



## PENGARUH BAHAN PEMBENAH TANAH KOMBINASI PUPUK Ca DENGAN BAHAN ORGANIK TERHADAP PERUBAHAN SIFAT KIMIA TANAH MASAM

Fandi Hidayat dan Suroso Rahutomo

**Abstrak** Budidaya kelapa sawit saat ini mengarah ke tanah-tanah marjinal, salah satunya adalah tanah masam dengan kejenuhan Al yang tinggi, kapasitas tukar kation (KTK) dan pH rendah, serta kandungan hara seperti Ca dan P yang rendah. Penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki karakteristik kimia tanah masam tersebut melalui aplikasi bahan pembenah tanah yaitu pupuk kandang dari ternak sapi, dolomit, dan kombinasi pupuk Ca dengan bahan organik yang disingkat Ca\_org. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan, setiap perlakuan diulang 3 kali. Perlakuan yang dicobakan adalah: (i) kontrol, (ii) aplikasi Ca\_org 1 (80% CaCO<sub>3</sub> + 0% bahan organik), (iii) aplikasi Ca\_org 2 (75% CaCO<sub>3</sub> + 10% bahan organik), (iv) aplikasi Ca\_org 3 (70% CaCO<sub>3</sub> + 20% bahan organik), (v) aplikasi pupuk kandang dari ternak sapi, dan (vi) aplikasi dolomit. Untuk tujuan perbaikan pH tanah, penurunan kejenuhan Al, dan peningkatan kadar Ca pada tanah masam, aplikasi Ca\_org 3 memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan aplikasi pupuk kandang dari ternak sapi maupun dolomit. Namun untuk tujuan perbaikan KTK serta peningkatan kadar P dan C, aplikasi pupuk kandang dari ternak sapi memberikan hasil yang lebih baik.

**Kata kunci** : bahan pembenah tanah, kejenuhan Al, tanah masam

**Abstract** Recently, oil palm cultivation leads to marginal lands such as acid soils with high Al saturation, low cation exchange capacity (CEC), low pH, and low nutrient content such as Ca and P. This

*Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit*

Fandi Hidayat (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia  
Email: fandi\_hidayat87@yahoo.com

research was carried out to improve the chemical characteristics of acid soils through the application of soil amendments including cattle manure, dolomite, and the combination of Ca fertilizers with organic materials which is abbreviated as Ca\_org. The study was arranged using completely randomized design (CRD) with six treatments; each treatment was repeated 3 times. The treatments tested were: (i) control, (ii) the application of Ca\_org 1 (80% CaCO<sub>3</sub> + 0% organic matter), (iii) application of Ca\_org 2 (75% CaCO<sub>3</sub> + 10% organic matter), (iv) application of Ca\_org 3 (70% CaCO<sub>3</sub> + 20% organic matter), (v) application of cattle manure, and (vi) application of dolomite. For the purpose of improvement of soil pH, reducing Al saturation, and elevating Ca levels in acid soils, application of Ca\_org 3 resulted in better results than the application of cattle manure and dolomite. However, for the purpose of increasing CEC and level of P and C, the application of cattle manure gave better results than the application of Ca\_org and dolomite.

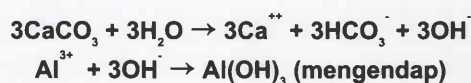
**Key words** : soil conditioner, Al saturation, acid soil

### PENDAHULUAN

Pengembangan perkebunan kelapa sawit saat ini mengarah pada penggunaan lahan-lahan marginal yang memiliki berbagai kendala baik dari aspek sifat fisik, kimia, maupun biologi. Salah satu lahan marginal tersebut adalah tanah masam yang dicirikan dengan rendahnya asupan kation tertukar seperti Ca dan Mg namun memiliki kejenuhan Al tinggi yang bersifat toksik bagi tanaman (Geissen *et al.*, 2003). Kondisi ini akan mengakibatkan terhambatnya perkembangan perakaran sehingga mengganggu penyerapan hara dan air oleh tanaman (Tang *et al.*, 2003) serta menurunkan ketersediaan fosfor (Sutarta *et al.*, 2003). Kejenuhan Al yang tinggi juga diikuti oleh pH rendah yang merupakan salah satu faktor pembatas produksi tanaman terutama pada daerah yang sering mengalami kekeringan (Tang *et al.*, 2002).



