

EFEKTIVITAS BEBERAPA DEPOSIT FOSFAT ALAM INDONESIA SEBAGAI PUPUK SUMBER FOSFOR TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT KELAPA SAWIT PADA TANAH ULTISOLS

A. KASNO, SUDIRMAN, dan M.T. SUTRIADI

Balai Penelitian Tanah
Jl. Ir H. Juanda No. 98, Bogor

(Diterima Tgl. 30 - 9 - 2010 – Disetujui Tgl. 1 - 12 - 2010)

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh fosfat alam asal Indonesia terhadap kadar P dalam tanah dan pertumbuhan kelapa sawit. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balai Penelitian Tanah di Laladon, Bogor dari bulan Juni sampai Desember 2009, dengan menggunakan rancangan percobaan acak kelompok dengan 8 perlakuan dan diulang 5 kali. Perlakuan yang dicoba adalah 5 P-alam asal Indonesia, ditambah Superphos, P-alam Tunisia, dan kontrol. Tanah yang digunakan adalah Typic Kanhapludults dan Typic Plinthudults yang diambil dari Lampung, dengan tanaman indikator adalah kelapa sawit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemupukan P nyata meningkatkan diameter batang, tinggi tanaman, berat akar dan berat kering tanaman. Pemupukan P dengan Superphos memberikan peningkatan yang lebih tinggi daripada pemupukan dengan fosfat alam. Efektivitas pupuk P-alam pada Typic Plinthudults lebih rendah dibandingkan pada Typic Kanhapludults. Pupuk P-alam dari Indonesia sama efektifnya dengan P-alam Tunisia untuk pemupukan tanaman kelapa sawit. Pemupukan P dengan Superphos pada tanaman kelapa sawit nyata meningkatkan kadar P tanah lebih tinggi daripada kadar P tanah yang dipupuk P-alam. Pemberian pupuk P belum berpengaruh terhadap kadar P dalam akar dan tanaman kelapa sawit dalam pembibitan.

Kata kunci: *Elaeis guinensis*, kelapa sawit, tanah masam, fosfat alam

ABSTRACT

Effectiveness of several rock phosphate deposits from Indonesia as P fertilizer sources on the growth of oilpalm seedling on ultisols

The aim of this research was to study the effect of rock phosphate from Indonesia on P content on the soil and growth of oil palm. This research was conducted at the glass house of Indonesian Soil Research Institute, Laladon Bogor from June to December 2009, using randomized complete block design (RCBD) with 8 treatments and 5 replicates. The treatments were 5 types of Indonesia rock phosphate, Superphos, Tunisia rock phosphate, and control. The soils used were Typic Kanhapludults and Typic Plinthudults, and oil palm nursery as plant indicator. The result showed that P fertilizer was significant to increase trunk diameter, plant height, root weight, and plant dry weight. Superphos fertilizer increased trunk diameter, plant height, root weight, and plant dry weight better than rock phosphate. Effectivity of rock phosphate at Typic Plinthudults was lower than at Typic Kanhapludults. Indonesian rock phosphate was effective for fertilizing oil palm, as well as Tunisia rock phosphate. P fertilization using Superphos significantly increased P soil content and was better than rock phosphate. Application of rock phosphate did not influence P contents in root and plant of oil palm in nursery.

Key words: *Elaeis guinensis*, oil palm, acid soils, rock phosphate

PENDAHULUAN

Pengembangan perkebunan lebih diarahkan pada lahan-lahan di luar Pulau Jawa yang didominasi oleh tanah dengan tingkat pelapukan lanjut dan bersifat masam. Tanah masam yang sesuai untuk tanaman pangan dan tahunan adalah seluas 51,8 juta ha (MULYANI *et al.*, 2004). Hara P tanah merupakan salah satu faktor pembatas pertumbuhan tanaman di lahan bersifat masam. Produksi TBS kelapa sawit pada tanah Humic Dystrudepts dan Typic Dystrudepts dipengaruhi oleh C-organik, kadar N, P₂O₅ dan S tersedia (WIGENA *et al.*, 2009). Menurut FAIRHURST dan MUTERT (1999) kadar P daun dipengaruhi oleh kadar N yang juga berpengaruh terhadap perbandingan N dan P protein dalam jaringan tanaman. Selanjutnya juga disampaikan bahwa kadar P tanaman kelapa sawit terjadi apabila kadar P dalam daun ke 17 < 15%.

Batuan fosfat alam adalah sumber pupuk P yang baik yang dapat digunakan langsung pada tanah masam, dan merupakan bahan utama untuk membuat pupuk P yang mudah larut (Superphos, SP-36, dan TSP). Deposit P-alam terbesar berada di Amerika, Cina, Maroko dan Sahara Tenggara, serta Rusia (FAO, 2004). Produksi P-alam dari tahun 1988 menurun dibandingkan tahun 1999 terutama di Amerika, Maroko dan Barat Daya Sahara (VAN KAUWENBERGH, 2001). Menurut MOERSIDI (1999) deposit batuan fosfat di Indonesia ditemukan di daerah Sumenep, Malang, Tuban, Lamongan, Grobogan, Pati, Ciamis, dan Bogor. Hasil analisis kadar P-total bervariasi dari 8,79 hingga 31,88% P₂O₅, dan kadar Ca bervariasi dari 0,60 hingga 57,50%. Kisaran kadar P₂O₅ batuan fosfat di Madura antara lain: Sampang 2,28 hingga 7,09%, Pamekasan 5,61 hingga 37,79%, dan Sumenep 6,20% hingga 44,23%, dengan deposit berturut-turut sekitar 5.000.000, 23.400, dan 827.500 m³ (YUSUF, 2000).

