

Pengaruh Kombinasi Senyawa Humik dan CaCO₃ terhadap Aluminium dan Fosfat *Typic Paleudult* Kentrong Banten

Sugeng Winarso¹, Eko Handayanto², Syekhfani², dan Didik Sulistyanto¹

Makalah diterima 14 Juli 2008 / disetujui 24 Januari 2009

ABSTRACT

Effect of Humic Compounds and CaCO₃ Combination on Aluminium and Phosphate of *Typic Paleudult* Kentrong Banten (S. Winarso, E. Handayanto, Syekhfani and D. Sulistyanto): Decomposition of organic matter releases humic compounds, that can chelate metals include Al in acidic soils. This chelation of Al is important for decreasing of Al activity and P fixation in acidic soils. This study was aimed to test the effect of humic compounds extracted from rice-straw compost and CaCO₃ combination on aluminium activity and phosphate (available P) on an Ultisol (*Typic Paleudult*) collected from Kentrong Banten. A laboratory study was conducted by series concentration of CaCO₃ (0, 500, 1.000, 2.000, dan 3.000 ppm) in 8 grams of acidic soil. The acidic soil had previously been subjected to continuously addition of humic compounds and none. Then, these mix of soil and CaCO₃ were added 40 ml contained 5.000 ppm humic compounds to obtain 1:5 soil:suspension ratio and control was made by using aquadest. They were shaken for 2 hours every day and pH was measured. At 11st days incubation Al_{exch} (N KCl) and soluble of P (PB and PC) were measured. The results showed that liming or addition of CaCO₃ to the acidic soils decreased Al_{exch} (precipitated to be Al(OH)₃) linearly with formula $y = -0.778x + 6.108$; $y = Al_{exch}$ (Cmol kg⁻¹), $x = CaCO_3$ (M); $R^2 = 0,916$. Combination addition of humic compounds and CaCO₃ was able to increase pH and Al_{exch} up to not detected. The increased of P-soluble or desorption P until 384% took place at addition of 0.0016 M CaCO₃ and 5000 ppm humic compounds. More desorption of P was observed if the acidic soils has previously been subjected to continuously addition of humic compounds, such us the increased of soluble P up to 739% at addition of CaCO₃ 0.0008 M.

Keywords: Al_{exch}, CaCO₃, humic compound, P desorption

PENDAHULUAN

Pengapuran tanah masam untuk mengatasi permasalahan kelarutan Al yang tinggi telah lama dilakukan (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006; Mitchell, 2006; USDA, 1999) bahkan taraf kapur yang dibutuhkan untuk menetralsir Al_{dd} juga telah ditemukan (Soepardi, 1985; Arya, 1990); sehingga pengapuran telah menjadi kebiasaan beberapa petani. Walaupun pengapuran telah terbukti dapat mengatasi permasalahan Al, akan tetapi jangka panjang pengapuran saja akan berdampak pada pengurusan hara seperti K (Rima, 2002) N, dan P; sehingga menyebabkan ketidaksetimbangan hara dalam tanah. Juga dinyatakan oleh Saito and Sakuma (1995), bahwa pada jangka panjang menunjukkan peningkatan pemupukan (N, P, dan K) di lahan-lahan

di Jepang diikuti dengan peningkatan kebutuhan kapur, sehingga direkomendasikan untuk pengelolaan terpadu untuk mengurangi input.

Penelitian pengaruh pengapuran dan/atau kombinasinya dengan bahan organik juga banyak dilakukan. Penggunaan bahan kapur baik kalsit maupun dolomit dalam kombinasinya dengan bahan organik pada tanah masam dalam hubungannya dengan tanaman kedelai dilaporkan oleh Subandi (2007). Pemberian bahan organik limbah pertanian secara langsung atau komposnya juga telah menjadi kebiasaan petani, akan tetapi dibutuhkan dalam jumlah yang sangat banyak apabila ditujukan untuk menetralsir Al pada tanah masam (Winarso, 1996; Hakim, 1982). Sedangkan percobaan penggunaan senyawa humik dalam kombinasinya dengan kapur masih sangat sulit ditemukan. Padahal peran yang

¹Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember - Jl. Kalimantan 33 Jember 68121

²Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya (UB), Jl. Veteran Malang

J. Tanah Trop., Vol. 14, No. 2, 2009: 89-95

ISSN 0852-257X

sangat baik bahan organik, khususnya kalau dihubungkan dengan penurunan Al_{dd} atau kelat, bahan organik tersebut harus mengalami pelapukan dan melepaskan senyawa humik, baik asam humik, asam fulvik dan humin.

