenis tanah yang digunakan pada percobaan adalah Typic Paleudults dengan bahan pembenah berupa tandan kosong kelapa sawit (TKS), limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS), dan dolomit. Sumber P yang digunakan adalah rock phosphate (RP) dan SP-36. Rancangan yang digunakan adalah acak lengkap dengan 2 faktor yaitu aplikasi pupuk P - bahan pembenah tanah (6 level) dan waktu inkubasi (5 level) dengan ulangan 3 kali. Berdasarkan hasil diperoleh bahwa peningkatan ketersediaan P dalam tanah yang tertinggi diperoleh pada perlakuan aplikasi pupuk SP-36 dibanding perlakuan yang lainnya. Hal tersebut utamanya berkaitan dengan karakteristik pupuk SP-36 yang cepat tersedia. Sementara aplikasi pupuk RP umumnya memberikan peningkatan P dalam tanah yang lebih rendah dibandingkan pupuk SP-36. Namun demikian, aplikasi RP memberi keuntungan terhadap peningkatan pH tanah yang lebih baik dibandingkan dengan pupuk SP-36. Aplikasi pupuk SP-36 dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah secara cepat dalam jumlah yang cukup banyak untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Ketersediaan P dalam tanah melalui aplikasi pupuk RP dapat ditingkatkan dengan aplikasi bahan pembenah tanah seperti dolomit, TKS, dan LCPKS. Aplikasi TKS bersamaan aplikasi pupuk RP secara nyata meningkatkan P-tersedia dalam tanah hingga 150% setelah 15 minggu masa inkubasi dibandingkan perlakuan aplikasi RP secara mandiri, dan secara umum lebih baik dibandingkan aplikasi bahan pembenah tanah lainnya..

Kata kunci : ketersediaan, kelapa sawit, bahan pembenah tanah

### ABSTRACT

Research on the improvement of soil phosphorus availability has been conducted by using incubation method. This experiment used Typic Paleudult as medium; empty fruit bunch (EFB), palm oil mill effluent (POME), and dolomite as soil amendments; rock phosphate (RP) and SP 36 as phosphorus sources. Experimental design used for this research was completely randomized design (CRD) with 2 factors, namely: combination of phosphorus fertilizer - soil amendments (6 levels) and incubation period (5 levels) with 3 replications. The application of SP-36 resulted to the highest increment on soil phosphorus availability compared to the other treatments. Although RP application in general resulted to lower soil phosphorus availability than the application of SP-36 application, the application of RP showed the advantage in

*increasing soil pH higher than that of SP-36 application. The application of SP-36 increased soil phosphorus availability immediately in enough amounts to support plant growth. Soil phosphorus availability due to RP application can be increased by the application of soil amendment such as EFB, POME and dolomite. Combination of EFB and RP significantly increased soil phosphorus availability up to 150% during 15 weeks of incubation period compared to the application of RP without EFB, and in general EFB showed better increment on soil phosphorus availability compared to the other soil amendments.*

Keywords: *availability, oil palm, soil amendment*

## PENDAHULUAN

Lebih kurang 60% lahan perkebunan kelapa sawit di Indonesia merupakan tanah masam. Tanah masam tersebut terdiri dari tanah-tanah tersier yang sebagian besar didominasi tanah berliat aktivitas rendah/LAR (*low activity clay/LAC*), tanah tersebut terbentuk dari batuan masam. Strategi pengelolaan lahan pada tanah masam perlu mempertimbangkan sifat tanah setempat (*site specific*). Pada tanah masam yang didominasi LAR, kapasitas tukar kation (KTK) sangat rendah sehingga kemampuan tanah menyerap unsur hara juga rendah. Salah satu aspek pengelolaan lahan yang sangat dipengaruhi oleh KTK tanah adalah pemupukan. Pada tanaman kelapa sawit, pemupukan N, P, K, dan Mg telah dilakukan secara rutin. Biaya pemupukan pada perkebunan kelapa sawit cukup tinggi yakni mencapai 60% dari biaya pemeliharaan. Biaya tersebut semakin tinggi dengan adanya peningkatan harga pupuk (5). Pentingnya pemupukan pada tanaman kelapa sawit dapat dilihat dari banyaknya unsur hara yang terangkut pada saat panen. Pada tingkat produksi 25 ton TBS/ha/tahun unsur hara yang terangkut bersama TBS sebesar

73,2 kg N, 11,6 kg P, 93,4 kg K, 20,8 kg Mg dan 19,5 kg Ca (6).