Fosfat alam merupakan pupuk yang lambat tersedia (*slow released*) dan mengandung Ca, sehingga lebih efektif

digunakan pada lahan dengan tanah bersifat masam, yang disebabkan oleh kadar Al dan Fe tinggi. Harga pupuk per satuan unsur lebih murah, efektivitasnya tidak kalah dibandingkan SP-36 atau TSP dan dapat digunakan sekaligus untuk beberapa musim, sehingga biaya aplikasi lebih murah. Penelitian pengaruh pupuk P-alam untuk tanaman jagung telah dilakukan pada Typic Hapludox di Tanah Laut, Kalsel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil jagung pada residu pupuk P-alam musim kedua lebih tinggi daripada pemupukan SP-36 (SUTRIADI *et al.*, 2005). Hasil penelitian pada 6 seri tanah di Malaysia menunjukkan bahwa penambahan P-alam terus-menerus pada perkebunan kelapa sawit berumur <10, >15, dan >29 tahun tidak terdapat akumulasi Cd (ALI *et al.*, 2010). Penambahan P tinggi dapat mengurangi translokasi Al dari akar ke pucuk tanaman sorgum (SALE dan TANG, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pupuk fosfat alam dari beberapa daerah di Indonesia terhadap kadar P dalam tanah dan pertumbuhan bibit kelapa sawit.

BAHAN DAN METODE

Penelitian diawali dengan survei dan pengambilan contoh batuan fosfat dari berbagai lokasi di Indonesia. Selanjutnya dilakukan analisis batuan fosfat di laboratorium. Hara yang dianalisis: P_2O_5 (total, terekstrak asam sitrat 2% dan air), kadar air, Ca, Mg, Fe, Al, dan logam berat (Cd, Pb, dan Hg). Dari hasil analisis ditetapkan 5 contoh pupuk P-alam yang terbaik.

Uji efektivitas pupuk P-alam dilakukan di rumah kaca Balai Penelitian Tanah di Laladon Bogor dari bulan Juni sampai Bulan Desember 2009, dengan menggunakan contoh tanah yang diambil dari dua subgrup tanah Ultisols: Typic Kanhapludults dan Typic Plinthudults. Typic Kanhapludults berbahan induk tufa masam pada bentuk wilayah agak datar. Tanah mempunyai kedalaman lapisan olah 0-21 cm, tekstur lempung liat berpasir, warna cokelat tua kekelabuan (10 YR 4/2), dan struktur gumpal agak bersudut. Karatan dan konkresi besi berwarna merah dan konkresi mangan berwarna hitam dijumpai pada kedalaman 65-93 cm. Typic Plinthudults berbahan induk tufa masam, pada bentuk wilayah berombak. Tanah mempunyai kedalaman lapisan olah 0-15 cm, tekstur lempung berliat, warna cokelat (10 YR 4/3), dan struktur agak gembur pada kondisi lembap. Karatan berwarna merah dijumpai mulai pada kedalaman 15-43 cm, plintit dijumpai pada kedalaman 43-76 cm.

Bahan yang digunakan dalam percobaan diusahakan sama, namun ada variabel yang masih beragam seperti sinar matahari. Untuk itu percobaan dilakukan dengan menggunakan rancangan acak kelompok (*Randomized Complete Block Design*), dengan 8 perlakuan dan diulang 5

kali. Perlakuan terdiri dari 5 pupuk P-alam hasil seleksi, ditambah kontrol, Superphos, dan P-alam Tunisia. Dosis pupuk P yang dicoba adalah setara dengan 65 g P-alam Tunisia/pot (kadar P_2O_5 dalam P-alam Tunisia adalah 28,01%). Selain pupuk P setiap pot juga ditambah 1,33 g urea, 1,42 g KCl, dan 0,61g kieserite. Pemupukan urea, KCl, Superphos diberikan setiap 2 minggu sekali sebanyak 8 kali pemupukan. Pupuk NPK minggu pertama diberikan 1 minggu setelah tanam. Pada pemupukan minggu ke 2-8, takaran pupuk urea, KCl, dan kieserit ditingkatkan 2 kali lipat, dan pada minggu ke 10-16 ditingkatkan 3 kali. Pupuk P-alam diberikan sekaligus saat pemupukan pertama dengan cara mencampur pupuk dengan tanah (media) sebelum bibit kelapa sawit varietas Klon Guineensis 638 dipindahkan dari *pre nursery* (pembibitan awal) ke *main nursery* (pembibitan utama).

Contoh tanah bulk diambil pada kedalaman 0-20 cm, dikeringanginkan, dihaluskan dan disaring dengan ayakan berdiameter 2 mm. Setiap pot/kantong plastik berukuran 40 cm x 50 cm diisi 20 kg tanah. Satuan percobaan kantong plastik disusun di rumah kaca dengan pola segitiga sama sisi dengan jarak 90 cm, atau jarak antara kantong plastik atau perlakuan 90 cm. Bibit kelapa sawit yang digunakan berumur tiga bulan, atau bibit kelapa sawit yang baru dipindah dari pembibitan pendahuluan ke pembibitan utama.