Percobaan laboratorium penambahan senyawa humik pada tanah masam (*Typic Paleudult*) 3.000 ppm dengan perbandingan tanah:larutan 1:5, ternyata justru menurunkan P-larut (terjadi adsorpsi, P-larut tanah berkurang). Adsorpsi P oleh penambahan senyawa humik 3.000 ppm tersebut adalah 49,15% apabila dibandingkan dengan P-larut awal (2,18 ppm). Gambaran sebaliknya terjadi apabila tanah diperlakukan dahulu dengan penambahan senyawa humik secara terus menerus, dan selanjutnya dilakukan penambahan senyawa humik 3000 ppm seperti di atas. Peningkatan P-larut tanah terjadi hingga 126% terhadap P-larut awal sebesar 1,37 ppm (terjadi desorpsi, P-larut tanah meningkat) (Winarso et al., 2008).

Berdasarkan gambaran tersebut di atas menunjukkan bahwa rendahnya kesuburan tanah masam selain disebabkan oleh kelarutan Al yang tinggi juga disebabkan oleh rendahnya ketersediaan unsur hara P. Salah satu cara mengatasi permasalahan utama tanah masam tersebut dapat dilakukan dengan mengurangi tingginya kelarutan Al_{dd} dengan mengkelatnya (ikatan koordinasi kompleks, kuat dan cukup stabil) oleh senyawa humik (asam humik, asam fulvik, dan humin) (Stevenson, 1982; Winarso, 2007). Menurunnya kelarutan (aktivitas Al) juga akan berdampak pada berkurangnya penyanggaan pH rendah dan mengurangi kemampuan tanah menjerap P (Agbenin, 2003), sehingga ketersediaan P untuk tanaman dapat meningkat atau terjadi desorpsi P.

Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah menguji pengaruh kombinasi senyawa humik ekstrak kompos jerami padi dan CaCO_3 (kapur) terhadap aktivitas alumunium (Al_{dd}) dan fosfat (P-tersedia) Ultisol Kentrong Banten yang mempunyai Al_{dd} tinggi (6,7 me.100g⁻¹ tanah dan pH 4,2) dan ketersediaan P Bray-1 hanya 1 ppm.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ultisol (*Typic Paleudult*) dari Kentrong Banten yang mempunyai Al_{dd} tinggi (6,7 me 100 g⁻¹ tanah dan pH 4,2) dan ketersediaan P Bray-1 hanya 1 ppm, CaCO_3 , dan senyawa humik diekstrak dari kompos jerami padi secara murni. Ekstraksi dan pengomposan

jerami padi dilakukan tanpa ada penambahan bahan-bahan kimia yang dapat mempengaruhi karakteristik senyawa humik. Ekstraksi atau pemisahan senyawa humik dilakukan dengan pemerasan kompos jerami padi yang telah menjadi kompos dan menampung tetesan atau aliran bahan cairan selama proses pengomposan. Ekstraksi secara kimia dengan menambahkan NaOH tidak dilakukan untuk menghindari adanya bahan-bahan dari luar menjadi bagian dari senyawa humik. Konsentrasi senyawa humik yang didapatkan 5.630 ppm, N total 4,1%, P total 1 ppm, dan pH 7,38.

