PENGARUH BERBAGAI JENIS KAPUR DALAM APLIKASI PENGAPURAN UNTUK MEMPERBAIKI SIFAT KIMIA ULTISOL

Effect of Various Types of Lime in Liming Application to Improve Chemical Properties of Ultisols

Amsar Maulana*, Herviyanti, Teguh Budi Prasetyo

Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat 25163

*Penulis korespondensi: amaulana.1005@gmail.com

Abstract

Liming increases soil fertility through improved soil conditions in acidic soils (Ultisols). This study aimed to determine the effect of limes [CaO; Ca(OH)₂; CaCO₃ and CaMg(CO₃)₂] on the chemical properties of Ultisols of Limau Manis Padang. Treatments tested in this study application of four types of lime, i.e. A = CaO; B = Ca(OH)₂; C = CaCO₃; dan D = CaMg(CO₃)₂ on an Ultisol. A control treatment with no application of lime was also included in this study. After incubation of the soil-lime mixtures for two weeks, the results of the study showed that liming using dolomite [CaMg(CO₃)₂] was more effective in improving the chemical properties of Ultisols, compared to other types of lime [CaO; Ca(OH)₂; CaCO₃]. The effect of dolomite on 1*exchangeable Al (1 me Ca 100 g⁻¹) improved chemical properties of an Ultisol from Limau Manis Padang such as pH H₂O by 0.35 unit, available P by 1.03 ppm, exchangeable Al by 0.91 cmol_c kg⁻¹; exchangeable H by 0.92 cmol_c kg⁻¹; CEC by 10.49 cmol_c kg⁻¹; exchangeable K by 0.03 cmol_c kg⁻¹; exchangeable Ca by 0.44 cmol_c kg⁻¹ and exchangeable Mg by 1.34 cmol_c kg⁻¹, compared to control.

Keywords: *acidic soil, chemical properties, lime, Ultisol*

Pendahuluan

Keasaman tanah merupakan masalah global dalam produksi pangan untuk populasi manusia yang semakin bertumbuh dan ketersediaan tanah marjinal atau tanah masam yang berlimpah seperti Ultisol. Sekitar 30% tanah di dunia berada di bawah pengaruh pengasaman (Shaaban *et al.*, (2015). Ultisol adalah salah satu jenis tanah yang ada di Indonesia yang tersebar di beberapa pulau besar yang mencapai wilayah sekitar 45.794.000 ha dengan 25% dari total luas daratan Indonesia. Lahan ini berkembang pada berbagai topografi, dari bergelombang hingga bergunung-gunung dengan curah hujan yang tinggi (Alibasyah, 2016). Di Sumatera Barat, Ultisol tersebar luas di berbagai daerah, salah satunya di Kota Padang, seperti tanah di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Limau

Manis Padang. Ultisol di daerah ini termasuk sub-order Udult dan sub-kelompok Tropoxult Orthoxic (Yulnafatmawita *et al.*, 2008), dan reaksi tanah masam (pH <4,5), kejenuhan Al tinggi dan kejenuhan basa rendah, kapasitas pertukaran kation dan kandungan bahan organik rendah (Alibasyah, 2016). Ultisol juga memiliki permeabilitas lambat hingga sedang, dan stabilitas agregat rendah sehingga sebagian besar tanah ini memiliki kapasitas menahan air rendah dan peka terhadap erosi (Alibasyah, 2016).

Pengasaman tanah adalah proses alami permanen yang ada di sebagian besar tanah yang digunakan untuk produksi tanaman. Jika langkah-langkah yang tepat untuk koreksi keasaman tanah yang berlebihan tidak diterapkan, maka tanah itu akhirnya akan menjadi lebih masam. Dalam meningkatkan kesuburan tanah masam melalui penerapan