Pertumbuhan tanaman diamati setiap bulan selama lima bulan. Parameter pertumbuhan tanaman yang diamati adalah : tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan berat kering tanaman

Sebelum perlakuan, dilakukan analisis contoh tanah yang meliputi: tekstur (pasir, debu, liat), pH H_2O dan 1 N-KCl, C-organik (Kalium Dicromat), N-total (Kjeldahl), P_2O_5 dan K_2O (25% HCl), P_2O_5 terekstrak Bray 1 (0,025 N-HCl + 0,03 N NH_4F), Ca, Mg, K, Na, KTK (1 N NH_4OAc pH 7), Al dan H (1 N KCl) (SULAEMAN *et al.*, 2005).

Setelah percobaan berakhir, tanah pada setiap pot percobaan dibersihkan dari akar kelapa sawit, diaduk sampai rata, dan diambil contoh \pm 1 kg. Contoh tanah dianalisis: P_2O_5 terekstrak 25% HCl dan Bray 1. Contoh tanaman diambil pada pelepah termuda yang sudah membuka sempurna dan di bawahnya. Contoh daun diambil pada bagian tengah pelepah masing-masing 8 helai daun. Kemudian lidinya dibuang, dikeringkan, digiling, dan dianalisis hara P total.

Data hasil pengamatan dilakukan analisis ANOVA dengan IRRISTAT, dan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dianalisis dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan tingkat ketelitian 5%. Untuk mengetahui efektivitas pupuk P-alam dilakukan perhitungan *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE) masing-masing pupuk yang diuji dibandingkan dengan Superphos dan P-alam Tunisia. Hasil kelapa sawit yang digunakan dalam perhitungan RAE adalah berat kering tanaman kelapa sawit.

Comment [B1]: Petak terpisah, sebagai main plot 2 jenis tanah?

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Batuan Pupuk Fosfat Alam

Berdasarkan syarat mutu pupuk fosfat alam untuk pertanian, terdapat 4 dari 5 batuan fosfat yang termasuk mutu A, yaitu dari Jampang Tengah, Sukabumi (DE-1); Brati, Kayen, Pati (DE-9); Padaherang, Ciamis (DE-3); dan Telaga Langsat, Sungai Hulu Selatan (KN-1). Contoh batuan fosfat alam dari Karang Mulya, Ciamis (DE-5) termasuk mutu C (Tabel 1). Fosfat larut dalam asam merupakan fosfat yang mudah larut di dalam tanah, atau dengan kata lain lebih mudah tersedia bagi tanaman. Semakin besar kelarutan P₂O₅ dalam asam sitrat berarti efek residunya lebih cepat berkurang. Tiga dari kelima batuan fosfat mempunyai persentase kelarutan P₂O₅ yang tinggi dalam asam sitrat 2%, yaitu DE-1, DE-9, dan DE-3.

Kadar CaO batuan fosfat cukup bervariasi dan berkisar antara 22,32–51,49%, yang berarti batuan fosfat tersebut cukup baik untuk pemupukan di daerah tanah masam. Batuan fosfat yang mengandung CaO >30% adalah DE-1, KN-1, dan DE-9. Kadar logam berat (Pb, Cd, dan Hg) pada semua contoh batuan fosfat di bawah batas toleransi yang terdapat dalam syarat mutu pupuk fosfat alam untuk pertanian. Kadar Pb, Cd, dan Hg maksimum yang diperbolehkan terkandung dalam P-alam masing-masing adalah 500, 100, dan 10 ppm (SNI P-alam No. 02-3776-2005). KN-1 merupakan P-alam guano atau sisa kekelawar yang diambil dari deposit di gua.

Sifat Tanah yang Digunakan Untuk Percobaan

Tanah Typic Plinthudults bertekstur liat, reaksi agak masam (pH 4,7), kadar C-organik dan N-total rendah, P (terekstrak HCl 25% dan Bray 1) rendah, K (terekstrak HCl 25% dan NH₄OAc 1N pH 7) rendah, kation Ca, Mg, K, Na, dan KTK rendah, dan kejenuhan Al rendah. Tanah Typic Kanhapludults bertekstur liat, reaksi agak masam (pH 4,6), kadar C-organik dan N-total rendah, P (terekstrak HCl 25% dan Bray 1) rendah, K (terekstrak HCl 25% dan NH₄OAc

1N pH 7) rendah, kation Ca, Mg, K, Na, dan KTK rendah dan kejenuhan Al rendah (Tabel 2).

Berdasarkan kadar C-organik tanah, hara N, P, K, Ca, dan Mg, tingkat kesuburan kedua tanah Ultisols relatif sama, namun tanah Typic Kanhapludults mempunyai kejenuhan basa lebih rendah dan Al³⁺ lebih tinggi. Dengan demikian tanah tersebut kurang subur dibanding Typic Plinthudults. Kondisi tanah yang kurang subur diharapkan akan lebih respon terhadap pemupukan P.

