

PERAN ASAM HUMAT DAN FULVAT DARI KOMPOS DALAM DETOKSIFIKASI ALUMINIUM PADA TANAH MASAM

Imam Wahyudi

Fak. Pertanian Universitas Tadulako, Palu

Abstract

A study that was aimed to elucidate roles of *Gliricidia sepium* and *Tithonia diversifolia* composts and their extracted humic and fulvic acids on aluminum concentration in an Ultisol was conducted in a laboratory. Those composts and humic and fulvic acids extracted from them were mixed with soil and incubated for 90 days. Results of the study showed that the highest decrease in exchangeable Al concentration (90,5%) was observed for *Tithonia* fulvic acid treatment during 90 days, followed by *Tithonia* compost (88,4%), *Gliricidia* fulvic acid (82,3%), *Gliricida* compost (82,2%), *Gliricidia* humic acid (82,3%), and *Tithonia* humic acid (75,7%) treatments. In general, rate of change in exchangeable concentration was fast for the first 45 days, but it then slowed down during the second 45 days (45-90 days). This was particularly observed for humic and fulvic acid treatments, whereas compost treatment still showed subsequent decrease. It was concluded that roles of humic and fulvic acid in reducing exchangeable Al was only a short term, whereas compost played roles in a long term. In terms of capability in reducing exchangeable Al, *Tithonia* compost and its humic and fulvic acids was better than *Gliricidia* compost and its humic and fulvic acids.

Key words: Ultisol, aluminium, humic acid, fulvic acid, Gliricidia sepium, Tithonia diversifolia

Pendahuluan

Ultisol umumnya dijumpai sebagai lahan pertanian yang tersebar di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Irian Jaya serta sebagian kecil di pulau Jawa terutama di wilayah Jawa Barat (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Salah satu kendala pada Ultisol untuk budidaya pertanian adalah tingginya kelarutan Al yang terkait dengan tingkat kemasaman tanah (Mokolobate dan Haynes, 2002). Tingginya kelarutan aluminium menyebabkan unsur P di dalam tanah diikat menjadi bentuk Al-P yang tidak larut sehingga mengurangi

ketersediaan P untuk tanaman (Bates dan Lynch, 2001).

Upaya yang sering dilakukan untuk mengatasi masalah kemasaman tanah dan keracunan aluminium pada Ultisol adalah pengapuran (Wawan, 2000). Namun pemberian kapur bertakaran tinggi dan terus-menerus dapat menurunkan ketersediaan P dan Mn (Radjagukguk, 1983). Alternatif lain yang dapat dilakukan untuk mengatasi persoalan tanah mineral masam berkadar Al tinggi adalah melalui penambahan bahan organik (Yusuf *et al.*, 2004). Asam-asam organik dalam bahan organik atau yang dihasilkan selama proses dekomposisi bahan

organik dapat bereaksi dengan Al membentuk senyawa organo-Al kompleks atau Al_{khelet} (Stevenson, 1994). Pembentukan kompleks aluminium organik ini akan dapat menurunkan kadar aluminium sampai mencapai batas kadar yang tidak lagi membahayakan pertumbuhan tanaman.

Mengingat jumlah dan kualitas bahan organik yang beragam, maka dalam pemilihan bahan organik perlu dipertimbangkan ketersediaannya di lapangan, potensinya sebagai sumber pupuk organik serta kelazimannya digunakan oleh kebanyakan petani. Diantara berbagai jenis sumber bahan organik yang sering digunakan untuk perbaikan tanah adalah pangkasan tanaman *Gliricidia sepium* dan *Tithonia diversifolia*. *Gliricidia sepium* adalah tanaman legum yang banyak dijumpai sebagai tanaman pagar, tanaman pelindung dan tanaman peneduh di tepi-tepi jalan desa di seluruh Indonesia. Tanaman ini biasanya digunakan oleh petani sebagai kayu bakar (pangkasan cabang dan ranting) dan daunnya sebagai makanan ternak. *Tithonia diversifolia* adalah tumbuhan liar dari golongan *Asteraceae* yang dapat ditemui di hampir seluruh daerah di Indonesia.

