

Pengaruh Ukuran Butir Kapur Berbeda terhadap pH, Fe-larut dan Al-tukar Tanah pada Lahan Pasang Surut

Akhmad Fauzi, Muhammad Mahbub*, Syaifuddin

Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Jalan Jenderal A. Yani KM 36 Simpang Empat, Banjarbaru 70714, Indonesia.

* Email penulis korespondensi: muh_mahbub@yahoo.co.id

Informasi Artikel

Received 14 April 2023

Accepted 31 Juli 2023

Published 31 Juli 2023

Online 31 Juli 2023

Kata kunci:

Liming; Remediation; Soil chemistry; Wetland

Abstract

Swampland in Indonesia covers an area of 34.93 million ha spread over various islands such as Sumatra, Java, Kalimantan, Sulawesi, and Papua. One type of swamp land that is often used in agriculture is tidal lands. The problems faced in the development of tidal lands for agriculture include acidic soil pH, high levels of soluble Fe and Al. One of the efforts to overcome the problem of acidic soil pH, high levels of soluble Fe and Al is liming. The finer grain level of lime may increase the effectiveness of liming. The purpose of this study was to quantify the effect of lime grain sizes on changes in pH, dissolved Fe, and exchangeable Al of tidal lands. This study employed a one-factor completely randomized design (CRD) consisting of 6 treatments (Control; CaCO₃ more than 1.00 mm (> 18 mesh); CaCO₃ lime, 0.5-1.00 mm (18 -35mesh); CaCO₃ measuring 0.21-0.50 mm (35-70 mesh); CaCO₃ measuring 0.21 mm (<70 mesh); CaCO₃ lime measuring 0.15-1.00 mm (18 -100 mesh)). The results showed that the difference in the size of the CaCO₃ lime granules had a significant effect on changes in pH, soluble Fe and exchangeable Al. The application of CaCO₃ lime granules 0.21 mm (<70 mesh) result in increases in soil pH and suppress soluble Fe and exchangeable Al.

1. Pendahuluan

Lahan rawa di Indonesia luasnya mencapai 34,93 juta ha, tersebar di berbagai pulau seperti Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, 2014). Menurut BPS Provinsi Kalimantan Selatan (2014), Kalimantan Selatan mempunyai lahan rawa seluas 4.969.824 ha dan 346.753 ha merupakan lahan pasang surut (Mulyani dan Sarwani, 2013). Lahan yang cukup luas ini baru 80% yang dimanfaatkan sebagai lahan pertanian sementara sebagian masih berupa lahan tidur dan sebagainya sehingga masih cukup berpotensi untuk dikembangkan untuk lahan pertanian bukan hanya untuk menanam padi sekali tahun tetapi bisa menanam tanaman perkebunan lainnya (Ar-Riza, 2002). Namun untuk pengembangan dalam meningkatkan produksi pertanian di lahan pasang surut menghadapi beberapa permasalahan.

Permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan lahan pasang surut untuk menjadi lahan pertanian di antaranya tingkat kesuburan tanah yang rendah, reaksi kemasaman tanah yang sangat tinggi karena umumnya pH tanah berkisar antar 3,5-4,5. Menurut Nazemi *et al.* (2012) karakteristik lahan pasang surut yang menimbulkan adanya masalah khususnya lahan sulfat masam ialah mempunyai tingkat kemasaman yang tinggi, genangan air yang tinggi, kandungan aluminium (Al) dan besi (Fe) yang tinggi serta ketersediaan unsur hara yang rendah terutama Fosfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), dan Magnesium (Mg).

Ketersediaan beberapa unsur hara sangat dipengaruhi oleh pH pada lahan pasang surut yang nilai pH dapat mencapai pH <4,0 (Mariana *et al.*, 2012). Oleh karena itu apabila ingin memperbaiki ketersediaan unsur hara seperti P dan menekan kelarutan Fe dan Al diperlukan usaha untuk mengurangi kemasaman tanah antara lain melalui pengapuran (Mariana *et al.*, 2012; Koesrini dan Wiliam, 2009). Pengapuran juga dapat menurunkan konsentrasi unsur-unsur yang beracun (Koesrini dan Wiliam, 2009). Untuk meningkatkan efektivitas pengapuran dalam meningkatkan pH tanah antara dapat ditentukan oleh kehalusan ukuran butir bahan kapur yang digunakan. Menurut Loid *et al.* (2022), bahan kapur yang cukup baik digunakan adalah yang berukuran lebih dari 60 mesh. Ukuran partikel kapur yang dimanfaatkan dapat memberikan petunjuk tentang bahan yang dapat diharapkan

mengoreksi kemasaman tanah (Kuswandi, 1993). Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh ukuran butiran kapur terhadap perubahan pH serta perbedaan ukuran butiran kapur yang dapat menurunkan kadar Fe-larut dan Al-tukar di lahan pasang surut.