Efektivitas Pupuk P-alam untuk Bibit Kelapa Sawit

Pemupukan P pada Typic Plinthudults dapat meningkatkan tinggi tanaman pada bibit kelapa sawit mulai dari pengamatan umur 1–6 bulan setelah tanam (Tabel 3). Tinggi tanaman pada pemupukan Superphos lebih tinggi

Tabel 2. Hasil analisis tanah Typic Plinthudults dan Typic Kanhapludults yang digunakan untuk percobaan rumah kaca
Table 2. Soil analysis of Typic Plinthudults and Typic Kanhapludults used for glass house experiment

| Sifat tanah Soil charaters | Unit Unit | Typic Plinthudults | Typic Kanhapludults |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Tekstur | | | |
| Pasir | % | 0 | 0 |
| Debu | % | 36 | 40 |
| Liat | % | 64 | 60 |
| pH (H ₂ O) | | 4,70 | 4,60 |
| KCl 1 N | - | 4,20 | 4,10 |
| Bahan organik | | | |
| C-organik | % | 0,90 | 1,18 |
| N-total | % | 0,07 | 0,09 |
| C/N | | 13 | 13 |
| Ekstrak HCl 25 % | | | |
| P ₂ O ₅ | mg/100 g | 8 | 9 |
| K ₂ O | mg/100 g | 8 | 6 |
| Bray 1 | mg P ₂ O ₅ /kg | 9,00 | 8,80 |
| Ekstrak NH ₄ OAc 1 N pH 7 | | | |
| Ca | me/100 g | 1,07 | 1,52 |
| Mg | me/100 g | 1,51 | 0,53 |
| K | me/100 g | 0,16 | 0,12 |
| Na | me/100 g | 0,09 | 0,08 |
| KTK | me/100 g | 5,53 | 5,33 |
| KB | % | 51,00 | 42,00 |
| KCl 1N | | | |
| Al ³⁺ | me/100 g | 0,86 | 1,76 |
| H ⁺ | me/100 g | 0,15 | 0,17 |

Tabel 1. Hasil analisis pupuk batuan fosfat alam dari Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Kalimantan Selatan
Table 1. Analysis result of rock phosphate deposit from West Java, Central Java, East Java, and South Kalimantan

| Kode | Mutu | P ₂ O ₅ | | | | | | | Total | | | | Kadar air |
|------|------|-------------------------------|----------------|------|-------|------|------|------|-------|-------|----|------|-----------|
| | | Total | Asam sitrat 2% | Air | CaO | MgO | Fe | Al | Pb | Cd | As | Hg | |
| | | % | | | | | | | | | | | % |
| DE-1 | A | 36,41 | 35,46 | 0,58 | 40,86 | 0,20 | 2,05 | 1,92 | td | 6,52 | - | 0,46 | 3,62 |
| DE-9 | A | 33,14 | 27,59 | 0,25 | 31,35 | 0,94 | 3,57 | 2,72 | td | 1,14 | - | 0,79 | 4,32 |
| DE-3 | A | 31,11 | 23,44 | 0,36 | 27,85 | 0,33 | 3,87 | 3,19 | td | 11,03 | - | 0,11 | 2,18 |
| KN-1 | A | 24,66 | 15,53 | 0,57 | 34,23 | 0,31 | 2,87 | 1,55 | td | 6,56 | - | 0,11 | 1,84 |
| DE-5 | C | 22,02 | 5,88 | 0,27 | 22,32 | 0,47 | 6,16 | 3,80 | td | 8,42 | - | 0,27 | 12,64 |

Keterangan : DE-1 = Jampang Tengah, Sukabumi, DE-3 = Padaherang, Ciamis, DE-5 = Karang Mulya, Ciamis, DE-9 = Brati, Kayen, Pati,

Note : KN-1 = Telaga Langsat, Sungai Hulu Selatan

walaupun secara statistik tidak nyata. Hal ini dapat dimengerti karena hara P dalam pupuk Superphos lebih cepat larut dan lebih cepat tersedia bagi tanaman. Tinggi tanaman bibit kelapa sawit pada pemupukan P-alam Indonesia sama dengan pada pemupukan P-alam Tunisia. Hal ini berarti pupuk P-alam Indonesia sama efektifnya dengan P-alam Tunisia untuk pemupukan kelapa sawit.

Pemupukan P pada Typic Kanhapludults nyata meningkatkan tinggi tanaman setelah berumur 5 bulan setelah tanam (Tabel 4). Tinggi tanaman pada pemupukan P-alam Indonesia terlihat sama dengan pada pemupukan Superphos dan P-alam Tunisia. Bahkan pada umur 5 BST tinggi tanaman bibit kelapa sawit pada P-alam DE-3, KN-1, dan DE-5 cenderung lebih tinggi daripada Superphos dan P-alam Tunisia. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk P-alam dari Indonesia lebih efektif untuk pemupukan tanaman kelapa sawit dibandingkan P-alam Tunisia.

Pengaruh pemupukan P terhadap diameter batang pada Typic Plinthudults mulai terlihat setelah bibit kelapa sawit berumur 3 BST (Tabel 5). Mulai umur 3 BST, pemupukan P nyata meningkatkan diameter batang bibit kelapa sawit. Diameter batang pada pemupukan Superphos cenderung lebih besar dibandingkan dengan pemupukan P-alam. Diameter batang bibit kelapa sawit pada perlakuan pemupukan kelima P-alam Indonesia sama dengan pada pemupukan P-alam Tunisia.

Pengaruh pemupukan P pada Typic Kanhapludults terhadap diameter batang bibit kelapa sawit nyata mulai pada umur 4 BST (Tabel 6). Diameter batang bibit kelapa sawit pada plot perlakuan pupuk P-alam Indonesia sama

dengan Superphos dan P-alam Tunisia. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk P-alam Indonesia sama efektifnya dengan P-alam Tunisia dan Superphos untuk pemupukan bibit kelapa sawit pada tanah Ultisols.