Bervariasinya kesuburan dari berbagai jenis tanah tersebut memerlukan aplikasi pemupukan yang berbeda. Kee, Goh, Chew dan Tey (4) menyatakan bahwa kebutuhan pupuk optimum sebaiknya bersifat spesifik lokasi (*site specific*), yaitu dengan mempertimbangkan kebutuhan hara tanaman kelapa sawit dalam kaitannya dengan kondisi tanah dan iklim. Dengan adanya dosis yang optimum maka pemupukan dapat dilakukan secara lebih efisien sehingga pemborosan dalam kegiatan pemupukan dapat dihindari. Selain itu kurva respon yang diperoleh dari percobaan ini merupakan dasar yang sangat berguna dalam menentukan dosis pupuk pada lokasi lainnya.

Fosfor merupakan salah satu unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman karena peranan P pada sebagian proses metabolisme tanaman, meliputi proses fotosintesis serta sebagai penyusun asam nukleat, koenzim, fosfolipid, dan fosfoprotein. Thomas (7) mengemukakan tiga fungsi utama P, yaitu merangsang pertumbuhan awal, memperkuat batang dan penyebaran akar, serta mendorong kemasakan dan mutu buah.

Secara umum terdapat tiga masalah utama menyangkut unsur P, yaitu rendahnya kadar P di tanah, rendahnya tingkat ketersediaan P di tanah, dan tingginya jerapan P yang ditambahkan ke tanah (2). Meningkatkan ketersediaan P tanah dan mengurangi fiksasi P dari pupuk merupakan tantangan terhadap para ahli tanah.

Pupuk P umumnya diberikan dalam bentuk *rock phosphate*, TSP, maupun SP-36. Jumlah pupuk yang diberikan per tahun pada tanaman di lapangan mencapai sekitar 1 – 2,5 kg SP-36 per phn/thn. Namun demikian efisiensi pemupukan P sangat rendah karena sebagian besar pupuk tersebut akan dijerap oleh tanah. Ketersediaan P sangat tergantung pada pH tanah dan ketersediaan unsur-unsur pengikat P. Aplikasi bahan pembenah tanah seperti bahan organik dan kapur diperkirakan mampu meningkatkan ketersediaan P dalam tanah.

Aplikasi bahan organik meningkatkan ketersediaan P melalui pengikatan Al dan Fe oleh asam-asam organik yang dihasilkan selama perombakan bahan organik. Kemampuan asam organik dalam mengurangi jerapan P adalah: asam trikarboksilat > dikarboksilat > monokarboksilat (1). Namun demikian pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan P bergantung pada sifat tanahnya. Sebagai contoh, tanah-tanah yang mempunyai muatan berubah-ubah (*variable charge*) yang tinggi mempunyai kemampuan untuk meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) dan melepaskan P dengan adanya aplikasi bahan organik. Selain pH tanah dan aplikasi bahan organik, ketersediaan P juga dipengaruhi oleh