Bahan organik dari *Gliricidia sepium* dan *Tithonia diversifolia* tersebut selain berpotensi tinggi untuk penyediaan N dan P, juga mengandung asam humat dan asam fulvat yang cukup tinggi sehingga mampu menurunkan daya racun Al pada Andisol (Supriyadi, 2003; Minardi *et al.*, 2007). Hasil penelitian Supriyadi (2003) menunjukkan bahwa pemberian *Tithonia diversifolia* sebagai bahan organik pada Andisol dapat meningkatkan Al_{khelet} dari 1,30% menjadi 1,49% selama 30 hari inkubasi. Minardi *et al.* (2007) melaporkan bahwa pemberian bahan organik asal *Gliricidia sepium* pada

Andisol dapat menurunkan Al_0 sebanyak 29,85% yang pada gilirannya akan melepas fosfat ke dalam larutan tanah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh pemberian kompos *Gliricidia sepium* dan *Tithonia diversifolia* terhadap perubahan konsentrasi aluminium dan pH tanah.

Bahan dan Metode

Penelitian ini merupakan percobaan inkubasi yang dilaksanakan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Tanah yang digunakan adalah lapisan atas Ultisol dari Desa Kentrong, Kecamatan Cipanas, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. Tanah tersebut mempunyai sifat sebagai berikut: pH 4,3, kandungan P total 385,1 mg/kg, P tersedia 5,79 mg/kg, kejenuhan Al 68,18%, Al dapat ditukar 11,85 meq/100g, H dapat ditukar 1,10 meq/100g, C-organik 1,998%, N total 0,20%, dan rasio C/N 9,99.

Pangkasan tanaman *Gliricidia sepium* dan *Tithonia diversifolia* yang diambil dari Desa Jatikerto, Malang dikering anginkan dan kemudian dijadikan kompos dengan menggunakan dekomposer *Trichoderma sp.* selama ± 1 bulan. Setelah kompos matang dilakukan analisis komposisi kimia yang hasilnya disajikan pada Tabel 1. Asam humat dan asam fulvat dalam kompos diekstrak dengan 0,1N NaOH.

Tujuh perlakuan yang terdiri dari dua perlakuan kompos, dua perlakuan ekstrak asam humat dari kompos, dua perlakuan ekstrak asam fulvat dari kompos, dan satu kontrol (Tabel 2), disusun dalam rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan. Pada masing-masing perlakuan, 0,5 kg tanah lapisan atas (0-30 cm) kering angin dan lolos ayakan 2 mm dicampur dengan kompos

atau asam humat atau asam fulvat. Campuran tanah dengan kompos atau asam humat atau asam fulvat dari kompos ditempatkan dalam kantong plastik dan kemudian diinkubasi selama 90 hari. Selama percobaan, lengas tanah dipertahankan pada kapasitas lapangan. Analisis pH tanah, Al_{dd} , dan Al_{khelet} dilakukan pada hari ke 10, 3, 10, 20, 30, 45, 60, 75 dan 90 hari setelah inkubasi.

Tabel 1. Komposisi Kimia Kompos

Komposisi	Kompos	
	<i>Gliricidia</i>	<i>Tithonia</i>
C - organik (%)	40,87	39,97
N - total (%)	3,07	2,71
P - total (%)	0,41	0,49
Rasio C/N	13,31	14,75
Rasio C/P	99,68	81,57
Asam Humat (%)	15,44	29,47
Asam Fulvat (%)	5,11	6,81

Tabel 2. Perlakuan Percobaan Inkubasi

Po	Kontrol (tanpa penambahan kompos, asam humat atau asam fulvat)
KG	4,17 g kompos <i>Gliricidia</i> /kg tanah (setara 10 t/ha)
KT	4,17 g kompos <i>Tithonia</i> /kg tanah (setara 10 t/ha)
HG	84 ml asam humat <i>Gliricidia</i> / kg tanah (setara 1544 kg/ha)
FG	82 ml asam fulvat <i>Gliricidia</i> / kg tanah (setara 511 kg/ha)
HT	84 ml asam humat <i>Tithonia</i> /kg tanah (setara 2947 kg/ha)
FT	84 ml asam fulvat <i>Tithonia</i> /kg tanah (setara 681 kg/ha)