Tabel 4. Rata-rata tinggi tanaman bibit kelapa sawit pada penelitian uji efektivitas batuan fosfat alam pada Typic Kanhapludults di rumah kaca

Table 4. *Plant height average of oil palm seedlings on Typic Kanhapludults in glass house experiment*

| Perlakuan Treatment | Tinggi tanaman (cm) pada umur <i>Plant height</i> | | | | | |
|------------------------|---|---------|---------|---------|----------|--------|
| | 1 BST | 2 BST | 3 BST | 4 BST | 5 BST | 6 BST |
| Kontrol | 45,72 a | 44,60 a | 42,34 a | 52,76 a | 59,53 b | 68,1 b |
| Superphos | 44,46 a | 44,34 a | 43,32 a | 56,20 a | 71,43 ab | 81,5 a |
| P-alam Tunisia | 46,80 a | 47,06 a | 45,32 a | 57,36 a | 71,44 ab | 84,4 a |
| P-alam DE-1 | 41,56 a | 41,20 a | 45,50 a | 56,88 a | 73,00 ab | 88,8 a |
| P-alam DE-9 | 43,46 a | 42,34 a | 47,06 a | 58,28 a | 71,86 ab | 80,0 a |
| P-alam DE-3 | 43,96 a | 43,66 a | 48,90 a | 58,82 a | 75,44 a | 86,2 a |
| P-alam KN-1 | 46,84 a | 46,36 a | 48,62 a | 58,76 a | 78,20 a | 91,1 a |
| P-alam DE-5 | 46,50 a | 44,78 a | 47,66 a | 62,16 a | 74,76 a | 89,0 a |
| KK CV (%) | | | 11,2 | 11,3 | 10,7 | 7,0 |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata pada tingkat 5% berdasarkan uji DMRT

Note : Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at DMRT 5%

Tabel 5. Rata-rata diameter batang bibit kelapa sawit pada penelitian uji efektivitas batuan fosfat alam pada Typic Plinthudults di rumah kaca

Table 5. *Averaged stem diameters of oil palm seedling on Typic Plinthudults in glass house experiment*

| Perlakuan Treatment | Diameter batang (cm) pada umur <i>Trunk diameter</i> | | | | | |
|------------------------|--|--------|---------|----------|---------|---------|
| | 1 BST | 2 BST | 3 BST | 4 BST | 5 BST | 6 BST |
| Kontrol | 0,99 a | 1,46 a | 1,84 b | 2,42 c | 3,11 b | 3,56 b |
| Superphos | 1,16 a | 1,80 a | 2,46 a | 3,12 a | 3,87 a | 4,88 a |
| P-alam Tunisia | 1,09 a | 1,60 a | 2,19 ab | 3,04 ab | 3,81 ab | 4,52 ab |
| P-alam DE-1 | 1,09 a | 1,59 a | 2,16 ab | 2,78 abc | 3,44 ab | 3,95 ab |
| P-alam DE-9 | 1,00 a | 1,59 a | 2,17 ab | 2,74 abc | 3,66 ab | 4,22 ab |
| P-alam DE-3 | 0,97 a | 1,54 a | 2,02 ab | 2,49 bc | 3,44 ab | 4,32 ab |
| P-alam KN-1 | 1,01 a | 1,48 a | 2,04 ab | 2,62 abc | 3,40 ab | 4,10 ab |
| P-alam DE-5 | 1,05 a | 1,46 a | 2,19 ab | 2,68 abc | 3,66 ab | 4,41 ab |
| KK CV (%) | | | 17,3 | 14,4 | 13,0 | 12,4 |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata pada tingkat 5% berdasarkan uji DMRT

Note : Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at DMRT 5%

Tabel 3. Rata-rata tinggi tanaman bibit kelapa sawit pada penelitian uji efektivitas batuan fosfat alam pada Typic Plinthudults di rumah kaca

Table 3. *Average plant heights of oil palm seedlings on Typic Plinthudults in glass house experiment*

| Perlakuan Treatment | Tinggi tanaman (cm) pada umur <i>Plant height</i> | | | | | |
|------------------------|---|----------|----------|----------|----------|---------|
| | 1 BST | 2 BST | 3 BST | 4 BST | 5 BST | 6 BST |
| Kontrol | 31,30 b | 31,16 b | 32,02 b | 39,26 b | 47,63 b | 54,2 b |
| Superphos | 36,20 a | 37,04 a | 38,86 a | 49,98 a | 62,56 a | 76,6 a |
| P-alam Tunisia | 31,00 b | 30,98 b | 34,62 ab | 47,03 ab | 59,28 ab | 70,2 a |
| P-alam DE-1 | 33,60 ab | 33,40 ab | 34,14 ab | 42,94 ab | 53,42 ab | 62,7 ab |
| P-alam DE-9 | 31,14 b | 31,14 b | 32,82 ab | 42,60 ab | 55,38 ab | 64,0 ab |
| P-alam DE-3 | 29,60 b | 29,94 b | 32,26 b | 40,20 ab | 58,67 ab | 67,3 ab |
| P-alam KN-1 | 30,90 b | 30,18 b | 32,98 ab | 42,14 ab | 55,05 ab | 66,1 ab |
| P-alam DE-5 | 31,20 b | 31,56 b | 34,28 ab | 42,22 ab | 54,23 ab | 66,8 ab |
| KKCV (%) | | | 12,8 | 16,4 | 13,1 | 11,1 |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada tingkat 5% berdasarkan uji DMRT