kecepatan mineralisasi P organik. Mineralisasi P meningkat sejalan dengan meningkatnya pH tanah atau penurunan rasio C/P bahan organik (8,9). Namun demikian proses imobilisasi/mineralisasi ini kecil peranannya dalam menentukan ketersediaan P jika dibandingkan proses penyerapan P. Melalui penelitian ini akan diketahui ketersediaan P pada berbagai jenis tanah akibat aplikasi bahan pembenah tanah dan mengkaji bahan pembenah tanah yang mampu meningkatkan ketersediaan P dalam tanah.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian peningkatan ketersediaan P melalui aplikasi bahan pembenah tanah dilakukan di laboratorium Pusat Penelitian Kelapa Sawit dengan metode inkubasi. Jenis tanah yang digunakan pada percobaan adalah *Typic Paleudult*, sedangkan bahan pembenah tanah yang digunakan adalah tandan kosong kelapa sawit (TKS), limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS), dan dolomit. Terdapat dua sumber P yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *rock phosphate* (RP) dan SP-36. Sifat kimia tanah *Typic Paleudult* yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Rancangan yang digunakan adalah acak lengkap dengan 2 faktor yaitu aplikasi pupuk P - bahan pembenah tanah (6 level) dan waktu inkubasi (5 level) dengan ulangan 3 kali. Perlakuan pupuk P - bahan pembenah tanah meliputi perlakuan: 1) tanpa pupuk P dan bahan pembenah tanah, 2) aplikasi SP-36, 3) aplikasi RP, 4) aplikasi RP+dolomit

Tabel 1. Sifat kimia tanah *Typic Paleudult* sebelum perlakuan

Jenis Tanah	pH (H <sub>2</sub> O)	C (%)	N (%)	P-tersedia (ppm)	K-dd	Na-dd	Ca-dd	Mg-dd	KTK
<i>Typic Paleudults</i>	4,7	0,47	0,05	5	0,07	0,04	0,10	0,05	9,04

5) aplikasi RP+TKS, dan 6) aplikasi RP+LCPKS. Takaran SP-36 adalah 0,40 g/kg tanah, RP 0,55 g/kg tanah, dolomit 0,55 g/kg tanah, TKS 15 g/kg tanah, dan LCPKS 60 ml/kg tanah/bulan. Waktu inkubasi dalam penelitian ini adalah selama 3, 6, 9, 12, dan 15 minggu, dan selama waktu tersebut kadar air tanah setiap perlakuan dijaga tetap dalam kondisi kapasitas lapang. Berat tanah yang digunakan untuk keperluan inkubasi adalah sebanyak 1 kg/pot. Beberapa spesifikasi pupuk maupun bahan pembenah tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah: a) SP-36 mengandung 36% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total dan 34% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> larut dalam asam sitrat, b) RP mengandung 28% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total, 8% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> larut dalam asam sitrat dan CaO serta MgO minimal 40%, c) dolomit mengandung 18% MgO dan 40% CaO, d) TKS mengandung 42,8% C, 2,90 K<sub>2</sub>O, 0,80% N, 0,22% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,30% MgO, 10 ppm B, 23 ppm Cu dan 51 ppm Zn, e) LCPKS pada BOD 3.500–5000 mg/l mengandung 675 ppm N, 90–110 ppm P, 1.000–1.850 ppm K dan 250–320 ppm Mg.

Peubah yang diamati pada setiap waktu inkubasi pada penelitian ini meliputi pH tanah, Al dapat ditukar (Al-dd), Ca dapat ditukar (Ca-dd), Mg dapat ditukar (Mg-dd), dan P tersedia.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. HASIL PENGAMATAN

#### a. pH tanah

pH tanah pada perlakuan aplikasi SP-36 dan RP tidak menunjukkan adanya perubahan yang nyata dibandingkan kontrol hingga 15 MMI (minggu masa inkubasi), sedangkan aplikasi RP ditambah TKS dan dolomit menunjukkan adanya kenaikan pH yang nyata dibandingkan dengan kontrol maupun dengan perlakuan lainnya sampai dengan 12 MMI. Setelah 15 MMI umumnya aplikasi pupuk P maupun bahan pembenah tanah tidak nyata menaikkan pH dibandingkan dengan kontrol, kecuali perlakuan RP ditambah TKS. Namun demikian, aplikasi dolomit, TKS, dan LCPKS bersamaan dengan pupuk RP secara umum meningkatkan pH tanah setelah 15 MMI dibandingkan kontrol, sedangkan perlakuan SP-36 justru menurunkan pH tanah secara tidak nyata. Sementara perlakuan aplikasi TKS bersamaan dengan pupuk RP memberikan peningkatan pH tanah yang paling tinggi dibandingkan perlakuan yang lain setelah 15 MMI yaitu pH tanah mencapai 6,07 (Tabel 2).