Analisis ragam dilakukan pada jenjang nyata (5%) dan sangat nyata (1%). Untuk membedakan antar rerata perlakuan digunakan uji jarak berganda Duncan (DMRT). Analisis korelasi dan regresi digunakan untuk mengetahui

keeratan dan hubungan antara perlakuan dan parameter yang diamati.

Hasil dan Pembahasan

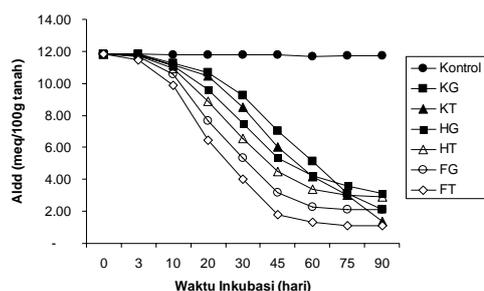
Perubahan kandungan Al_{dd}

Pemberian kompos *Gliricidia* dan *Tithonia*, serta asam humat dan asam fulvat ekstrak dari kedua kompos tersebut berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap perubahan kandungan Al_{dd} . Asam humat dan asam fulvat kompos *Gliricidia* dan *Tithonia* (perlakuan HG, HT, FG, dan FT) menurunkan kandungan Al_{dd} lebih cepat daripada kompos *Gliricidia* dan *Tithonia* (perlakuan KG dan KT). Penurunan tajam kandungan Al_{dd} pada perlakuan HG, HT, FG, dan FT terjadi pada hari ke 10 setelah inkubasi sampai hari ke 45 (Gambar 1). Pada KG dan KT, penurunan kandungan Al_{dd} secara tajam pada hari ke 20 sampai 90 (Gambar 1).

Selama 90 hari inkubasi, penurunan Al_{dd} tertinggi (90,5%) terjadi pada perlakuan FT, kemudian diikuti dengan perlakuan KT (88,4%), FG (82,3%), KG (82,2%), FG (82,3%), dan HT (75,7%), sementara perlakuan kontrol (tanpa kompos, asam humat, atau asam fulvat) hanya menurunkan kandungan Al_{dd} sebesar 0,9% (Gambar 1). Reaktifitas asam fulvat terhadap Al nampaknya lebih tinggi dibandingkan asam humat. Hal ini terjadi karena asam fulvat mengandung gugus karboksil, fenolik dan total kemasamam yang lebih besar dibanding dengan asam humat (Zimmer, 2004). Sifat-sifat tersebut menyebabkan lebih besarnya kemampuan asam fulvat dibandingkan asam humat dalam membentuk kompleks dengan kation-kation logam dalam tanah.

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa hubungan antara asam humat

dan asam fulvat dengan penurunan Al_{dd} bersifat kuadratik dengan $r = 0,994$ untuk asam humat dari kompos *Gliricidia* (HG), dan $r = 0,994$ untuk asam humat dari kompos *Tithonia* (HT), $r = 0,995$ untuk asam fulvat dari kompos *Gliricidia* (FG), dan $r = 0,995$

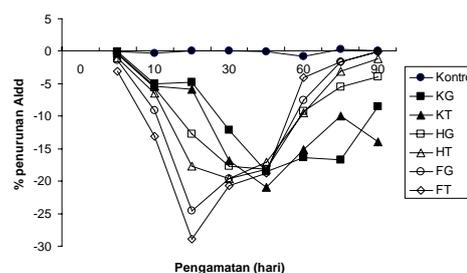


Gambar 1. Pengaruh pemberian kompos *Gliricidia* (KG), kompos *Tithonia* (KT), asam humat *Gliricidia* (HG), asam humat *Tithonia* (HT), asam fulvat *Gliricidia* (FG) dan asam fulvat humat *Tithonia* (FT) terhadap perubahan Konsentrasi Al_{dd} .