Note : Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at DMRT 5%

Tabel 6. Rata-rata diameter batang bibit kelapa sawit pada penelitian uji efektivitas batuan fosfat alam pada Typic Kanhapludults di rumah kaca

Table 6. Averaged stem diameters of oil palm seedling on Typic Kanhapludults in glass house experiment

| Perlakuan Treatment | Diameter batang (cm) pada umur <i>Trunk diameter</i> | | | | | |
|------------------------|--|--------|--------|---------|---------|---------|
| | 1 BST | 2 BST | 3 BST | 4 BST | 5 BST | 6 BST |
| Kontrol | 1,35 a | 1,99 a | 2,66 a | 3,34 b | 4,13 b | 4,86 b |
| Superphos | 1,37 a | 2,06 a | 2,74 a | 3,50 ab | 4,93 a | 5,85 a |
| P-alam Tunisia | 1,38 a | 2,12 a | 2,79 a | 3,66 ab | 4,58 ab | 5,55 ab |
| P-alam DE-1 | 1,48 a | 2,26 a | 2,93 a | 3,85 ab | 5,05 a | 5,94 a |
| P-alam DE-9 | 1,43 a | 2,21 a | 2,77 a | 3,61 ab | 4,58 ab | 5,48 ab |
| P-alam DE-3 | 1,47 a | 2,33 a | 3,10 a | 3,94 a | 4,97 a | 5,74 a |
| P-alam KN-1 | 1,44 a | 2,05 a | 2,85 a | 3,71 ab | 4,89 a | 5,63 a |
| P-alam DE-5 | 1,49 a | 2,30 a | 3,00 a | 3,79 ab | 5,02 a | 5,52 ab |
| KK CV (%) | | | 10,4 | 9,8 | 7,7 | 6,7 |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata pada tingkat 5% berdasarkan uji DMRT

Note : Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at DMRT 5%

Berat akar tertinggi diperoleh pada pemupukan Superphos dan tidak berbeda nyata dibandingkan dengan pemupukan P-alam (Tabel 7). Berat tanaman kering bibit kelapa sawit tertinggi diperoleh pada pemupukan Superphos dan berbeda nyata dibandingkan kontrol dan P-alam DE-1. Berat tanaman kering pada pemupukan P-alam DE-9, DE-3, DE-5, dan KN-1 sama dengan pada pemupukan P-alam Tunisia. Nilai RAE pemupukan P-alam lebih rendah dibandingkan dengan pemupukan Superphos. Berdasarkan FAO (2004) nilai RAE pada pemupukan P-alam termasuk rendah (30-70%).

Pemupukan P pada Typic Kanhapludults nyata meningkatkan diameter batang, tinggi tanaman, berat akar dan tanaman kering bibit kelapa sawit umur 6 bulan setelah tanam (Tabel 4, Tabel 6, dan Tabel 8). Secara konsisten P-alam DE-1 berpengaruh sama dengan pupuk Superphos terhadap diameter batang, tinggi tanaman, berat akar dan tanaman kering bibit kelapa sawit umur 6 bulan setelah tanam. Namun dari P-alam yang dicoba baik P-alam Tunisia maupun ke lima P-alam yang diambil di Indonesia, hanya P-alam DE-1 yang berpengaruh sama dengan pupuk Superphos. Efektivitas pupuk P-alam terhadap berat kering tanaman bibit kelapa sawit umur 6 bulan tergolong tinggi, justru ada yang melebihi 100%.

Pemupukan P, baik yang bersumber dari pupuk Superphos maupun fosfat alam, nyata dapat meningkatkan kadar P pada kedua tanah (Tabel 9). Pada perlakuan kontrol (tanpa P), hara P (baik yang terekstrak HCl 25% maupun Bray 1) lebih tinggi pada Typic Kanhapludults. Kadar P pada pemberian pupuk Superphos lebih tinggi daripada pemberian pupuk P-alam. Kadar P pada tanah yang diberi

pupuk P-alam Indonesia sama dengan kadar P pada pemberian pupuk P-alam Tunisia.

Pada Typic Plinthudults, penambahan pupuk P dari Superphos nyata meningkatkan hara P tanah terekstrak HCl 25% dari 27 menjadi 279,0 mg P₂O₅/100 g tanah, P terekstrak Bray 1 meningkat dari 36,4 menjadi 258,4 mg P₂O₅/kg tanah. Peningkatan kadar P tidak jauh berbeda dengan penambahan P dari P-alam KN-1 yang berasal dari Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan. Hal ini menunjukkan

Tabel 7. Pengaruh pemupukan P terhadap berat akar, berat tanaman, dan nilai RAE pada Typic Plinthudults umur 6 BST di rumah kaca