Tabel 2. Perubahan pH tanah pada aplikasi pupuk P dan bahan pembenah tanah

Perlakuan	pH tanah minggu ke				
	3	6	9	12	15
Kontrol	4.95 c	5.12 c	5.09 d	5.23 cd	5.23 bc
SP-36	4.93 c	5.15 c	5.05 d	5.07 d	4.73 c
RP	5.04 c	5.22 c	5.24 c	5.20 cd	5.20 bc
RP+Dolomit	5.56 b	5.71 b	5.76 b	5.70 b	5.67 ab
RP+TKS	6.20 a	6.26 a	6.86 a	6.57 a	6.07 a
RP+LCPKS	4.99 c	5.22 c	5.12 d	5.33 c	5.33 abc
CV	1.80	2.45	1.02	2.17	8.03
LSD	0.17	0.24	0.10	5.12	0.78

Tabel 3. Perubahan Al-dd dalam tanah pada aplikasi pupuk P dan bahan pembenah tanah

Perlakuan	Kadar Al (me/100 g) minggu ke-				
	3	6	9	12	15
Kontrol	0,360 a	0,447 a	0,493 a	0,417 a	0,367 a
SP-36	0,283 bc	0,410 a	0,413 ab	0,380 a	0,367 a
RP	0,220 c	0,340 b	0,367 bc	0,377 a	0,363 a
RP + Dolomit	0,007 d	0,023 c	0,133 d	0,117 c	0,097 c
RP+TKS	0,000 d	0,000 c	0,023 e	0,017 d	0,013 c
RP+LCPKS	0,320 ab	0,307 b	0,320 c	0,270 b	0,243 b
CV	19,872	12,149	16,383	14,250	23,481
LSD	0,072	0,056	0,087	0,068	0,103

#### b. Al dapat ditukar (Al-dd)

Perlakuan aplikasi pupuk SP-36 dan RP belum efektif menurunkan Al-dd hingga 15 MMI dibanding kontrol. Aplikasi bahan pembenah tanah berupa dolomit, TKS, dan LCPKS bersamaan dengan pupuk RP nyata menurunkan Al-dd dalam tanah hingga 15 MMI dibandingkan perlakuan kontrol. Aplikasi dolomit, TKS, dan LCPKS bersamaan pupuk RP dapat menekan Al-dd setelah 15 MMI berturut-turut sebesar 73%, 96%

dan 34% dibandingkan perlakuan pemberian RP secara mandiri (Tabel 3). Aplikasi bahan pembenah tanah berupa TKS bersamaan dengan pupuk RP dalam tanah dapat menekan Al-dd paling tinggi di banding perlakuan yang lainnya yaitu hingga 96% dibandingkan dengan kontrol.

#### c. Kadar Mg dapat ditukar (Mg-dd)

Pemberian bahan pembenah tanah berupa dolomit, TKS, dan LCPKS bersamaan

dengan pupuk RP secara nyata mampu meningkatkan kadar Mg-dd dalam tanah dibandingkan dengan kontrol, sedangkan aplikasi RP dan SP-36 saja tidak mampu meningkatkan kadar Mg-dd dibandingkan dengan kontrol hingga 15 MMI (Tabel 4). Pada 15 MMI, aplikasi dolomit dan LCPKS bersamaan dengan pupuk RP nyata meningkatkan kadar Mg-dd dalam tanah. Sementara aplikasi TKS memberikan pengaruh terhadap peningkatan kadar Mg-dd yang paling

tinggi dan nyata dibandingkan dengan perlakuan yang lain mulai 9 MMI hingga 15 MMI.