bahan pengapuran yang berbeda adalah praktik yang diakui secara luas untuk meningkatkan produktivitas tanah dan tanaman dengan melakukan 4 ketentuan yaitu dosis yang tepat, cara yang tepat, waktu yang tepat, dan kondisi yang tepat. (Rastija *et al.*, 2014). Namun, pada nilai pH yang sama tanah yang berbeda memberikan respons yang berbeda terhadap jumlah bahan kapur yang sama dan jenis kapur yang berbeda seperti CaO (kapur api atau kalsium oksida); $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (kapur terhidrasi atau kalsium hidroksida); CaCO_3 (batu kapur atau kalsit atau kalsium karbonat) dan $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (dolomit). Ketersediaan kelarutan dan nutrisi sangat tergantung pada pH tanah. Salah satu konsekuensi paling jelas dari rendahnya pH tanah di Limau Manis adalah tingkat fosfor yang tersedia (P_2O_5) dan sifat kimia lainnya tidak mencukupi. Berdasarkan latar belakang tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari perbedaan jenis kapur [CaO ; $\text{Ca}(\text{OH})_2$; CaCO_3 dan $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] pada sifat kimia Ultisols Limau Manis Padang.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang, mulai dari Mei hingga Desember 2018.

Persiapan sampel tanah dan kapur

Ultisol yang digunakan untuk percobaan ini diambil secara komposit pada kedalaman 0 - 20 cm dari permukaan tanah di Kebun Percobaan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Limau Manis Padang. Kemudian sampel tanah dikeringkan anginkan, dihaluskan lalu diayak dengan ayakan 2 mm dan diaduk sampai homogen. Kadar air tanah ditentukan, kemudian sampel yang diayak dimasukkan ke dalam pot yang masing-masing setara dengan 500 g berat kering mutlak. Kapur yang diberikan untuk semua perlakuan dan dicampur dengan tanah. Empat jenis kapur adalah CaO; $\text{Ca}(\text{OH})_2$; CaCO_3 dan $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Keempat jenis kapur yang digunakan adalah produk perusahaan swasta di Indonesia, di mana deskripsi masing-masing jenis kapur adalah sebagai berikut: (1) kapur aktif yang digunakan

adalah 325 mesh (0,0017 inci, 44 μm) dengan kandungan CaO 90% dan 1 % kandungan air; (2) kapur hidrat pada 325 mesh dengan 95% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konten dan 1% kadar air; (3) kalsit dalam ukuran 325 mesh dengan kandungan CaCO_3 98.5% dengan pH > 9 unit dan proporsi 2.67 g cm^{-3} dan kadar air 0.1 – 0.4% (PT. Niraku Jaya Abadi, 2017) dan (4) Dolomit pada 325 mesh dengan 21% konten MgO dan 30% CaO; dengan pH > 9,5 unit dan proporsi 2.66 – 2.75 g cm^{-3} dan kadar air 0.1 – 0.5% (CV. Libra Mandiri Pratama, 2017).

Pelaksanaan penelitian dan analisis tanah

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 3 ulangan berjumlah 15 unit eksperimen. Formulasi penelitian menggunakan empat jenis kapur sebagai berikut: K = kontrol; A = CaO; B = $\text{Ca}(\text{OH})_2$; C = CaCO_3 ; dan D = $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Penelitian ini menggunakan berbagai jenis kapur dalam proses pengapuran yang ditentukan berdasarkan Al-dd tanah untuk menetralkan potensi racun terhadap tanaman. Jumlah kapur yang diberikan setara dengan 1*Al-dd (1 me Ca 100 g⁻¹) atau sebanyak CaO sebesar 0,45 g pot⁻¹; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kali 0,59 g pot⁻¹; CaCO_3 dengan 0,79 g/pot dan $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ dengan 1,47 g pot⁻¹ dengan Al-dd tanah sebesar 3.19 cmol_c kg⁻¹. Kemudian diaduk sampai homogen, kemudian lakukan penyiraman hingga berada pada kapasitas lapangan dan diinkubasi selama 2 minggu. Selanjutnya dilakukan analisis tanah di laboratorium. Analisis tanah sebagai berikut: pH H₂O (1:1) dengan metode Elektrometri, Al dan H-dd dengan metode Volumetric, KTK dan K; Ca; dan Mg-dd dengan metode pencucian NH_4OAc 1N pH 7 dan diukur menggunakan AAS, P-tersedia dengan metode Bray II, C organik dengan metode Walkley and Black, N total dengan metode Kjeldahl (Balai Penelitian Tanah, 2012).