Jika ditinjau dari pola penurunan kandungan Al_{dd} (Gambar 2), secara keseluruhan dapat dinyatakan bahwa pada semua perlakuan penurunan kandungan Al_{dd} berjalan dengan cepat sampai dengan 45 hari pertama (0-45 hari). Penurunan Al_{dd} akibat perlakuan FG dan FT mencapai maksimum pada hari ke 20, yaitu -24.56% untuk FG dan -28.95% untuk FT (Gambar 2). Perlakuan HT mencapai maksimum pada hari ke 30 (-19.66%), sedangkan perlakuan HG (-18.23%) mencapai maksimum pada hari ke 45. Penurunan Al_{dd} akibat pemberian kompos *Gliricidia* (KG) atau kompos *Tithonia* (KT) mencapai maksimum pada hari ke 45, yaitu -18.57% (KG) dan -20.93% (KT). Secara kumulatif semua perlakuan menyebabkan penurunan > 70% Al_{dd} pada hari ke 90, dengan penurunan tertinggi dicapai oleh perlakuan FT (-

untuk asam fulvat dari kompos *Tithonia* (FT). Dari nilai korelasi tersebut juga dapat dilihat bahwa asam fulvat mempunyai afinitas yang lebih kuat dari pada asam humat dalam menurunkan Al_{dd} .

90,5%), namun demikian pada 45 hari kedua, proses kecepatan penurunan perlakuan KG dan KT lebih lambat dibandingkan perlakuan HG, HT, Ft dan FG. Hal ini menunjukkan bahwa peran asam fulvat dalam menurunkan Al_{dd} melemah setelah 30 hari, sementara asam humat dapat berperan aktif sampai dengan 45 hari, dan kemudian melemah setelah 45 hari. Telah diuraikan di atas bahwa lebih kuatnya asam humat dalam menurunkan Al_{dd} pada 45 hari pertama, dibandingkan asam fulvat, karena asam fulvat mengandung gugus karboksil yang lebih tinggi dibandingkan asam humat sehingga asam fulvat lebih kuat membentuk kompleks dengan kation-kation logam dalam tanah (Zimmer, 2004).



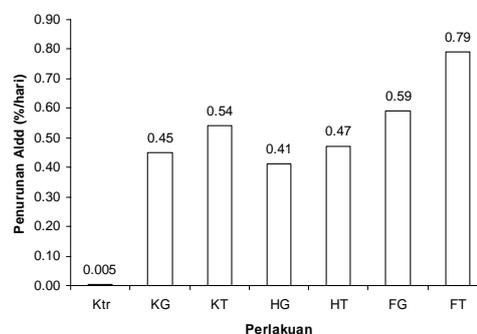
Gambar 2. Persen penurunan kandungan Al_{dd} dalam tanah akibat pemberian kompos *Gliricidia* (KG), kompos *Tithonia* (KT), asam humat *Gliricidia* (HG), asam humat *Tithonia* (HT), asam fulvat *Gliricidia* (FG) dan asam fulvat *Tithonia* (FT).

Masih relatif cepatnya penurunan kandungan Al_{dd} pada 45 hari kedua untuk perlakuan KG dan KT diduga terkait dengan kemampuan

kompos dalam melepaskan senyawa-senyawa (asam humat dan asam fulvat) yang dikandungnya, dan juga kemampuan dari asam-asam organik tersebut dalam mengadakan pengikatan dengan Al terlarut. Salah satu karakteristik umum kompos adalah lambatnya pelepasan senyawa-senyawa yang dikandungnya (Brady dan Weil, 2002). Palm *et al.*, (1997) menerangkan bahwa mineralisasi dan humifikasi adalah merupakan tahapan dari perombakan bahan organik; mineralisasi menghasilkan senyawa-senyawa berstruktur sederhana; sedangkan humifikasi adalah pengaturan kembali bahan organik dapat larut menjadi molekul lebih besar. Nampaknya pelepasan asam humat dan asam fulvat dari kompos tersebut bersifat “slow release”, sehingga proses penurunan Al_{dd} oleh asam-asam organik tersebut masih tetap tinggi sampai dengan hari ke 90. Oleh karena itu dapat dinyatakan bahwa bahwa peran asam humat dan asam fulvat dalam menurunkan kandungan Al_{dd} hanya bersifat jangka pendek, sekitar 45 hari, sedangkan kompos berperan dalam jangka panjang.