Untuk tumbuh dan berproduksi optimum, tanaman kelapa sawit memerlukan beberapa persyaratan tumbuh baik dari aspek iklim maupun sifat fisik/kimia tanah. Salah satu syarat tumbuh terkait sifat kimia tanah adalah pH 5,0-5,5 (Corley and Thinker, 2003). Kemasaman tanah yang tinggi menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan dan produktivitas kelapa sawit. Faktor pembatas tersebut dapat diperbaiki dengan aplikasi bahan pembenah tanah yang mengandung kalsium misalnya melalui pengapuran (Ernani *et al.*, 2004) sehingga kemasaman tanah dapat diturunkan sampai tingkat yang tidak membahayakan bagi pertumbuhan tanaman. Radjagukguk (1983) mengemukakan reaksi kapur di dalam tanah masam sebagai berikut :



$\text{Al}^{3+}$  yang berasal dari larutan tanah akan bereaksi dengan  $\text{OH}^-$  dari hasil reaksi bahan kapur sehingga membentuk endapan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  dan pada saat yang sama pH akan meningkat. Pengapuran juga dapat meningkatkan kadar  $\text{Ca}_{\text{dd}}$ ,  $\text{Mg}_{\text{dd}}$ , dan kapasitas tukar kation (Saarsalmi *et al.*, 2011) serta menurunkan kejenuhan Al (Caires *et al.*, 2008).

Selain pH, sifat kimia yang perlu menjadi perhatian pada tanah masam adalah rendahnya kapasitas tukar kation (KTK) yang mencerminkan rendahnya kation tanah dalam bentuk tersedia yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Perbaikan KTK tanah dapat dilakukan dengan penambahan bahan organik, mengingat dekomposisi bahan organik akan meningkatkan muatan negatif tanah (Atmojo, 2003). Dengan memper-timbangkan potensi peranan bahan pembenah tanah yang mengandung Ca dan bahan organik dalam memperbaiki sifat kimia tanah masam, maka pengaruh kombinasi keduanya dalam satu produk bahan pembenah tanah perlu dipelajari. Untuk tujuan tersebut, telah dilakukan penelitian dengan membandingkan kombinasi pupuk Ca dan bahan organik pada berbagai formulasi dengan bahan pembenah tanah lainnya seperti dolomit dan pupuk kandang.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dengan metode inkubasi tanah. Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah tanah subsoil dengan kandungan

$\text{Al}_{\text{dd}}$  tinggi, tiga formulasi kombinasi pupuk Ca dengan bahan organik yang disingkat dengan  $\text{Ca}_{\text{org}}$ , pupuk kandang dari ternak sapi, dan dolomit. Alat yang digunakan antara lain *container* plastik kapasitas 1 kg, timbangan, dan gelas ukur.

Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan, setiap perlakuan diulang 3 kali. Perlakuan yang diujikan adalah:

1. Kontrol, tanpa perlakuan apapun.
2. 0,91 g  $\text{Ca}_{\text{org}}$  formula 1 (80%  $\text{CaCO}_3$  + 0% bahan organik) per kg tanah.
3. 1,04 g  $\text{Ca}_{\text{org}}$  formula 2 (75%  $\text{CaCO}_3$  + 10% bahan organik) per kg tanah.
4. 1,38 g  $\text{Ca}_{\text{org}}$  formula 3 (70%  $\text{CaCO}_3$  + 20% bahan organik) per kg tanah.
5. 50,00 g pupuk kandang ternak sapi per kg tanah.
6. 1,87 g dolomit per kg tanah.

Dosis  $\text{Ca}_{\text{org}}$  dan dolomit ditentukan berdasarkan kandungan  $\text{Al}_{\text{dd}}$  tanah sebelum perlakuan (kapur setara  $\text{Al}_{\text{dd}}$  tanah), sementara untuk pupuk kandang ditentukan sebanyak 5% dari berat tanah. Semua bahan pembenah tanah tersebut diaplikasikan sekali di awal perlakuan dan diinkubasi selama 3 bulan. Sampel tanah diambil pada 1 dan 3 bulan setelah aplikasi. Analisis laboratorium meliputi pH tanah, kandungan C, kadar P, kadar Ca, KTK, dan kejenuhan Al.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### pH dan kejenuhan Al

Hasil analisis pH tanah dan kejenuhan Al disajikan pada Tabel 1. Hingga 1 bulan masa inkubasi, tidak terdapat beda nyata kemasaman tanah pada seluruh perlakuan yang dicobakan. Perlakuan yang dicobakan baru menghasilkan beda nyata kemasaman tanah setelah 3 bulan masa inkubasi. Perlakuan aplikasi  $\text{Ca}_{\text{org}}$  3 dan dolomit menghasilkan nilai pH tanah tertinggi, sedangkan pH tanah terendah diperoleh pada kontrol (K) dan perlakuan pupuk kandang (PK).