Analisis statistik

Hasil penelitian dilakukan analisis statistik menggunakan *Software* Statistix 8, dalam menganalisis peningkatan sifat kimia Ultisol dengan berbagai jenis kapur. Data dianalisis secara statistik dengan uji F analisis varians (ANOVA), jika pengobatan F dihitung lebih besar dari tabel F pada tingkat 5% yang diajukan dan ketika berbeda nyata (*) (p

<0.05), sangat nyata (**) ($p < 0.01$). Rata-rata dibandingkan dengan menggunakan Uji Lanjut *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT).

Hasil dan Pembahasan

Pada Gambar 1A dapat dilihat bahwa pengaruh perbedaan jenis kapur berpengaruh nyata terhadap pH, P tersedia, Al dan H-dd dengan penambahan kapur sesuai rekomendasi yang diberikan yaitu 1×1 me Ca 100 g^{-1} pada Ultisol. pH tanah meningkat dengan penambahan berbagai kapur sementara itu kalium yang dapat dipertukarkan meningkat seiring dengan penambahan berbagai jenis kapur (Gambar 1C) masing – masing sebesar 0.18; 0.24; 0.30; 0.35 unit, dibandingkan dengan kontrol. Waktu yang diperlukan untuk menormalkan pH tergantung pada berbagai faktor, termasuk jumlah kapur yang ditambahkan dan kapasitas penyangga tanah (Nyberg *et al.*, 2011).

Interpretasi hasil yang ditunjukkan oleh Jasmin dan Heenye (1961) bahwa tanah asam yang berbeda, memiliki kebutuhan kapur dan jumlah kapur yang berbeda sesuai dengan kebutuhan sebagai fungsi dari pH dan kalsium yang dapat dipertukarkan didalam tanah (Gambar 1C). Peningkatan pH yang terjadi karena pengapuran memberikan pengaruh nyata pada pengurangan Al dan H-dd didalam tanah masing – masing sebesar 0.30; 0.45; 0.76 dan $0.91 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ untuk Al-dd dan 0.00; 0.46; 0.76 dan $0.92 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, dibandingkan dengan kontrol. Berdasarkan reaksi kapur didalam tanah akan menghasilkan kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) khusus dolomit dalam larutan tanah, sehingga menghasilkan kejenuhan basa yang lebih tinggi. Pada saat yang sama, ion aluminium (Al^{3+}) digantikan oleh Ca dan Mg dan dinetralkan oleh ion OH. Selanjutnya, Ca dan Mg bergabung dengan HCO_3^- dan selanjutnya membentuk $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, yang mengakibatkan pH tanah masam meningkat (Paradelo *et al.* 2015).

Penurunan Al dan H-dd menyebabkan P tersedia mengalami peningkatan (Gambar 1A) masing-masing sebesar 0.15; 0.26; 0.67 dan 1.03 ppm P, dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan fosfor yang tersedia ditunjukkan dengan setiap penambahan kapur pertanian dapat dijelaskan dengan pelepasan fosfor organik yang disebabkan oleh peningkatan pH