#### d. Kadar Ca dapat ditukar (Ca-dd)

Aplikasi bahan pembenah tanah berupa dolomit, TKS, dan LCPKS bersamaan dengan pupuk RP secara umum mampu meningkatkan kadar Ca-dd dalam tanah dibandingkan dengan kontrol (Tabel 5). Aplikasi RP secara mandiri tidak

Tabel 4. Perubahan Mg-dd dalam tanah pada aplikasi pupuk P dan bahan pembenah tanah

Perlakuan	Kadar Mg-dd (me/100 g) minggu ke-				
	3	6	9	12	15
Kontrol	1.10 bc	0.70 b	1.51 b	1.73 d	1.23 d
SP-36	1.23 b	0.81 b	1.52 b	2.07 b	1.15 d
RP	1.09 bc	0.71 b	1.48 b	1.88 cd	1.18 d
RP + Dolomit	1.62 a	1.38 a	1.77 b	2.02 bc	1.76 b
RP+TKS	1.78 a	1.57 a	3.18 a	2.78 a	3.51 a
RP+LCPKS	1.01 c	0.82 b	1.59 b	1.90 bcd	1.40 c
<i>CV</i>	8.76	25.07	14.70	4.73	4.11
<i>LSD</i>	0.21	0.45	0.49	0.18	0.13

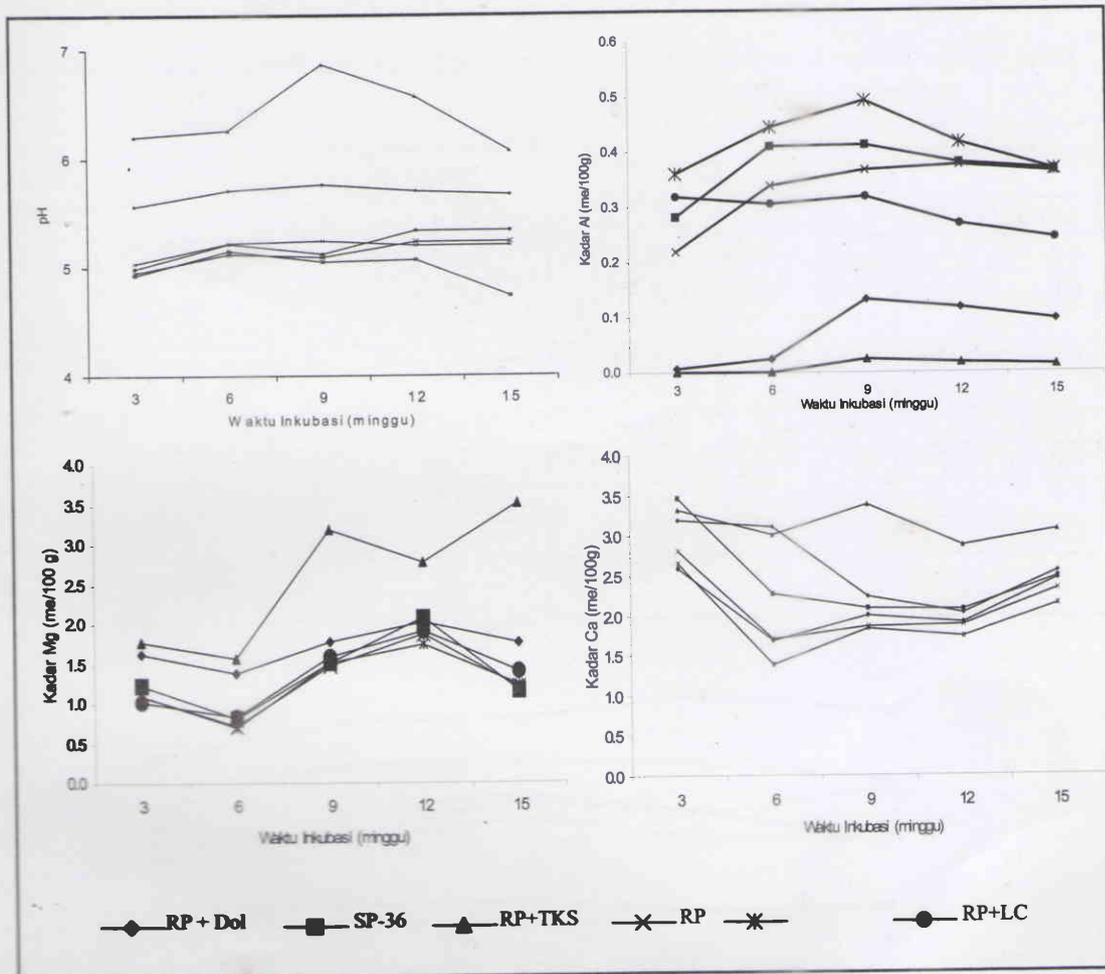
Tabel 5. Perubahan Ca-dd dalam tanah pada aplikasi pupuk P dan bahan pembenah tanah