Berbeda dengan pH, aplikasi bahan pembenah tanah nyata menurunkan kejenuhan Al dibandingkan kontrol sejak satu bulan masa inkubasi. Kejenuhan Al

Tabel 1. Kemasaman tanah dan kejenuhan Al pada satu dan tiga bulan masa inkubasi.

Perlakuan	pH tanah		Kejenuhan Al	
	1 bulan Masa Inkubasi	3 bulan Masa Inkubasi	1 bulan Masa Inkubasi	3 bulan Masa Inkubasi
Kontrol	4,9 <sup>a</sup>	4,5 <sup>c</sup>	45,00 a	44,45 a
Ca_org 1	5,0 <sup>a</sup>	4,6 <sup>bc</sup>	38,37 bcd	36,09 b
Ca_org 2	4,9 <sup>a</sup>	4,6 <sup>b</sup>	35,66 cd	36,21 b
Ca_org 3	5,0 <sup>a</sup>	4,7 <sup>a</sup>	34,40 d	33,67 c
Pupuk kandang	4,9 <sup>a</sup>	4,5 <sup>c</sup>	39,90 b	36,43 b
Dolomit	5,1 <sup>a</sup>	4,7 <sup>a</sup>	39,01 bc	36,36 b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut pengujian Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%

pada perlakuan aplikasi berbagai bahan pembenah tanah tetap nyata lebih rendah dibanding kontrol hingga tiga bulan masa inkubasi. Baik pada satu ataupun tiga bulan masa inkubasi, kejenuhan Al terendah terdapat pada perlakuan aplikasi Ca\_org 3.

Penelitian ini menunjukkan bahwa CaCO<sub>3</sub> setelah tiga bulan masa inkubasi, perlakuan aplikasi Ca\_org 3 yang mengkombinasikan 75% CaCO<sub>3</sub> dengan 20% bahan organik menghasilkan pH tertinggi dan sebaliknya kejenuhan Al terendah. Hal ini lebih baik jika dibandingkan dengan aplikasi pupuk kandang dan dolomit. Pada perlakuan aplikasi pupuk kandang, dibandingkan kontrol kejenuhan Al nyata lebih rendah, namun pH tidak berbeda nyata. Penurunan kejenuhan Al pada perlakuan pupuk kandang diduga terkait pengikatan Al<sup>3+</sup> oleh asam-asam organik yang bermuatan negatif (Sutarta *et al.*, 2003), namun keberadaan asam-asam organik ini sekaligus juga berpengaruh terhadap kemasaman tanah (Purwani *et al.*, 2001). Pada perlakuan aplikasi dolomit, pH nyata lebih rendah dibandingkan kontrol, namun kejenuhan Al masih nyata lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan aplikasi Ca\_org 3. Tidak adanya kandungan bahan organik diduga menyebabkan kemampuan menurunkan kejenuhan Al pada dolomit lebih rendah dibandingkan dengan Ca\_org 3.

#### Kadar C dan KTK tanah

Kadar C dan KTK tanah pada satu dan tiga bulan masa inkubasi tidak berbeda nyata antar seluruh perlakuan yang dicobakan dalam penelitian ini (Tabel 2).

Meskipun demikian, terdapat kecenderungan bahwa aplikasi pupuk kandang menghasilkan kadar C dan KTK yang lebih tinggi dibandingkan dengan aplikasi bahan pembenah tanah lainnya. Kotoran sapi mengandung 24,65% C (Suparman dan Supiati, 2004), sehingga aplikasi 50 g pupuk kandang per kg tanah tentunya menyumbang C lebih banyak dibandingkan dolomit yang merupakan bahan mineral maupun Ca\_org 2 dan Ca\_org 3 yang mengandung bahan organik dalam jumlah yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan jumlah pupuk kandang yang diaplikasikan dalam penelitian ini.