dan perubahan yang dihasilkan dalam mikroorganisme tanah (Jasmin dan Heenye (1961). Namun fosfat yang diserap secara khusus pada permukaan hidro-oksida, dan dapat diserap ketika pH dilarutan tanah meningkat (Helyar dan Andersonz (1974) dan memperlihatkan bahwa peningkatan konsentrasi larutan kalsium juga mendukung terjadinya adsorpsi fosfat (Helyar dan Andersonz, 1974), sehingga mengurangi perpindahan fosfat oleh ion hidroksil. Aktivitas disosiasi terjadi pada permukaan fosfat yang diserap bersama dengan kalsium pada permukaan oksida dan liat. Kompleks tersebut dapat melibatkan ion kalsium yang terikat pada dua ion fosfat yang berdekatan dan bermuatan negatif. Efek ini terjadi dalam penambahan kalsit dan dolomit terhadap tanah masam pada tingkat kation dalam ekstrak air (Helyar dan Andersonz, 1974). Peningkatan KTK dengan meningkatnya pH, dan terjadinya netralisasi ion aluminium yang teradsorpsi kuat dan penggantinya dengan jumlah yang setara dari ion kalsium yang kurang teradsorpsi dengan kuat.

Pengaruh perbedaan jenis kapur dalam aplikasi pengapuran tidak berpengaruh nyata terhadap C organik, N total dan rasio C/N (Gambar 2B), namun mengalami peningkatan secara rata-rata. Peningkatan C organik dan N total hampir sama untuk setiap jenis kapur yang diberikan masing – masing sebesar 0.12; 0.24; 0.29 dan 0.35% C dan 0.02; 0.04; 0.05 dan 0.05% N, dibandingkan dengan kontrol. Menurut Shaban *et al.* (2015), aplikasi kapur dapat meningkatkan mineralisasi C dan N pada tanah masam dan karenanya meningkatkan emisi N_2O . Aplikasi kapur untuk tanah masam di Cina menunjukkan peningkatan konsentrasi NH_4^+ dan NO_3^- , sehingga pelepasan N_2O ke atmosfer meningkat selama nitrifikasi dan laju denitrifikasi yang lebih tinggi (Shaban *et al.*, 2015). Penerapan kapur melalui manipulasi pH tanah memainkan peran penting dalam regulasi beberapa proses tanah seperti mineralisasi bahan organik, transformasi N, nitrifikasi, dan denitrifikasi, yang selanjutnya mempengaruhi produksi N_2O didalam tanah (Shaban *et al.*, 2015). Peningkatan C organik dan N total terhadap aplikasi pengapuran berkaitan erat dengan aktivitas mikroorganisme dalam tanah seperti yang terlihat dari rasio C/N.

Gambar 1. Pengaruh berbagai jenis kapur terhadap pH, P tersedia, Al dan H-dd (A); C organik, N total dan rasio C/N (B) dan KTK dan kation basa (C) pada Ultisol.

Menurut Jasmin dan Heenye (1961), aplikasi kapur memiliki pengaruh yang pasti terhadap dekomposisi tanah melalui sintesis asam humat, peningkatan populasi aktinomiset, peningkatan pH. Peningkatan mineralisasi N setelah proses pengapuran tanah masam telah diakui sejak lama dan dijelaskan secara komprehensif (Wood, 1979). Menurut Khan *et al.* (2019), emisi kumulatif N_2O secara substansial meningkat di tanah masam yang diaplikasikan dengan kapur. Berdasarkan sifat tanah yang berbeda-beda, populasi mikroba, dan masyarakat yang merespons dengan cara yang berbeda terhadap manipulasi pH tanah (Page *et al.*, 2010). Menurut Shaaban *et al.* (2015), aplikasi kalsit dan dolomit secara nyata mengurangi emisi N_2O dari dua tanah sawah yang bersifat masam. Perubahan pH tanah yang tinggi pada tanah yang diaplikasikan dengan dolomit meningkatkan aktivitas N_2O -reduktase yang mengubah N_2O menjadi N_2 . Mikroorganisme berkembang lebih baik dan mampu mengurangi N_2O menjadi N_2 pada tingkat pH tinggi (Shaaban *et al.*, 2015).