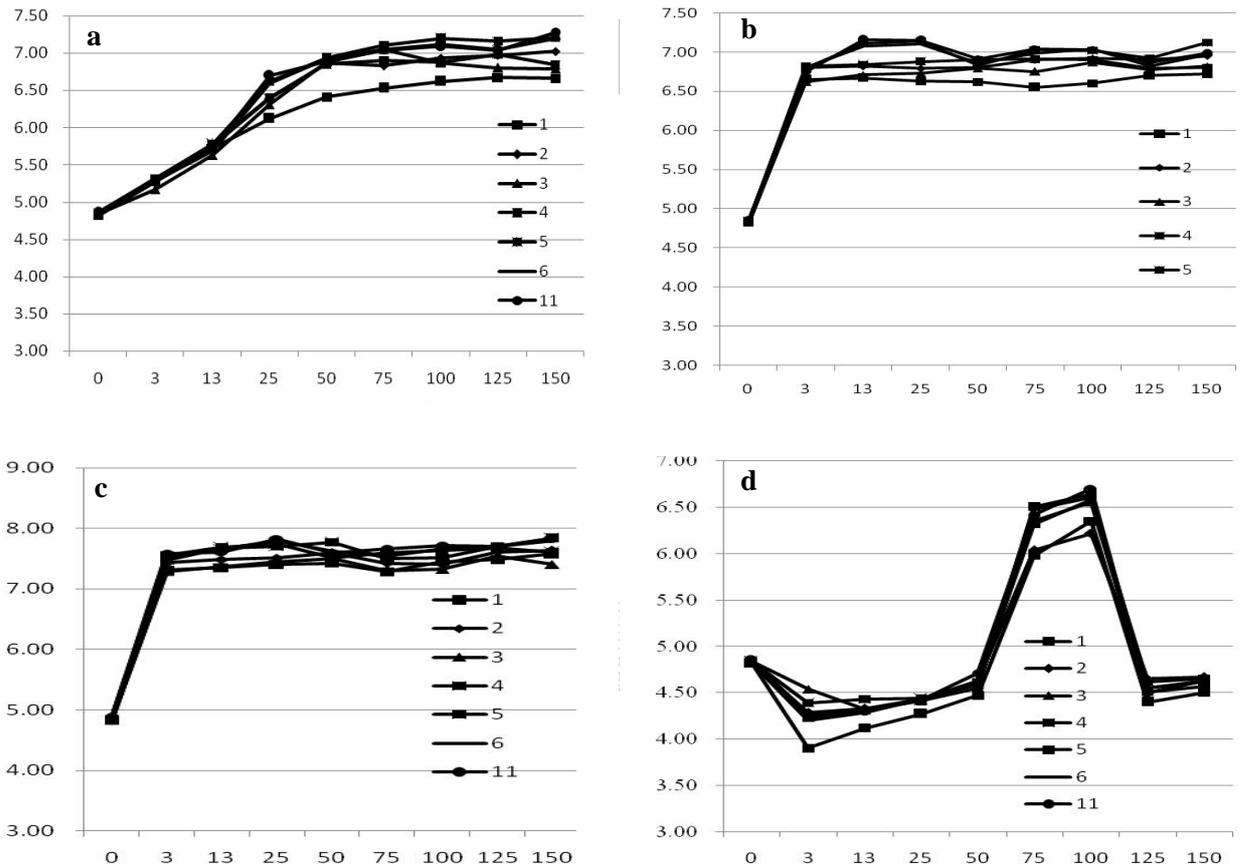
Percobaan laboratorium untuk menguji aktivitas Al_{dd} dan P-tersedia tanah terhadap berbagai penambahan kombinasi senyawa humik dan CaCO_3 dikembangkan berdasarkan hasil percobaan sebelumnya (Winarso et al., 2008) yaitu dengan melakukan seri konsentrasi kapur, CaCO_3 (0, 500, 1.000, 2.000, dan 3.000 ppm) pada tanah masing-masing 8 gram. Tanah yang digunakan adalah *Typic Paleudult* yang sebelumnya diperlakukan dengan penambahan senyawa humik terus menerus (untuk mendekati kondisi alam apabila diberikan bahan organik atau kompos, konsentrasi total sekitar 0,1%) dan tanpa perlakuan senyawa humik sebelumnya. Selanjutnya campuran tanah dan kapur diberi senyawa humik 5.000 ppm sekitar 40 ml untuk mendapatkan perbandingan tanah:suspensi 1:5. Sedangkan untuk kontrol, campuran tanah dan kapur hanya ditambah aquades untuk mendapatkan perbandingan 1:5. Setiap hari dikocok selama 2 jam dan diukur pH suspensi secara langsung. Pada hari ke 11 dianalisis Al_{dd} (metode titrasi N KCl) dan P-larut.