KTK tanah yang cenderung lebih tinggi pada perlakuan aplikasi pupuk kandang dalam penelitian ini diduga berkaitan dengan meningkatnya muatan negatif dalam tanah. Seperti dilaporkan oleh Atmojo (2003), sekitar 20-70% kapasitas pertukaran kation umumnya bersumber dari koloid humus yang merupakan sumber muatan negatif tanah. Kecenderungan peningkatan KTK melalui aplikasi pupuk kandang juga dilaporkan oleh Dalimunthe dan Tanjung (2006) yang menyebutkan bahwa KTK meningkat menjadi 24,92 me/100 g setelah aplikasi pupuk kandang sebanyak 6 ton per ha.

#### Kadar Ca dan P

Setelah satu bulan masa inkubasi, kadar Ca pada seluruh perlakuan aplikasi bahan pembenah tanah nyata lebih tinggi dibandingkan pada kontrol. Kecuali pada aplikasi dolomit, setelah tiga bulan masa inkubasi kadar Ca pada perlakuan aplikasi bahan



Tabel 2. Kadar C dalam tanah dan kapasitas tukar kation pada satu dan tiga bulan masa inkubasi.

Perlakuan	C%		KTK (me/100 g)	
	1 bulan Masa Inkubasi	3 bulan Masa Inkubasi	1 bulan Masa Inkubasi	3 bulan Masa Inkubasi
Kontrol	0,75 <sup>a</sup>	0,79 <sup>a</sup>	21,0 a	18,46 a
Ca_org 1	0,73 <sup>a</sup>	0,89 <sup>a</sup>	21,1 a	19,35 a
Ca_org 2	0,73 <sup>a</sup>	0,81 <sup>a</sup>	20,8 a	18,88 a
Ca_org 3	0,78 <sup>a</sup>	0,78 <sup>a</sup>	21,5 a	18,36 a
Pupuk kandang	0,97 <sup>a</sup>	0,90 <sup>a</sup>	21,7 a	19,82 a
Dolomit	0,82 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>	21,6 a	18,64 a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut pengujian Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%

Tabel 3. Kadar P dan Ca pada satu dan tiga bulan masa inkubasi.

Perlakuan	Kadar P (ppm)		Kadar Ca (me/100 g)	
	1 bulan Masa Inkubasi	3 bulan Masa Inkubasi	1 bulan Masa Inkubasi	3 bulan Masa Inkubasi
Kontrol	7 b	7 b	4,44 c	5,30 c
Ca_org 1	7 b	11 b	5,82 a	7,11 ab
Ca_org 2	8 b	11 b	6,28 a	7,26 ab
Ca_org 3	14 ab	14 ab	6,40 a	7,57 a
Pupuk kandang	20 a	21 a	5,15 b	6,89 b
Dolomit	10 b	8 b	5,06 b	6,33 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut pengujian Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%

pembenah tanah juga masih nyata lebih tinggi dibandingkan pada kontrol. Baik dolomit maupun Ca\_org merupakan sumber Ca, sehingga aplikasi bahan pembenah tanah ini secara langsung diduga meningkatkan kadar Ca tanah. Aplikasi 50 g pupuk kandang ternak sapi per kg tanah pada penelitian ini juga diduga secara langsung menyumbang Ca, mengingat kandungan Ca pada kotoran sapi dapat mencapai 1,02% (Suparman dan Supiati, 2004). Penelitian ini juga menunjukkan bahwa kadar Ca tertinggi terdapat pada perlakuan aplikasi Ca\_org 3.

Baik pada satu maupun tiga bulan masa inkubasi, kadar P tertinggi terdapat pada perlakuan aplikasi pupuk kandang. Terdapat dua alasan terkait hal ini, yaitu sumbangan P secara langsung dari pupuk kandang dan

penurunan kejenuhan Al. Kadar  $P_2O_5$  dalam kotoran temak sapi dapat mencapai 0,70% (Suparman dan Supiati, 2004), sehingga aplikasi 50 g pupuk kandang per kg tanah dalam penelitian ini secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan kadar P tanah. Aplikasi pupuk kandang ini juga berarti peningkatan kadar bahan organik dalam tanah, dekomposisi bahan organik ini selanjutnya menghasilkan asam-asam organik bermuatan negatif yang mampu meningkatkan ketersediaan P dalam tanah melalui pelepasan P yang diikat oleh aluminium (Al). Sutarta *et al.* (2003) dalam penelitiannya menyatakan bahwa aplikasi bahan organik mampu menekan  $Al_{dc}$  melalui pengikatan Al oleh asam-asam organik yang dihasilkan dan berdampak pada peningkatan P tersedia melalui pelepasan P dari ikatan Al-P.