Pada Gambar. 1C, dapat dilihat bahwa pengaruh perbedaan jenis kapur berpengaruh nyata terhadap KTK dan kation basa Ultisol. Peningkatan KTK akibat proses pengapuran seiring dengan peningkatan pH tanah (Gambar 1A) dimana peningkatan KTK masing-masing sebesar 4.11; 9.58; 9.81 dan 10.49 $cmol_c\ kg^{-1}$, dibandingkan dengan kontrol. Reaksi kapur dalam menetralkan H^+ dan melepaskan Ca^{2+} atau Mg^{2+} meningkatkan pH tanah dan KTK yang bergantung pada pH. Ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} secara stoikiometrik menggantikan H^+ pada KTK tergantung pH yang ada yang besarnya berubah di bawah pengaruh peningkatan alkalinitas. Peningkatan Ca dan Mg yang dapat dipertukarkan setelah proses pengapuran masing-masing sebesar 0.13; 0.25; 0.31 dan 0.44 $cmol_c\ kg^{-1}$ Ca dan 0.49; 1.17; 1.29 dan 1.34 $cmol_c\ kg^{-1}$ Mg dibandingkan dengan kontrol. Menurut Meda *et al.* (2002) hal lain yang mempengaruhi adalah selektivitas yang lebih tinggi dari situs negatif koloid untuk Ca daripada untuk Mg. Batu kapur dan kapur dolomit meningkatkan pH, Ca, Mg, dan CO_3 (Meda *et al.*, 2002).

Pada Gambar 1C terlihat pengaruh berbagai jenis kapur dapat meningkatkan K-dd sebesar 0.00; 0.01; 0.02 dan 0.03 $cmol_c\ kg^{-1}$,

dibandingkan dengan control. Ketika garam kalium ditambahkan ke tanah, konsentrasi K dalam larutan tanah meningkat dengan cepat dan sebagian kecil secara bertahap dapat berpindah ke lokasi pertukaran kation (Viadé *et al.*, 2011). Ion K yang mengalami perubahan dapat kembali ke formula yang tersedia dalam jangka panjang. Pengapuran tidak secara langsung mempengaruhi K yang dapat dipertukarkan (Viadé *et al.*, 2011). Namun, pengapuran memiliki pengaruh positif terhadap peningkatan K-dd (Das dan Saha, 2014). Pengendapan ion aluminium dan besi yang dapat dipertukarkan sebagai polimer hidroksi-aluminium dan hidroksi-besi yang bertindak sebagai penyangga antara lapisan silikat, sehingga menghambat pelepasan lapisan untuk ion K, maka dapat meningkatkan selektivitas ion K itu sendiri (Das dan Saha, 2014). Pengapuran dapat meningkatkan K yang dapat ditukar dalam tanah karena pengendapan polimer hidroksil aluminium dan besi hidroksil yang menghalangi pelepasan K yang dapat ditukar dan pengapuran juga menyebabkan perluasan dan pelapukan kisi mineral tanah liat di tanah yang memfasilitasi pelepasan kisi ion K (Das dan Saha, 2014). Aplikasi batu kapur dan dolomit pada tanah meningkatkan stabilitas agregat tanah melalui pembuatan jembatan Ca dan Mg dengan karbon organik tanah dan partikel liat terhadap sifat fisik (Shaaban *et al.*, 2015). Peningkatan agregasi tanah setelah aplikasi dolomit menciptakan lebih banyak kondisi aerobik untuk difusi oksigen yang lebih baik ke dalam tanah, menghasilkan pengurangan emisi N_2O (Shaaban *et al.*, 2015).

Kesimpulan

Pengapuran menggunakan dolomit $[CaMg(CO_3)_2]$ lebih efektif dalam memperbaiki sifat kimia Ultisol, dibandingkan dengan jenis kapur lainnya $[CaO, Ca(OH)_2, \text{ atau } CaCO_3]$. Pengaruh dolomit terhadap $1*Al\text{-}dd$ (1 me Ca $100\ g^{-1}$) dapat meningkatkan sifat kimia Ultisol dari Limau Manis Padang, dibandingkan dengan kontrol.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih kepada DIPA Universitas Andalas melalui Fakultas Pertanian yang telah

menyediakan dana untuk melakukan Penelitian Terapan pada tahun 2017.