2. Bahan dan Metode

2.1. Lokasi Penelitian

Tanah pasang surut sulfat masam disampling dari Desa Sungai Rangas Hambuku, Kecamatan Martapura Barat, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan pada kedalaman 0-60 cm. Kapur pertanian (CaCO_3) dengan ukuran 4 mm diperoleh di pasaran.

2.2. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah merupakan percobaan pot yang ditempatkan di rumah kaca dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor terdiri dari 6 perlakuan yaitu M_0 : Kontrol; M_1 : Kapur CaCO_3 berukuran tidak lolos 1,00 mm (>18 mesh); M_2 : Kapur CaCO_3 berukuran 0,5-1,00 mm (18-35 mesh); M_3 : Kapur CaCO_3 berukuran 0,21-0,50 mm (35-70 mesh); M_4 : Kapur CaCO_3 berukuran lolos 0,21 mm (<70 mesh); M_5 : Kapur CaCO_3 berukuran 0,15-1,00 mm (18-100 mesh) dengan ulangan sebanyak 4 kali sehingga terdapat 24 satuan percobaan. Dosis kapur per pot (500 g) adalah 2,2975 g setara dengan 10,57 ton ha^{-1} kapur CaCO_3 .

2.3. Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan tanah dilakukan di Desa Sungai Rangas Hambuku, Kecamatan Martapura Barat, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan dengan menggunakan cangkul pada enam titik sampel tanah. Kemudian ke enam contoh tanah tersebut dikomposit dan disimpan untuk pelaksanaan penelitian, dan sebagian digunakan untuk karakterisasi awal tanah. Kapur diayak sebelum diaplikasikan ke tanah pasang surut menggunakan ayakan ukuran 18 mesh, 35 mesh, 70 mesh dan 100 mesh. Pemberian kapur pada tanah dilakukan dengan cara ditaburkan pada pot percobaan sesuai dengan perlakuan dosis kapur. Pengukuran sulfat pada tanah dilakukan pada awal sebelum inkubasi untuk menentukan jumlah kapur yang diberikan. Pengukuran *bulk density* tanah dilakukan pada awal sebelum inkubasi untuk menentukan seberapa besar kapur yang diberikan. Pengukuran pH (H_2O) tanah pada sampel tanah dilakukan setiap minggu selama masa inkubasi untuk menentukan perbedaan yang signifikan. Pengukuran Fe-larut menggunakan spektrofotometer ekstraksi dengan amonium asetat pH 4,8 1 N. Pengukuran Al-tukar dilakukan dengan ekstraksi KCl 1 N.

2.4. Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan uji kehomogenan ragam Bartlett untuk mengetahui kesamaan ragam atau varian (homogenitas). Jika hasil uji memperlihatkan bahwa data mempunyai ragam yang homogen, lalu dilanjutkan dengan analisis ragam (ANOVA). Akan, tetapi jika data tidak mempunyai ragam yang homogen maka dilakukan transformasi data sehingga data menjadi homogen. Analisis ragam dilakukan terhadap data hasil pengamatan menggunakan Program Anova Excel V-5. Jika hasil uji ANOVA diantara perlakuan terdapat perbedaan sangat nyata, kemudian dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