Sebelum dilakukan percobaan di atas dilakukan percobaan pengaruh kombinasi senyawa humik [(sebelumnya tanah diperlakukan dengan penambahan senyawa humik terus menerus (total 1%) dan tidak atau hanya ditambah 5.000 ppm senyawa humik)] dengan CaCO_3 terhadap pH tanah masam, yang dibandingkan dengan sumber senyawa organik sintetik, 5% EDTA, dan kontrol. Konsentrasi CaCO_3 yang digunakan adalah 0, 3, 13, 25, 50, 75, 100, 125, dan 150 μM .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemasaman dan Aktivitas Al_{dd} Tanah

Perubahan pH H₂O Tanah Masam (Ultisol Kentrong Banten) terhadap berbagai perlakuan dan



Gambar 1. Perubahan pH H₂O tanah masam (a. Tanah tanpa perlakuan, b. Tanah ditambah SH 5.000 ppm, c. Tanah Ditambah SH terus menerus, dan d. Tanah ditambah EDTA) terhadap berbagai pemberian CaCO₃. Catatan: 1,2,3,4,5,6,11 adalah hari pengamatan.

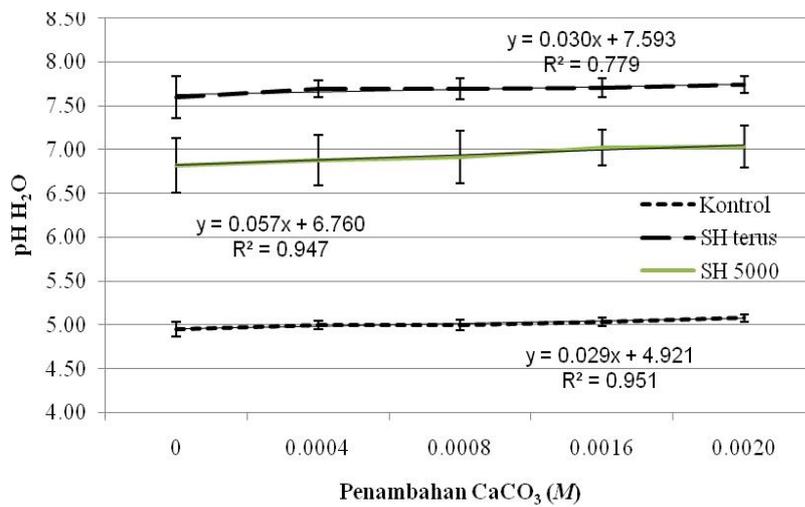
cara penambahan senyawa organik, yang dikombinasikan dengan berbagai pemberian CaCO₃ disajikan pada Gambar 1. Pada Gambar tersebut menunjukkan bahwa terjadi perbedaan perubahan pH H₂O tanah masam yang diperlakukan dengan penambahan kapur (CaCO₃) yang dikombinasikan dengan a. tanpa kombinasi (kontrol), b. dengan SH 5.000 ppm, c. dengan SH yang diberikan secara terus menerus, dan d. dengan EDTA murni (pa) pada beberapa hari inkubasi. Peningkatan pH tanah oleh CaCO₃ yang dikombinasikan dengan penambahan senyawa humik 5.000 ppm (b) hampir sama dengan yang tidak dikombinasikan atau kontrol (a), yang membedakan hanya pada pH 6,5 dicapai dengan penambahan 3 mM CaCO₃. Sedangkan untuk tanah yang tanpa kombinasi (kontrol), pH 6,5 dicapai setelah ditambahkan CaCO₃ sebanyak sekitar 10 kali yaitu antara 25 hingga 50 mM. Kombinasi CaCO₃ dengan penambahan senyawa humik yang diberikan secara terus menerus (c) hampir sama dengan yang

dikombinasikan dengan penambahan senyawa humik 5.000 ppm (b), yang membedakan hanya penambahan 3 mM CaCO₃ pH langsung berubah menjadi 7,5 atau naik satu digit. Gambar 1, yang menunjukkan kombinasi CaCO₃ dengan penambahan 5% EDTA murni (1,24% C), awalnya justru menurunkan pH tanah hingga di bawah 4 untuk penambahan 3 hingga 25 mM CaCO₃ dan naik secara drastis setelah penambahan 75 hingga 100 mM CaCO₃. Peningkatan penambahan CaCO₃ 100 hingga 125 menurunkan pH lagi hingga mendekati 4. Ethylene diamine tetracetic acid atau sering disingkat EDTA merupakan senyawa organik sintetik dengan rumus kimia C₁₀H₁₆N₂O₈ atau (HO₂CCH₂)₂NCH₂CH₂N(CH₂CO₂H)₂, mengandung empat gugus karboksilat (COOH) dan dua gugus amin (NH) untuk setiap molekulnya (Wikipedia, 2008) dan mempunyai kekuatan pengkelatan lebih tinggi dibandingkan dengan asam humik, asam fulvik, asam amino, asam sitrat dan asam malaik (Wilson dan Kinney, 1976).