Daftar Pustaka

- Alibasyah, M.R. 2016. Perubahan beberapa sifat fisika dan kimia ultisol akibat pemberian pupuk kompos dan kapur dolomit pada lahan berteras. *Jurnal Floratek* 11(1): 75–87.
- Balai Penelitian Tanah. 2012. Analisis Kimia Tanah, Air, Tanaman dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 246 hal.
- Das, R. and Saha, D. 2014. Effect of liming on the changes of different forms of potassium in an acid soil treated with N and K fertilizers. *Journal of the Indian Chemical Society* 91(9): 1619–1625.
- Helyar, K.R. and Anderson, A.J. 1974. Effects of calcium carbonate on the availability of nutrients in an acid soil. *Soil Science Society of America Journal* 38(2): 341–346.
- Jasmin, J.J. and Heeney, H.B. 1961. The effect of lime on the status of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in a few vegetables grown on acid peat soils. *Canadian Journal of Plant Science* 42: 445–451.
- Khan, S.A., Khan, S.U., Qayyum, A., Gurmani, A.R., Khan, A., Khan, S.M., Ahmed, W., Mehmood, A. and Amin, B.A.Z. 2019. Integration of humic acid with nitrogen yields an auxiliary impact on physiological traits, growth and yield of maize (*Zea mays* L.) varieties. *Applied Ecology and Environmental Research* 17(3): 6783–6799.
- Meda, A.R., Pavan, M.A., Cassiolato, M.E. and Miyazawa, M. 2020. Dolomite lime's reaction applied on the surface of a sandy soil of the Northwest Paraná, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 45(2): 219–222, doi : 10.1590/S1516-89132002000200014.
- Nyberg, K.A., Vinnerås, B., Lewerin, S.S., Kjellberg, E. and Albiñ, A. 2011. Treatment with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ for Inactivation of *Salmonella typhimurium* and *Enterococcus faecalis* in soil contaminated with infected horse manure. *Journal of Applied Microbiology* 110(6): 1515–1523, doi : 10.1111/j.1365-2672.2011.05006.x.
- Page, R.M., Gutschiedl, A., Fukumori, A., Winkler, E., Haass, C. and Steiner, H. 2010. B-amyloid precursor protein mutants respond to Γ -secretase modulators. *Journal of Biological Chemistry* 285(23): 17798–17810, doi : 10.1074/jbc.M110.103283.
- Paradelo, R., Virto, I. and Chenu, C. 2015. Net effect of liming on soil organic carbon stocks: a review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 202: 98–107, doi : 10.1016/j.agee.2015.01.005.
- Rastija, D., Zebec, V. and Rastija, M. 2014. Sensitivity of planetary boundary layer height to crop type and fertilization level in an anticyclonic weather. 13th Alps-Adria Scientific Workshop-Villach, Ossiacher See, Austria. 63: 267–270. doi : 10.12666/Novenyterm.63.2014.Suppl.
- Shaaban, M., Peng, Q., Hu, R., Wu, Y., Lin, S. and Zhao, J. 2015. Dolomite application to acidic soils: a promising option for mitigating N_2O emissions. *Environmental Science and Pollution Research* 22(24): 19961–19970, doi : 10.1007/s11356-015-5238-4.
- Viadé, A., Fernández-Marcos, M.L., Hernández-Nistal, J. and Alvarez, E. 2011. Effect of particle size of limestone on Ca, Mg and K contents in soil and in sward plants. *Scientia Agricola* 68(2): 200–208. doi : 10.1590/s0103-90162011000200010
- Wood, B.R.A. 1979. The Effect of Lime on Release and Plant Uptake of Nitrogen From Soils of The Natal Midlands. *Proceedings of The South African Sugar Technologists' Association*, (June). 173–176.
- Yulnafatmaawita, Adrinal, dan Daulay, A.F. 2008. Pengaruh pemberian beberapa jenis bahan organik terhadap stabilitas agregat tanah Ultisol Limau Manis. *Jurnal Solum* V(1): 7–13.