Kecepatan penurunan kandungan Al_{dd} dapat diprediksi dengan menggunakan rumus $Y = \exp(k.t)$, dimana Y adalah sisa Al_{dd} dalam tanah, k adalah konstanta kecepatan penurunan Al_{dd} , dan t adalah waktu. Hasil perhitungan yang disajikan pada Gambar 3 menunjukkan bahwa penurunan Al_{dd} tercepat terjadi pada perlakuan asam fulvat *Tithonia* (0,79% per hari), dan yang terlambat pada kontrol (0,005% per hari). Ditinjau dari konstanta kecepatan penurunan kandungan Al_{dd} tersebut, dapat dinyatakan bahwa secara umum kompos *Tithonia*, beserta asam humat dan asam fulvatnya, lebih cepat

menurunkan Al_{dd} dibandingkan dengan kompos *Gliricidia* beserta asam humat dan asam fulvatnya.

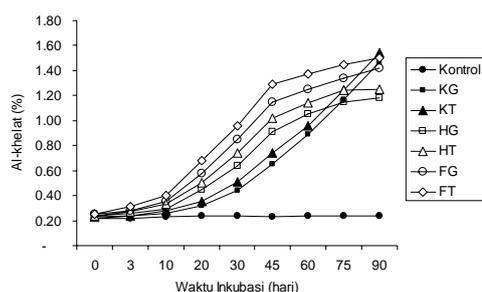


Gambar 3. Nilai konstanta (k) kecepatan penurunan kandungan Al_{dd} dalam tanah pada perlakuan kompos *Gliricidia* (KG), kompos *Tithonia* (KT), asam humat *Gliricidia* (HG), asam humat *Tithonia* (HT), asam fulvat *Gliricidia* (FG), asam fulvat *Tithonia* (FT), dan kontrol (Ktr)

Perubahan kandungan Al_{kbelat}

Penurunan kandungan Al_{dd} yang sangat nyata oleh asam humat dan asam fulvat (Gambar 1 dan 2), mengindikasikan peran dari asam humat dan asam fulvat dalam mengikat Al terlarut membentuk ikatan organo-logam (khelat) dalam tanah sehingga meningkatkan kandungan Al_{kbelat} (Gambar 4). Hasanudin (2003) menyatakan bahwa menurunnya kelarutan Al dengan pemberian asam humat disebabkan oleh terbentuknya senyawa kompleks-organo-metal (Al_{kbelat}) antara asam humat tersebut dengan Al. Data yang disajikan pada Tabel 3. menunjukkan bahwa penurunan Al_{dd} berkorelasi erat dengan peningkatan kandungan Al_{kbelat} . Kandungan Al_{kbelat} tertinggi (1,54%) terdapat pada perlakuan (KT) pada hari ke 90, kemudian berturut-turut diikuti perlakuan FT (1,50%), KG (1,47%), FG (1,42%), HT (1,25%), dan HG (1,18%).