Table 7. The effect of P fertilizer on root, plant weight, and value of RAE at Typic Plinthudults

| Perlakuan Treatment | Berat akar Root weight | Berat tanaman Plant weight | RAE |
|------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----|
| |g/pot..... | | |
| Kontrol | 5,25 b | 47,2 c | |
| Superphos | 11,60 a | 90,9 a | 100 |
| P-alam Tunisia | 9,99 ab | 71,9 ab | 57 |
| P-alam DE-1 | 7,85 ab | 61,3 bc | 32 |
| P-alam DE-9 | 8,50 ab | 67,5 abc | 46 |
| P-alam DE-3 | 7,74 ab | 66,7 abc | 45 |
| P-alam KN-1 | 8,10 ab | 68,0 abc | 48 |
| P-alam DE-5 | 8,58 ab | 72,7 ab | 58 |
| KK CV (%) | 30,2 | 18,6 | |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata pada tingkat 5% berdasarkan uji DMRT

Note : Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at DMRT 5%

Tabel 8. Pengaruh pemupukan P terhadap berat kering tanaman dan akar pada Typic Kanhapludults di rumah kaca

Table 8. The effect of P fertilizer on plant dry weight on Typic Kanhapludults in glass house experiment

| Perlakuan Treatment | Berat akar Root weight | Berat tanaman Plant weight | RAE |
|------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----|
| |g/pot..... | | |
| Kontrol | 12,49 c | 87,1 b | |
| Superphos | 19,88 ab | 127,2 a | 100 |
| P-alam Tunisia | 16,77 abc | 115,7 ab | 71 |
| P-alam DE-1 | 22,71 a | 132,4 a | 113 |
| P-alam DE-9 | 14,93 bc | 111,3 ab | 60 |
| P-alam DE-3 | 19,94 ab | 124,6 ab | 94 |
| P-alam KN-1 | 20,36 ab | 120,8 ab | 84 |
| P-alam DE-5 | 17,37 abc | 120,5 ab | 83 |
| KK CV (%) | 20,8 | 16,7 | |

Keterangan : Angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada tingkat 5% berdasarkan uji DMRT

Note : Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at DMRT 5%

Tabel 9. Pengaruh pupuk fosfat alam terhadap kadar P₂O₅ terekstrak HCl 25% dan Bray 1 pada Typic Plinthudults dan Typic Kanhapludults

Table 9. Effect of rock phosphate on extractable P₂O₅ contents on Typic Plinthudults and Typic Kanhapludults

| Perlakuan Treatment | Typic Plinthudults | | Typic Kanhapludults | |
|------------------------|--|--|--|---|
| | P ₂ O ₅ HCl 25% mg/100 g | P ₂ O ₅ Bray-1 mg/kg | P ₂ O ₅ HCl 25% mg/100 g | P ₂ O ₅ Bray-1 mg/kg |
| Kontrol | 27,0 d | 36,4 c | 47,3 d | 59,0 c |
| Superphos | 279,0 a | 258,4 a | 239,0 a | 441,2 a |
| P-alam Tunisia | 198,7 abc | 118,3 abc | 179,0 bc | 158,3 cb |
| P-alam DE-1 | 156,3 bc | 149,4 abc | 171,3 bc | 149,8 cb |
| P-alam DE-9 | 105,0 cd | 117,8 abc | 131,3 c | 105,6 cb |
| P-alam DE-3 | 130,0 c | 162,2 abc | 135,3 bc | 194,3 b |
| P-alam KN-1 | 238,0 ab | 242,3 ab | 197,0 ab | 183,9 b |
| P-alam DE-5 | 162,3 bc | 59,3 bc | 168,7 bc | 135,2 cb |

KK CV (%)

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata pada tingkat 5% berdasarkan uji DMRT

Note : Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at DMRT 5%

Tabel 10. Pengaruh pupuk fosfat alam terhadap kadar P dalam tanaman dan akar pada Typic Plinthudults dan Typic Kanhapludults

Table 10. Effect of rock phosphate on P contents in oil palm plant on Typic Plinthudults and Typic Kanhapludults

| Perlakuan Treatment | Typic Plinthudults | | Typic Kanhapludults | |
|------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| | P tanaman P plant (%) | P akar P root (%) | P tanaman P plant (%) | P akar P root (%) |
| Kontrol | 0,187 a | 0,057 a | 0,173 c | 0,083 a |
| Superphos | 0,180 a | 0,067 a | 0,187 abc | 0,093 a |
| P-alam Tunisia | 0,200 a | 0,057 a | 0,193 abc | 0,070 a |
| P-alam DE-1 | 0,173 a | 0,060 a | 0,183 bc | 0,070 a |
| P-alam DE-9 | 0,200 a | 0,060 a | 0,210 a | 0,087 a |
| P-alam DE-3 | 0,187 a | 0,070 a | 0,210 a | 0,090 a |
| P-alam KN-1 | 0,207 a | 0,050 a | 0,203 ab | 0,087 a |
| P-alam DE-5 | 0,193 a | 0,053 a | 0,187 abc | 0,080 a |

KK CV (%)

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata pada tingkat 5% berdasarkan uji DMRT

Note : Numbers followed by the same letter in the same column are not significantly different at DMRT 5%

bahwa kelarutan P-alam KN-1 yang berasal dari P-alam guano cukup tinggi dibandingkan P-alam lainnya.

Pada Typic Kanhapludults, penambahan pupuk Superphos dapat meningkatkan hara P tanah 191,7 mg P₂O₅/100 g tanah (HCl 25%) dan 382,2 mg P₂O₅/kg tanah (Bray 1) dibandingkan kontrol. Sementara penambahan hara P tertinggi dengan penambahan P-alam adalah 149,7 mg P₂O₅/100 g tanah (HCl 25%) dan 135,3 mg P₂O₅/kg (Bray 1) pada penggunaan fosfat alam KN-1. Dengan demikian dapat dikatakan kalau penambahan P tanah pada pemberian pupuk Superphos lebih tinggi daripada penambahan pupuk P-alam.