## KESIMPULAN

Untuk tujuan perbaikan pH tanah, penurunan kejenuhan Al, dan peningkatan kadar Ca pada tanah masam, aplikasi Ca<sub>org</sub> 3 dengan formulasi 70% CaCO<sub>3</sub> + 20% bahan organik memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan aplikasi pupuk kandang dari ternak sapi maupun dolomit. Namun untuk tujuan peningkatan KTK serta kadar P dan C, aplikasi pupuk kandang dari ternak sapi memberikan hasil yang lebih baik. Penelitian lebih lanjut menggunakan indikator tanaman diperlukan untuk kajian yang lebih lengkap mengenai pengaruh kombinasi pupuk Ca dengan bahan organik ini.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT Petrokimia Gresik atas bantuannya dalam penyediaan bahan-bahan yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atmojo, S.W. 2003. Peranan bahan organik terhadap kesuburan tanah dan upaya pengelolaannya. Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, 4 Januari 2003.
- Caires, E.F., F.J. Garbuaio, S. Churka, G. Barth, and J.C.L. Corrêa. 2008. Effects of soil acidity and ameliorant by surface liming on no-till corn, soybean, and wheat root growth and yield. *Europ. J. Agronomy* 28: 57-64.
- Corley, R.H.V. and P.B. Tinker. 2003. *The Oil Palm* (Fourth Edition). Blackwell Science Ltd., Oxford. p: 562.
- Dalimunthe, M dan F. Tanjung. 2006. Pengaruh residu fosfor dan bahan organik terhadap pH H<sub>2</sub>O, KTK, Aldd dan produksi kacang hijau setelah dua kali pertanaman padi pada lahan sawah tadah hujan. *Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian*. Vol 2 (2) : 89-98.
- Emani, P.R., M.F.S. Ribeiro, and C. Bayer. 2004. Chemical modifications caused by liming below the limed layer in a predominantly variable charge acid soil. *Comm. Soil Science Plant Analysis* 35: 889-901.
- Geissen, V., R.Y. Kim, A. Schöning, St. Schütte, and G.W. Brümmer. 2003. Effects of strip wise tillage in combination with liming on chemical and physical properties of acidic spruce forest soils after clear cutting. *Forest Ecology and Management* 180: 75-83.
- Purwani, J., Prihatini, A. Kentjanasari. 2001. Pengaruh bahan organik dan EM4 terhadap ketersediaan hara tanah dan hasil padi pada rotasi tanaman padi-jagung di lahan sawah. *Jurnal SoilRens* Vol.2 (3):98-107.
- Radjagukguk, B. 1983. Masalah Pengapuran Tanah Mineral Masam di Indonesia. Makalah Seminar Masalah Tanah Mineral Masam di Indonesia. Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.
- Saarsalmi, A., P.Tamminen, M. Kukkola, and T. Levula. 2011. Effects of liming on chemical properties of soil, needle nutrients and growth of Scots pine transplants. *Forest Ecology and Management* 262: 278-285.
- Suparman, M dan Supiati. 2004. Analisis mineral pada proses dekomposisi feses sapi dengan menggunakan probiotik. *Prosiding Temu Teknis Nasional Tenaga Fungsional Pertanian 2004*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan.
- Sutarta, E.S., S. Rahutomo, dan Winarna. 2003. Perbaikan ketersediaan fosfor dalam tanah perkebunan kelapa sawit melalui aplikasi bahan pembenah tanah. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 11(2): 75-84
- Tang, C., Z. Rengel, D. Abrecht, and D. Tennant D. 2002. Aluminium-tolerant wheat uses more water and yields higher than aluminium-sensitive one on a sandy soil with subsurface acidity. *Field Crops Research* 78: 93-103.
- Tang, C., Z. Rengel, E. Diatloff, and C. Gazey. 2003. Responses of wheat and barley to liming on a sandy soil with subsoil acidity. *Field Crops Research* 80: 235-244.