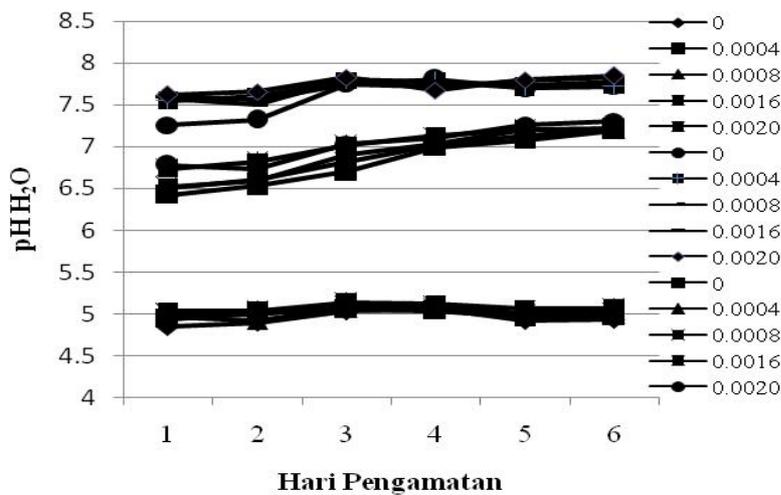
Pada Gambar 1 baik a, b, c, dan d juga menunjukkan bahwa evaluasi perubahan pH tanah yang diperlakukan dengan kombinasi CaCO₃ dengan bahan organik berbagai sumber berdasarkan waktu inkubasi 1 hingga 11 hari tidak berbeda secara tegas atau hampir sama.

Penurunan konsentrasi penambahan CaCO₃ hingga 0,0020 M atau 2 mM yang dikombinasikan dengan senyawa humik (5.000 ppm dan pemberian terus menerus) terhadap pH disajikan pada Gambar 2 dan 3; Al_{dd} pada Gambar 4 dan P-larut atau P-tersedia pada Gambar 5. Berdasarkan Gambar 2

menunjukkan bahwa penambahan CaCO₃ yang dikombinasikan dengan senyawa humik tersebut polanya sama yaitu meningkat secara garis lurus, walaupun peningkatannya kecil. Perlakuan senyawa humik baik pemberian 5.000 ppm maupun pemberian secara terus menerus, sejak awal (tanpa penambahan CaCO₃) sudah mempunyai pH lebih tinggi, yaitu di atas 6,5 untuk penambahan 5.000 ppm dan lebih dari 7,5 untuk penambahan senyawa humik terus menerus. Gambar 3 juga menunjukkan bahwa evaluasi pH pada beberapa hari hingga 6 hari inkubasi tidak banyak merubah pH. Hal ini sesuai dengan yang telah dilakukan pada Gambar 1.



Gambar 2. Perubahan H₂O tanah masam pada berbagai penambahan CaCO₃ dan senyawa humik.