Penambahan pupuk P terlihat tidak berpengaruh terhadap kadar P dalam tanaman dan akar kelapa sawit (Tabel 10). Kadar P tanaman jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kadar P dalam akar. Hal ini terlihat bahwa tidak ada hubungan yang nyata antara kadar P dalam tanah dengan kadar P tanaman dan akar. Hal ini mungkin disebabkan umur tanaman kelapa sawit 6 bulan belum mampu menggunakan hara P tanah secara optimum, atau mungkin kebutuhan P bibit kelapa sawit masih sedikit sehingga masih tercukupi dengan P tanah. Batas kritis hara P pada daun kelapa sawit ke 9 dan 17 adalah 0,16 dan 0,15% (OCHS dan OLVIN, 1977 dalam FAIRHURST dan MUTERT, 1999). Berdasarkan batas kritis hara P dalam daun maka dapat dikatakan bahwa kadar P dalam tanaman masih cukup pada tanah tanpa pemupukan P.

Pertumbuhan dan berat kering tanaman kelapa sawit pada tanah Typic Kanhapludults lebih tinggi daripada pada tanah Typic Plinthudults, karena tanah yang digunakan mengandung C-organik dan Ca dalam tanah lebih tinggi (Tabel 2). Selain itu kadar P tanah dalam Typic Kanhapludults jauh lebih tinggi daripada Typic Plinthudults (Tabel 9). Pada Typic Kanhapludults pengaruh pupuk P-alam deposit Indonesia cenderung lebih unggul dibandingkan P-alam Tunisia. Hal ini mungkin karena P-alam deposit Indonesia lebih mampu menekan Al dalam tanah dan cepat larut dalam tanah.

KESIMPULAN

Pemupukan P pada tanaman kelapa sawit nyata meningkatkan kadar P tanah. Peningkatan kadar P tanah jauh lebih tinggi pada tanah yang dipupuk dengan Superphos daripada yang dipupuk P-alam.

Pemberian pupuk P belum berpengaruh terhadap kadar P dalam akar dan tanaman kelapa sawit dalam pembibitan. Pemupukan P nyata meningkatkan diameter batang, tinggi tanaman, berat akar, dan berat kering tanaman. Peningkatannya lebih tinggi pada pemupukan Superphos.

Efektivitas pupuk P-alam pada Typic Plinthudults lebih rendah dibandingkan pada Typic Kanhapludults. Pupuk P-alam dari Indonesia sama efektif dengan P-alam Tunisia untuk pemupukan pada bibit tanaman kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- ALL, A.A., FAUZIAH CHE ISHAK, and SAMSURI ABDUL WAHID. 2010. Cadmium and zinc concentrations in the soils of the oil palm plantations from long term application of phosphate rock. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia. (Published on DVD).
- FAIRHURST, T.H. and E. MUTERT. 1999. Interpretation and management of oil palm leaf analysis data. *Better Crop International*. 13(1):48-51.
- FOOD and AGRICULTURE ORGANIZATION of THE UNITED NATIONS (FAO). 2004. Use of Phosphate Rock for Sustainable Agriculture. Rome. *Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin* 13:157.
- MOERSIDI, S. 1999. Fosfat alam sebagai bahan baku dan pupuk fosfat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor. p. 82.
- MULYANI, A., HIKMATULLAH, dan H. SUBAGYO. 2004. Karakteristik dan potensi tanah masam lahan kering di Indonesia. *Dalam* Prosiding Simposium Nasional Pendayagunaan Tanah Masam. Bandar Lampung, 29-30 September 2003. Puslittanak, Bogor. Buku 1:1-32.
- SALE, P. and CAIXIAN TANG. 2010. Phosphorus ameliorates aluminum toxicity of Al-sensitive wheat seedlings. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 1–6 August 2010, Brisbane, Australia. Published on DVD.
- SULAEMAN, SUPARTO, and EVIATI. 2005. Analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk. Balai Penelitian Tanah. p.119.
- SUTRIADI, M.T., R. HIDAYAT, S. ROCHAYATI, dan D. SETYORINI. 2005. Ameliorasi lahan dengan fosfat alam untuk perbaikan kesuburan tanah kering masam Typic Hapludox di Kalimantan Selatan. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Sumber Daya Tanah dan Iklim, Bogor, 14-15 September 2004. Puslittanak, Bogor. p.143-155.
- VAN KAUWENBERGH. 2001. Overview of World Phosphate Rock Production. Paper presented at an International Meeting on Direct Application of Phosphate Rock and Related Technology: Latest Developments and Practical Experiences, July 16-20, 2001, Kuala Lumpur, Malaysia (Tidak dipublikasikan)
- WIGENA, I G.P., SUDRADJAT, SANTUN R.P. SITORUS dan H. SIREGAR. 2009. Karakteristik tanah dan iklim serta kesesuaiannya untuk kebun kelapa sawit di Sei Pagar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. *Jur. Tanah dan Iklim*, No. 30:1-12.
- YUSUF, A. F. 2000. Endapan fosfat di Daerah Madura. Kolo-kium Hasil Kegiatan Lapangan, DSM, Sub Dit. Eksplorasi Mineral Industri dan Batuan. Dept. ESDM.