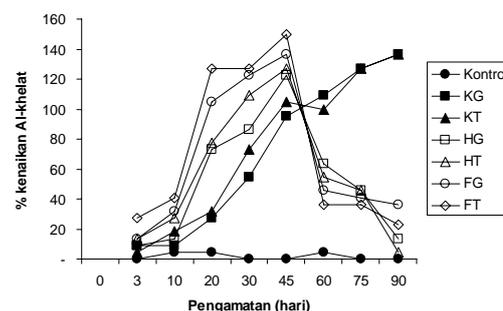
Persentase peningkatan $Al_{k\text{helat}}$ terbesar pada perlakuan KG dan KT terjadi pada hari pengamatan ke 90. Jumlah $Al_{k\text{helat}}$ meningkat dari 0,22% (kontrol) menjadi 1,47% sampai dengan 1,54%, sementara kontrol hanya meningkat 0,02%. Secara keseluruhan semua perlakuan menyebabkan kandungan $Al_{k\text{helat}}$ meningkat 4-5 kali lipat dibandingkan kontrol. Penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi (2003) dengan memberikan bahan organik asal *Titbonia diversifolia* pada Andisol, menunjukkan bahwa pemberian bahan organik tersebut mampu meningkatkan Al-pirofosfat ($Al_{k\text{helat}}$) dari 1,30% untuk kontrol menjadi 1,49% selama 30 hari inkubasi.



Gambar 4. Pengaruh pemberian kompos *Gliricidia* (KG), kompos *Titbonia* (KT), asam humat *Gliricidia* (HG), asam humat *Titbonia* (HT), asam fulvat *Gliricidia* (FG) dan asam fulvat *Titbonia* (FT) terhadap Perubahan Konsentrasi $Al_{k\text{helat}}$.

Pola peningkatan kandungan $Al_{k\text{helat}}$ hampir sama dengan pola penurunan kandungan Al_{dd} , yakni berjalan cepat sampai dengan 45 hari pertama, dan kemudian berjalan lambat pada 45 hari kedua (45-90 hari) (Gambar 5). Namun demikian peningkatan $Al_{k\text{helat}}$ akibat perlakuan KG dan KT tetap meningkat setelah 45 hari pertama, walaupun pada waktu yang sama penurunan Al_{dd} pada dua perlakuan ini mulai berkurang (Gambar 2).

Peningkatan $Al_{k\text{helat}}$ akibat perlakuan FG dan FT mencapai maksimum pada hari ke 45, yaitu 136.36% (FG) dan 150.00% (FT), demikian juga untuk perlakuan HG (122.73%) dan FT (127.27%), tetapi lebih lemah dibandingkan FT dan FG. Telah diuraikan di atas bahwa asam fulvat lebih reaktif dibandingkan asam humat dalam mengikat ion-ion logam.



Gambar 5. Persen kenaikan kandungan $Al_{k\text{helat}}$ dalam tanah akibat pemberian kompos *Gliricidia* (KG), kompos *Titbonia* (KT), asam humat *Gliricidia* (HG), asam humat *Titbonia* (HT), asam fulvat *Gliricidia* (FG) dan asam fulvat *Titbonia* (FT).

Oleh karena itu, sepertinya halnya pada kandungan Al_{dd} , pemberian kompos mempunyai pengaruh jangka panjang, sedangkan asam humat dan asam fulvat mempunyai pengaruh jangka pendek terhadap peningkatan $Al_{k\text{helat}}$. Pengaruh jangka pendek asam humat dan fulvat dan jangka panjang bahan organik terhadap pelepasan ikatan Al-P juga telah dilaporkan oleh Minardi *et al.* (2007) pada Andisol yang diberi *Gliricidia* dan asam-humat dan fulvat dari *Gliricidia*.

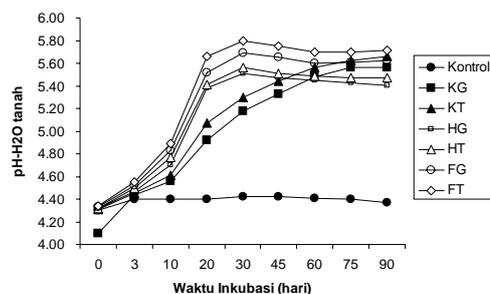
Perubahan pH tanah

Penurunan kandungan Al_{dd} dan peningkatan kandungan $Al_{k\text{helat}}$ akibat pemberian kompos *Gliricidia* dan kompos *Titbonia* maupun asam humat dan asam fulvat kedua kompos tersebut secara nyata menyebabkan terjadinya

kenaikan pH (Gambar 6). pH tanah tertinggi dicapai oleh perlakuan FT (asam fulvat *Tithonia*) pada hari ke 90, yakni 5,71 (dari pH 4,3). Pada kontrol hampir tidak terjadi perubahan selama 90 hari, sementara perlakuan bahan organik, asam humat dan asam fulvat menaikkan pH berkisar dari 5,40 sampai dengan 5,71 (Gambar 6). Hal ini terjadi karena menurunnya aktivitas Al_{dd} (Jufri, 1999).