Perlakuan	Kadar Ca-dd (me/100 g) minggu ke-				
	3	6	9	12	15
Kontrol	2.65 cd	1.38 b	1.83 d	1.73 d	2,13 d
SP-36	3.47 a	2.27 ab	2.09 cb	2.07 b	2,47 bc
RP	2.81 bcd	1.71 ab	1.86 d	1.88 cd	2,32 cd
RP + Dolomit	3.20 abc	3.11 a	2.23 b	2.02 bc	2,55 b
RP+TKS	3.33 ab	3.01 a	3.39 a	2.87 a	3,06 a
RP+LCPKS	2.59 d	1.69 ab	2.00 cd	1.90 bc	2,45 bc
<i>CV</i>	10.51	36.16	5.28	4.44	4,80
<i>LSD</i>	0.57	1.44	0.21	0.17	0.22

Perbaikan ketersediaan P tanah perkebunan kelapa sawit melalui aplikasi bahan pembenah tanah

nyata meningkatkan kadar Ca-dd dalam tanah dibandingkan dengan kontrol hingga 15 MMI. Sementara aplikasi SP-36 nyata meningkatkan Ca-dd dalam tanah mulai 9 MMI hingga 15 MMI

dibandingkan dengan kontrol. Aplikasi TKS memberikan pengaruh terhadap peningkatan kadar Ca-dd yang paling tinggi dan nyata dibandingkan dengan perlakuan yang lain hingga 15 MMI.



Gambar 1. Grafik perubahan beberapa sifat kimia tanah pada perlakuan aplikasi pupuk P dan bahan pembenah tanah

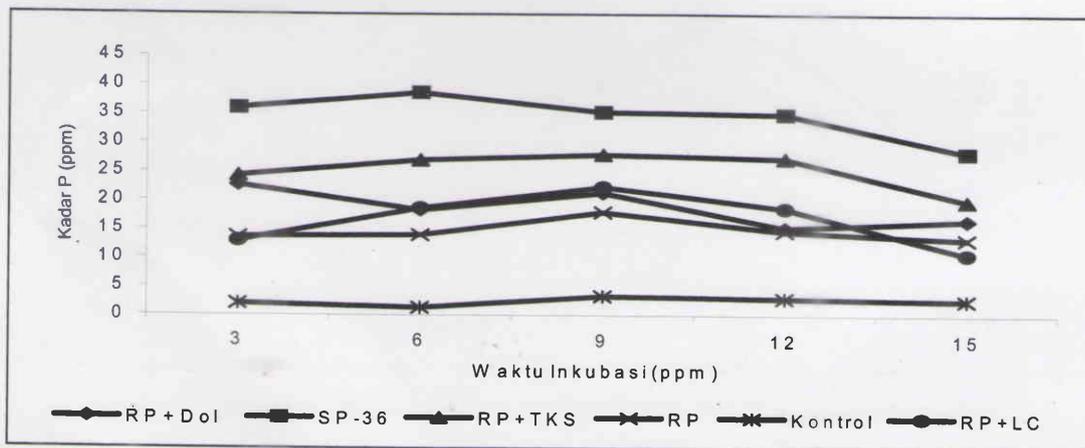
**e. Peningkatan ketersediaan P dalam tanah**

Aplikasi pupuk RP bersamaan dengan bahan pembenah tanah berupa dolomit, TKS, dan LCPKS secara umum meningkatkan kadar P-tersedia dalam tanah secara nyata dibandingkan dengan kontrol (Tabel 6 dan Gambar 2).