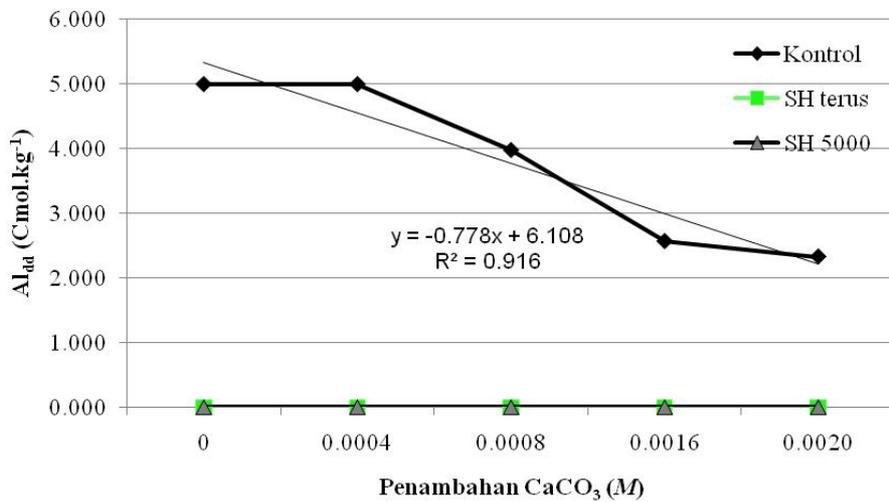


Gambar 3. Perubahan pH H₂O tanah masam pada berbagai penambahan CaCO₃ dan senyawa humik (bawah, kontrol); (tengah, penambahan SH 5.000 ppm); dan (atas, penambahan SH terus menerus) yang dilakukan selama 6 hari berturut-turut.

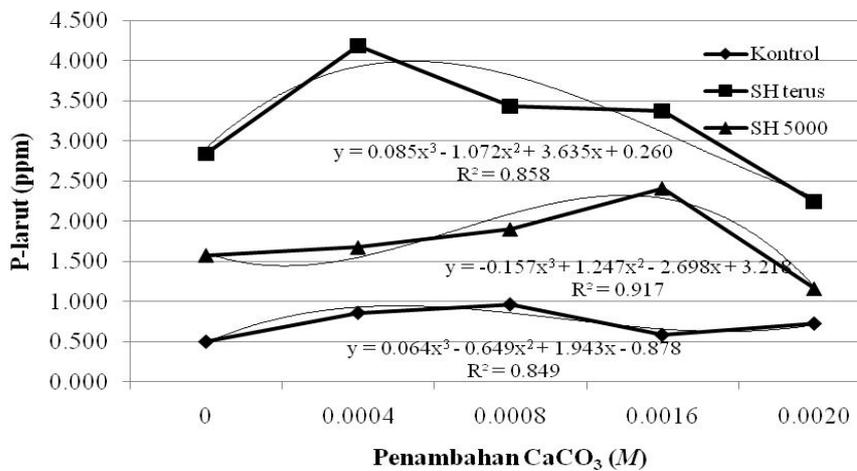
Perlakuan kombinasi CaCO_3 dengan senyawa humik meningkatkan pH lebih dari 6,5 tersebut berakibat pada tidak terdeteksinya Al_{dd} tanah masam atau dikatakan Al aktif yang bersifat meracun menghilang. Sesuai dengan yang telah dijelaskan di atas bahwa hilangnya Al_{dd} ini disebabkan oleh mengendap dan dikelat oleh gugus fungsional yang dikandung oleh senyawa humik. Perubahan Al_{dd} tanah pada berbagai penambahan CaCO_3 dan berbagai perlakuan penambahan senyawa humik disajikan pada Gambar 4. Sedangkan untuk kontrol, yaitu hanya perlakuan penambahan CaCO_3 menurunkan Al_{dd} tanah secara garis lurus dengan rumus $y = -0,778x + 6,108$; $y = \text{Al}_{\text{dd}}$ (Cmol kg^{-1}), $x = \text{CaCO}_3$ (M); $R^2 = 0,916$.

Perubahan P-Larut Tanah

Perlakuan kombinasi CaCO_3 dengan senyawa humik telah meningkatkan pH lebih dari 6,5 dan menurunkan Al_{dd} hingga tidak terdeteksi tersebut berdampak pada P-larut atau P-tersedia tanah. Perlakuan kombinasi tersebut menyebabkan perubahan P-larut tanah sesuai dengan persamaan kubik, yaitu mula-mula P-larut meningkat dengan peningkatan penambahan CaCO_3 , dan apabila penambahan diteruskan justru terjadi penurunan P-larut hingga pada konsentrasi lebih rendah dari nilai awalnya. Kondisi ini dikatakan pengapuran yang berlebihan (over liming), kelebihan pemberian kapur (Ca) menyebabkan banyaknya P-larut diikat oleh Ca



Gambar 4. Perkembangan Al_{dd} tanah pada berbagai penambahan CaCO_3 dan senyawa humik.