Tabel 3. Koefisien korelasi (r) antara persen perubahan Al_{dd} , Al_{khelat} dan pH tanah selama inkubasi 90 hari.

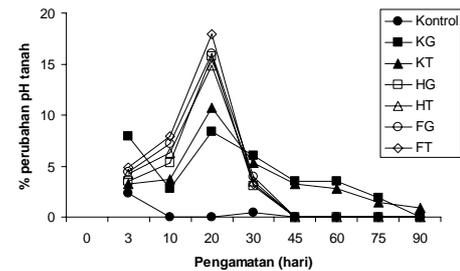
Waktu (hari)	Koefisien Korelasi (r)		
	$Al_{dd} - Al_{khelat}$	$Al_{dd} - pH$	$Al_{khelat} - pH$
3	0,937**	0,081	0,352
10	0,933**	0,917**	0,914**
20	0,992**	0,867*	0,903**
30	0,958**	0,516	0,345
45	0,893**	0,363	-0,069
60	0,989**	0,837*	0,858*
75	0,918**	0,945**	0,933**
90	0,896**	0,810*	0,616



Gambar 6. Pengaruh pemberian kompos *Gliricidia* (KG), kompos *Tithonia* (KT), asam humat *Gliricidia* (HG), asam humat *Tithonia* (HT), asam fulvat *Gliricidia* (FG) dan asam fulvat *Tithonia* (FT) terhadap Perubahan pH tanah.

Penurunan aktivitas Al_{dd} akibat pemberian bahan organik berkaitan dengan adanya reaksi pertukaran antara anion-anion organik hasil dekomposisi (asam humat dan asam fulvat) terhadap

OH bebas pada daerah pertukaran, sehingga meningkatkan ion OH dalam larutan tanah (Mokolobate dan Haynes, 2002). Pola perubahan pH tanah (Gambar 7), secara umum sama dengan pola perubahan Al_{dd} dan Al_{khelat} (Gambar 2 dan 4).



Gambar 7. Persen kenaikan pH tanah akibat pemberian kompos *Gliricidia* (KG), kompos *Tithonia* (KT), asam humat *Gliricidia* (HG), asam humat *Tithonia* (HT), asam fulvat *Gliricidia* (FG) dan asam fulvat *Tithonia* (FT).

Perubahan (kenaikan pH) lebih berkorelasi dengan Al_{dd} dibandingkan dengan Al_{khelat} , terutama pada hari ke 10, 20, 60, 75 dan 90. Tetapi perubahan pH tidak selalu terkait dengan perubahan Al_{dd} dan Al_{khelat} (Tabel 3). Hal ini diduga terkait dengan perubahan kondisi lengas tanah yang tidak teramati pada saat percobaan berjalan. Kenaikan pH maksimum dicapai pada hari ke 20 untuk semua perlakuan, tetapi kenaikan pH akibat perlakuan asam humat dan asam fulvat dari *Gliricidia* atau *Tithonia* lebih besar dibandingkan perakuan kompos *Gliricidia* atau kompos *Tithonia* (Gambar 7). Perlakuan asam humat dan asam fulvat tidak menyebabkan perubahan pH setelah ke 45, sementara perubahan pH tetap terjadi pada perlakuan kompos.