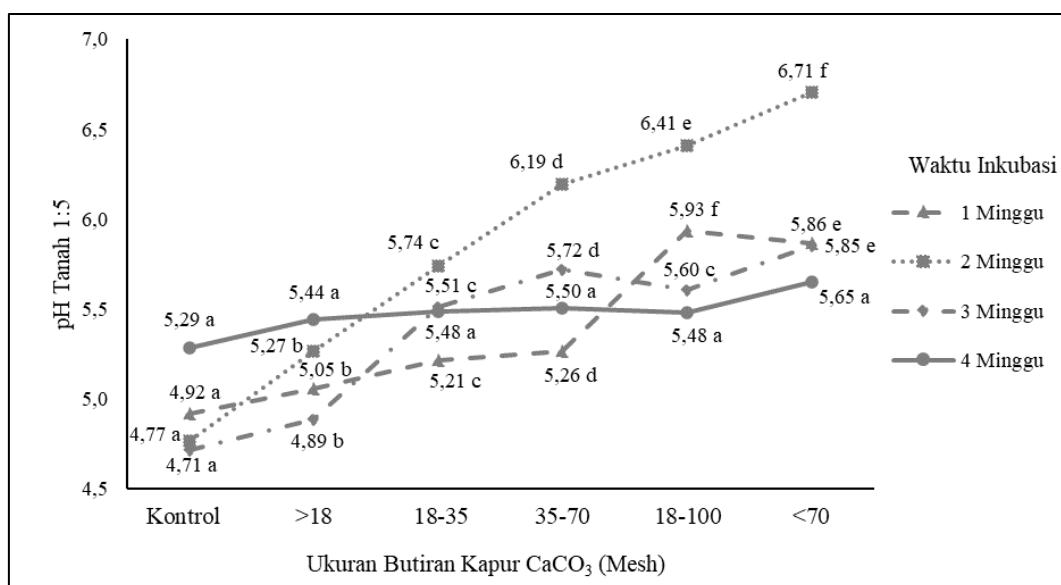
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kemasaman (pH) Tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian CaCO_3 dengan berbagai ukuran pada lahan sawah pasang surut berpengaruh signifikan terhadap pH tanah. Hasil analisis uji beda nilai tengah memperlihatkan bahwa pada minggu pertama pH tanah berbagai ukuran butiran kapur CaCO_3 yaitu : kontrol sebesar 4,92; pada kapur 18 mesh sebesar 5,05; 18-35 mesh sebesar 35-70 mesh sebesar 5,26; kurang dari 70 mesh sebesar 5,86 ; dan 18-100 mesh sebesar 5,93 (Gambar 1). Pada minggu kedua pH tanah mengalami kenaikan pada berbagai ukuran butiran kapur yaitu : kontrol sebesar 4,77; 18 mesh sebesar 18-35 sebesar 5,74; 35-70 mesh sebesar 6,19; ; kurang dari 70 mesh sebesar 6,41; dan 18-100 mesh sebesar 6,71 (Gambar 1). Pada minggu ketiga pH tanah mengalami penurunan pada berbagai ukuran butiran kapur CaCO_3 yaitu : kontrol sebesar 4,71; 18 mesh sebesar 4,89; 18-35 mesh sebesar 5,51; 35-70 mesh sebesar 5,72; kurang dari 70 mesh sebesar 5,85; dan 18-100 mesh sebesar 5,60 (Gambar 1). Pada minggu keempat pH tanah mengalami penurunan berbagai ukuran butiran kapur CaCO_3 yaitu : kontrol sebesar 5,29; 18 mesh sebesar 5,44; 18-35 mesh sebesar 5,48; 35-70 mesh sebesar 5,50; kurang dari 70 mesh sebesar 5,65; dan 18-100 mesh sebesar 5,48. Kenaikan pH yang terbaik terjadi pada minggu kedua pada ukuran butiran kapur CaCO_3 kurang dari 0,21 mm (Gambar 1).

Pemberian kapur dengan ukuran yang berbeda mempengaruhi pH tanah, semakin kecil ukuran butiran kapur semakin meningkatkan pH tanah. Hal ini sesuai berdasarkan laporan Rosmaiti *et al.* (2017) yang melaporkan bahwa kehalusan kapur 100 mesh merupakan tingkat kehalusan yang dapat secara cepat meningkatkan pH tanah dibandingkan pada tingkat kehalusan 20, 50, dan 80 mesh. Pada inkubasi minggu pertama, kedua, ketiga serta

keempat hal ini dapat dilihat pada (Gambar 1), sesuai menurut pernyataan Kussow (1971) bahan penting dalam menetralkan kemasaman tanah adalah kapur, dimana dapat menghasilkan ion CO_3 dan OH^- . Semakin kecil butiran kapur semakin meningkatkan kelarutannya dibandingkan dengan butiran yang lebih besar. Kelarutan kapur CaCO_3 yang tinggi menghasilkan ion hidroksida (OH^-) yang terlarut semakin cepat.