Gambar 5. Perubahan P-larut tanah masam pada berbagai penambahan CaCO_3 dan senyawa humik.

Tabel 1. Peningkatan P-larut tanah masam pada berbagai penambahan CaCO₃ dan senyawa humik.

Penambahan CaCO ₃ (10 ⁻⁴ M)	Peningkatan P-larut terhadap Kontrol (%)		
	Kontrol	SH terus-menerus	SH 5.000
0	0	470	217
4	72	739	236
8	93	588	281
16	17	577	384
20	45	351	133

menjadi endapan Ca-P dan tidak tersedia bagi tanaman. Konsentrasi P-larut pada perlakuan kontrol atau tanpa kombinasi dengan senyawa humik, relatif tetap rendah atau bahkan cenderung menurun dengan makin meningkatnya pemberian CaCO₃. Hal ini, menggambarkan bahwa pengapuran saja pada tanah masam belum bisa menyelesaikan masalah ketersediaan P untuk tanaman. Sehingga harus diikuti dengan penambahan pupuk P. Berbeda dengan pemberian CaCO₃ yang dikombinasikan dengan senyawa humik, selain meningkatkan pH juga dapat meningkatkan P-larut mulai dari 3 hingga 10 kali dibandingkan dengan kontrol (tanpa penambahan senyawa humik). Gambaran ini menunjukkan bahwa pemberian senyawa humik saja sudah dapat meningkatkan P larut atau terjadi desorpsi P (Gambar 5 pada penambahan CaCO₃ nol). Selanjutnya desorpsi P akan makin besar dengan makin meningkatkan penambahan CaCO₃. Konsentrasi P-larut tanah maksimum ($y = 2,3$ ppm) yang diperlakukan penambahan senyawa humik 5.000 ppm terjadi pada penambahan CaCO₃ atau $x = 0,0014$ M (lebih dari dua kali banyaknya) apabila dibandingkan dengan yang diperlakukan dengan penambahan senyawa humik secara terus menerus, yaitu P-larut maksimum ($y = 4$ ppm) dicapai pada penambahan CaCO₃ ($x = 0,00055$ M. Sedangkan kondisi pH tanah pada kondisi P-larut maksimum adalah sekitar 7 untuk penambahan senyawa humik 5.000 ppm dan sekitar 7,65 untuk penambahan senyawa humik terus menerus. Berdasarkan penjelasan di atas menunjukkan bahwa perbaikan permasalahan utama tanah masam, Al_{dd} tinggi dan P fiksasi tinggi, akan sangat efektif apabila perlakuan CaCO₃ (pengapuran) digabungkan dengan penambahan senyawa humik. Selain itu, berdasarkan gambaran tersebut, kombinasi perlakuan CaCO₃ dan senyawa humik disarankan untuk diaplikasikan pada tanah masam, khususnya

tanah masam yang telah mengalami pemupukan P secara terus menerus (P-total sangat tinggi).

Persentase peningkatan P-larut tanah pada berbagai penambahan CaCO₃ yang dikombinasikan dengan penambahan senyawa humik disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel tersebut menunjukkan bahwa pengapuran (CaCO₃) sudah dapat meningkatkan P-larut atau menyebabkan desorpsi P. Selanjutnya desorpsi P ini akan meningkat hingga 384% apabila penambahan CaCO₃ sebanyak 0,0016 M dengan senyawa humik 5.000 ppm. Persentase desorpsi P akan jauh meningkat lagi apabila senyawa humik ditambahkan secara terus menerus, yaitu meningkat hingga 739% pada penambahan CaCO₃ 0,0008 M.

KESIMPULAN

Pengapuran dengan CaCO₃ dapat menurunkan Al_{dd} tanah secara garis lurus dengan rumus $y = -0,778x + 6,108$; $y = Al_{dd}$ (Cmol kg⁻¹), $x = CaCO_3$ (M); $R^2 = 0,916$. Selanjutnya perlakuan kombinasi CaCO₃ dengan senyawa humik meningkatkan pH tanah hingga menjadi lebih dari 6,5; sehingga Al_{dd} tidak terdeteksi. Selain itu pengapuran dengan CaCO₃ juga dapat meningkatkan P-larut atau menyebabkan desorpsi P dan desorpsi P ini akan meningkat hingga 384% apabila penambahan CaCO₃ sebanyak 0,0016 M dengan senyawa humik 5.000 ppm. Persentase desorpsi P akan jauh meningkat lagi apabila senyawa humik ditambahkan secara terus menerus, yaitu meningkat hingga 739% pada penambahan CaCO₃ 0,0008 M.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada Muhhamad Ilham atas bantuannya dalam pelaksanaan kegiatan