Kesimpulan

Penambahan kompos *Gliricida sepium* dan *Tithonia diversifolia* serta asam humat

dan asam fulvat dari kompos tersebut mampu menurunkan Al_{dd} , menaikkan Al_{khelet} dan menaikkan pH tanah. Penurunan Al_{dd} berkorelasi erat dengan dengan kenaikan Al_{khelet} . Perubahan pH tanah tidak selalu berkorelasi erat dengan perubahan konsentrasi Al. Penurunan Al_{dd} tertinggi (90,5%) terjadi pada perlakuan Fulvat *Tithonia*, kemudian diikuti dengan perlakuan Kompos *Tithonia* (88,4%), Fulvat *Gliricidia* (82,3%), Kompos *Gliricidia* (82,2%), Fulvat *Gliricidia* (82,3%), dan Humat *Tithonia* (75,7%). Penurunan kandungan Al_{dd} , kenaikan Al_{khelet} dan kenaikan pH tanah berjalan cepat pada 45 hari pertama, kemudian berjalan lambat pada 45 hari kedua (45-90 hari).

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada teknisi laboratorium Kimia Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya atas bantuannya dalam analisis kompos.

Daftar Pustaka

- Bates, T.R. and Lynch, J.P. 2001. Root Hairs Confer a Competitive Advantage Under Low Phosphorus Availability. *Plant and Soil* 236: 243-250.
- Brady, N.C. and Weil, R.R. 2002. *The Nature and Properties of Soils*. 31th ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New York.
- Hasanudin. 2003. Peningkatan Ketersediaan dan Serapan N dan P Serta Hasil Tanaman Jagung Melalui Inokulasi Mikoriza, Azotobakter dan Bahan Organik Pada Ultisol. *J. Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* 5(2): 83-89.
- Jufri, J. 1999. Peningkatan Ketersediaan P Oleh Beberapa Macam Bahan Organik Pada Ultisol. Tesis S2 PPS Unibraw Malang.
- Minardi, S., Suntoro, Syekhfani, dan Handayanto, E. 2007. Peran Asam Humat dan Fulvat dari Bahan Organik dalam Pelepasan P Terjerap pada Andisol. *Agrivita* 29: 15-22
- Mokolobate, M.S. and Haynes, R.J. 2002. Increases in pH and Soluble Salts Influence the Effect that Additions of Organic Residues Have on Concentrations of Exchangeable and Soil Solution Aluminium. *European J. Soil Sci.*, 53: 481-489.
- Palm, A.C., Myers, R.J.K and Nandwa, S.M. 1997. Combined Use of Organic and Inorganic Nutrient Sources for Soil Fertility Maintenance and Replenishment. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51: 193-217.
- Prasetyo, B.H. dan Suriadikarta, D.A. 2006. Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan KERING di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25 (4): 39-46.
- Radjaguguk, B. 1983. Masalah Pengapuran Tanah Mineral Masam Di Indonesia. Makalah Seminar, Faperta UGM, Yogyakarta : 1-47.
- Rees, R.M., Ball, B.C., Campbell, C.D. and Watson, C.A. 2001. Organic Matter-the Sustenance of Soil. Dalam R.M. Rees *et al.*, (eds.), *Sustainable Management of Soil Organic Matter*. CABI Publ., Wallingford, UK. p:1-5.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus Chemistry: Genesis, Composition and Reaction*. John Willey and Sons, New York.
- Supriyadi 2003. Studi Penggunaan Biomasa *Tithonia diversifolia* dan *Tephrosia candida* Untuk Perbaikan P dan Hasil Jagung (*Zea mays* L) di Andisol. Disertasi PPS Unibraw Malang. 172 h.
- Wawan. 2002. Pengelolaan Subsoil Masam Untuk Peningkatan Produksi Tanaman Pangan. Makalah Falsafah Sains. PPS-IPB, Bogor.
- Yusuf, W.A., Jumberi, A., Haris, A. dan Simatupang, R.S. 2004. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Terhadap Fitotoksitas Aluminium Pada Tanah Masam. *J. Tanah Trop.* 18: 109-115.
- Zimmer, G. 2004. Humates and Humic Substances. *Bio-Correct Inputs for the Eco-Farmer*. *ACRES* 34 (1): 1-2.