Pemberian pupuk SP-36 sebagai pupuk yang cepat tersedia ke dalam tanah meningkatkan P-tersedia dalam tanah yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya hingga 15 MMI. Pemberian pupuk RP bersamaan bahan pembenah tanah, terutama TKS, dapat

Tabel 6. Perubahan ketersediaan P dalam tanah pada aplikasi pupuk P dan bahan pembenah tanah

Perlakuan	Kadar P (ppm) minggu ke-				
	3	6	9	12	15
Kontrol	2,00 d	1,33 d	3,33 c	3,00 d	2,67 e
SP-36	36,00 a	38,67 a	35,33 a	35,00 a	28,33 a
RP	13,67 c	14,00 c	18,00 b	14,67 c	13,33 cd
RP + Dolomit	22,67 b	18,33 c	21,33 b	15,33 c	16,67 bc
RP+TKS	24,33 b	27,00 b	28,00 ab	27,33 b	20,00 b
RP+LCPKS	13,00 c	18,67 c	22,33 b	18,67 c	10,67 d
CV	18,76	16,84	26,28	14,85	17,79
LSD	6,35	6,02	10,23	5,13	4,94



Gambar 2. Perubahan ketersediaan P pada aplikasi pupuk P dan bahan pembenah tanah

meningkatkan ketersediaan P dalam tanah dengan lebih baik dibandingkan pemberian pupuk RP tersebut secara mandiri. Aplikasi TKS bersamaan dengan pupuk RP nyata meningkatkan P-tersedia dalam tanah dibandingkan perlakuan pupuk RP secara mandiri, dengan peningkatan hingga 150% setelah 15 MMI. Sementara aplikasi bahan pembenah lainnya berupa dolomit dan LCPKS bersamaan dengan aplikasi RP setelah 15 MMI secara umum juga meningkatkan ketersediaan P dalam tanah dibandingkan aplikasi RP secara mandiri, walaupun tidak berbeda nyata.

## 2. PEMBAHASAN

Peningkatan ketersediaan P dalam tanah yang tertinggi diperoleh pada perlakuan aplikasi pupuk SP-36 dibanding perlakuan yang lainnya. Hal tersebut utamanya berkaitan dengan karakteristik pupuk SP-36 yang cepat tersedia. Sementara aplikasi pupuk RP umumnya memberikan peningkatan P dalam tanah yang lebih rendah dibandingkan pupuk SP-36, hal ini karena sifat pupuk RP yang lambat tersedia dalam tanah. Namun demikian, aplikasi RP memberi keuntungan terhadap peningkatan pH tanah yang lebih baik dibandingkan dengan pupuk SP-36.

Ketersediaan P dalam tanah melalui aplikasi pupuk RP dapat ditingkatkan dengan aplikasi bahan pembenah tanah seperti dolomit, TKS, dan LCPKS. Aplikasi TKS bersamaan aplikasi pupuk RP secara nyata meningkatkan P-tersedia dalam tanah hingga 150% setelah 15 MMI dibandingkan perlakuan aplikasi

RP secara mandiri, dan secara umum lebih baik dibandingkan aplikasi dolomit maupun LCPKS.