penelitian. Makalah ini merupakan bagian dari disertasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abruna, F., R.W. Pearson, and R. Perez-Escolar. 1975. Lime response of corn and beans in typical Ultisols and Oxisols of Puerto Rico. In E. Bornemisza and Alvarado (Eds.). Soil Management in Tropical America. Proceeding of a Seminar, North Caroline State University, Raleigh, pp. 262-279.
- Agbenin., J.O. 2003. Extractable Iron and Aluminum Effects on Phosphate Sorption in a Savanna Alfisol. Soil Sci. Soc. Am. J. 67: 589-595.
- Arya, L.M. 1990. Properties and process in upland acid soils in Sumatera and their management for crop production. Sukarami Research Institute for Food Crops. 109 p.
- Hakim, N. 1982. Pengaruh pemberian pupuk hijau dan kapur pada tanah Podzolik Merah Kuning terhadap ketersediaan fosfor dan produksi tanaman jagung (*Zea Mays*). Disertasi Doktor. Fakultas Pascasarjana IPB. Bogor.
- Mitchell, C.C. Soil Acidity and Liming (Overview). http://hubcap.clemson.edu/~blpprt/acidity2_review.html; Diakses 15 April 2006.
- Moody, P.W. and R.L. Aitken. 1995. Soil acidification and lime use in some agricultural systems in Queensland Australia. In: R.A. Date, N.J. Grundon, G.E. Rayment and M.E. Probert (Eds.). 1995. Palnt-Soil Interactions at Low pH: Principles and Management. Kluwer Academic Publishers. London, pp. 749-752.
- Prasetyo, B.H. dan D.A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. J. Litb. Pert.. 25(2): 39-46
- Rima, V. 2002. Acidification of soil-the indicator of chemical soil degradation process. World Congress of Soil Science 17. 14-21 August 2002. Thailand. Paper No.10: 1-7.
- Saito, M. and T. Sakuma .1995. Historical review of liming practices in Hokkaido, Northern Japan. In: R.A. Date, N.J. Grundon, G.E. Rayment and M.E. Probert (Eds.). 1995. Palnt-Soil Interactions at Low pH: Principles and Management. Kluwer Academic Publishers. London. 753-755.
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Institut Pertanian Bogor.
- Stevenson, F.J. 1982. Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reaction. A Wiley-Interscience Pub. John Willey and Sons. Toronto.
- Subandi. 2007. Teknologi Produksi dan Strategi Pengembangan Kedelai pada Lahan Kering Masam. Iptek Tanaman Pangan Vol. 2 (1): 12-24.
- USDA. 1999. Liming To Improve Soil Quality in Acid Soils. Technical Note No. 8. May 1999. Independence Avenue, SW, Washington, D. C. 20250-9410.
- Wilson, D. E.and P. Kinney. 1976. Effects of polymeric charge variations on the proton-metal ion equilibria of humic materials. Department of Environmental Sciences, University of Virginia, Charlottesville 22903.
- Winarso, S. 1996. Pengaruh penambahan bahan organik segar dan dikomposkan terhadap pengkelatan aluminium oleh senyawa-senyawa humik pada Typic haplohumult. Tesis S2. Institut Pertanian Bogor.
- Winarso, S. 2007. Efektivitas Kombinasi Senyawa Humik, Bakeri Pelarut Fosfat, dan Zeolit dalam Memperbaiki Tanah Mineral Masam. Prosiding Seminar HITI 2007: Solusi Miskelola Tanah dan Air untuk Memaksimalkan Kesejahteraan Rakyat. Fakultas Pertanian UPN Veteran Yogyakarta. Buku 2: 1175-1185.
- Winarso, S., E. Handayanto, Syekhfani, dan D. Sulistyanto. 2008. Pengaruh senyawa humik terhadap aktivitas aluminium dan Fosfat Typic Paleudult Kentrong Banten. J. Agrivita. In Press.