Aplikasi bahan pembenah tanah berupa bahan organik, khususnya TKS pada penelitian ini mampu menekan Al-dd melalui pengikatan Al oleh asam organik yang dihasilkan selama perombakan TKS. Akibatnya terjadi peningkatan pH tanah secara nyata dibandingkan perlakuan RP secara mandiri, mengingat Al-dd merupakan salah satu sumber kemasaman tanah. Kondisi tersebut akan berdampak pada peningkatan P-tersedia antara lain melalui mekanisme pelepasan P dari ikatan Al-P dan mencegah terjadinya pengikatan P kembali. Perlakuan aplikasi pupuk RP bersamaan dengan dolomit, TKS, dan LCPKS selain meningkatkan ketersediaan P dalam tanah, secara umum juga diketahui nyata meningkatkan hara Mg-dd dan Ca-dd dalam tanah. Penggunaan TKS sebagai bahan pembenah tanah yang diaplikasikan bersamaan dengan RP menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan dolomit dan LCPKS. Secara keseluruhan aplikasi TKS pada aplikasi pupuk RP dapat meningkatkan pH dan hara dalam tanah serta menurunkan Al-dd yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan bahan pembenah lainnya.

## KESIMPULAN

Peningkatan ketersediaan P dalam tanah melalui aplikasi pupuk SP-36 umumnya lebih cepat tersedia dan dalam jumlah yang lebih besar dibanding aplikasi pupuk RP, hal ini utamanya

berkaitan dengan karakteristik pupuk SP-36 yang cepat tersedia dan memiliki kandungan P sebesar 36%. Sementara pupuk RP memiliki sifat yang lebih lambat tersedia dalam tanah. Aplikasi pupuk SP-36 dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah secara segera dalam jumlah yang cukup banyak untuk pertumbuhan tanaman.

Peningkatan ketersediaan pupuk P dalam tanah melalui aplikasi RP dapat ditingkatkan dengan aplikasi bahan pembenah tanah seperti dolomit, TKS, dan LCPKS. Aplikasi TKS bersamaan aplikasi pupuk RP secara nyata meningkatkan P dalam tanah hingga 150% dibandingkan perlakuan aplikasi RP secara mandiri, dan secara umum lebih baik dibandingkan aplikasi bahan pembenah tanah lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. BOLAN, N. S., R. NAIDU, S. MAHIMAIRAJA, and S. BASKARAN. 1994. Influence of low-molecular-weight organic acids on the solubilization of phosphates. *Biol Fertil. Soil* 18:311-319
2. BRADY, N. C. 1990. *The Nature and Properties of Soils*. Tenth Edition. Macmillan Publishing company. New York. 621. P
3. DOLMAT, M. T., H. L. FOSTER, A. T. MOHAMAD, H. A. BAKAR, K. HARON and Z. Z. ZAKARIA. 1989. Sustaining oil palm FFB yield through optimum fertilizer management. *Proceeding of 1989 PORIM international palm oil development conference*. Kuala Lumpur. p. 406-418.
4. KEE, K. K., K. J. GOH, P. S. CHEW and S. H. TEY. 1994. An integrated site specific fertilizer recommendation system (INFERS) for high productivity in mature oil palm. In *Management for enhanced profitability in plantations*. The Incorporated Society of Planters. Kuala Lumpur. p. 83-100.
5. LUBIS, A. U., Z. POELOENGAN dan L. ERNINGPRAJA. 1994. Peluang peningkatan efisiensi pemupukan kelapa sawit. Makalah disajikan pada Forum Komunikasi Kelapa Sawit III pada 6-7 Desember 1994 di PPKS Medan.
6. NG, S. K. and S. THAMBO. 1967. Nutrient contents of oil palms in Malaya. In: *Nutrients required for reproduction: fruit bunches and male inflorescences*. Malay. *Agric. J.* 46, 3-45.
7. THOMAS, R. P. 1966. Phosphorus - Key element in plant and animal nutrition. *Int. Mineral and Chemical Corporation*. Illinois. 81 p.
8. TISDALE, S. L., W. L. NELSON, J. D. BEATON, and J. L. HAVLIN. 1993. *Soil Fertility and Fertilizers*. Macmillan Publishing Company. New York.
9. WILKIE, A. S. and H. L. FOSTER. 1989. Oil palm response to fertilizers in Papua New Guinea. *Proceeding of 1989 PORIM international palm oil development conference*. Kuala Lumpur. p. 395-405.