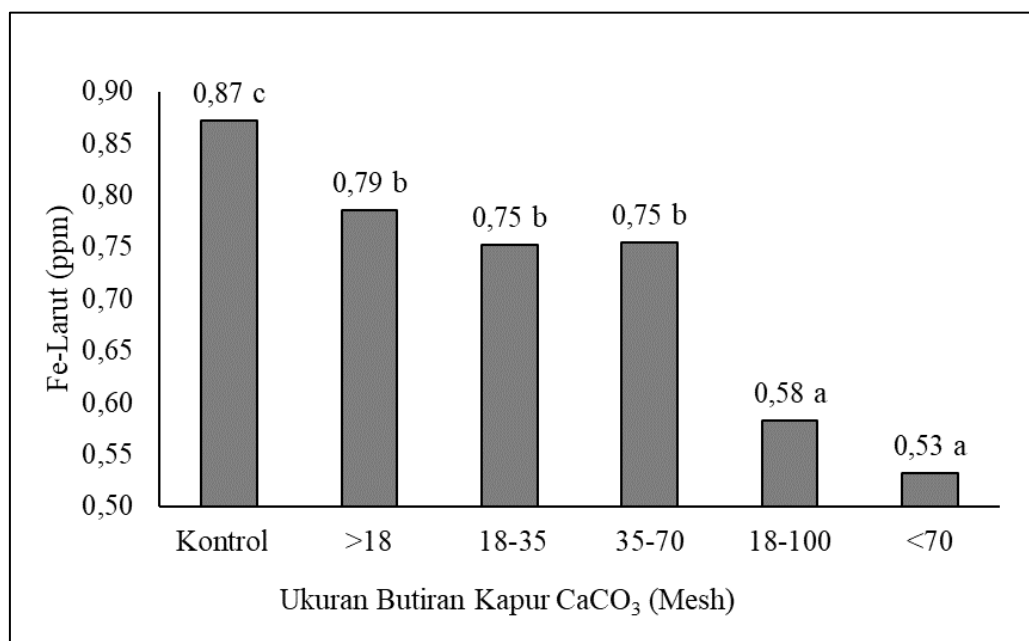
Gambar 1. Nilai pH tanah minggu pertama sampai keempat pada berbagai ukuran butiran kapur CaCO_3 . Diagram garis yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak menunjukkan perbedaan nyata pada uji DMRT dengan α 5% untuk masing-masing waktu inkubasi.

Pada minggu ketiga sampai keempat pH tanah mengalami penurunan diduga disebabkan oleh tanah memiliki daya sangga (*buffer*). Daya sangga tanah merupakan kemampuan tanah dalam mempertahankan perubahan pH tanah akibat dari kenaikan asam maupun basa. Fraksi-fraksi liat dalam tanah berperan sebagai sesuatu sistem penyangga. Kompleks pertukaran kation tanah menciptakan kemasaman potensial dan aktif. Kemasaman potensial akan mempertahankan kesetimbangan dengan kemasaman aktif. Jika konsentrasi ion H^+ bebas dinetralkan dengan penambahan kapur, kemasaman potensial akan melepaskan ion-ion H^+ tertukarkan ke dalam larutan tanah untuk mengembalikan kesetimbangan (Tan, 1992). Butir-butiran karbonat kapur yang diberikan semakin lama menghilang dari kompleks koloid kehilangan sebagian basanya. Hal ini dipengaruhi oleh ion-ion H^+ yang dihasilkan oleh asam karbonat (Buckman dan Brady, 1980).

3.2. Nilai Besi larut dalam Tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ukuran butiran kapur CaCO_3 pada lahan sawah pasang surut berpengaruh signifikan terhadap nilai kadar Fe-larut. Hasil analisis uji beda nilai tengah menunjukkan bahwa pemberian ukuran butiran kapur CaCO_3 kurang dari 70 mesh paling berpengaruh menurunkan kadar Fe-larut yaitu sebesar $0,53 \text{ mg kg}^{-1}$, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan pemberian ukuran kapur CaCO_3 18-100 mesh, sedangkan nilai kadar Fe-larut kontrol yaitu sebesar $0,87 \text{ mg kg}^{-1}$ (Gambar 2). Akan tetapi tidak berbeda nyata terhadap pemberian ukuran butiran kapur CaCO_3 lebih besar 18 mesh, ukuran butiran kapur CaCO_3 18-35 mesh dan ukuran butiran kapur CaCO_3 35-70 mesh (Gambar 2).

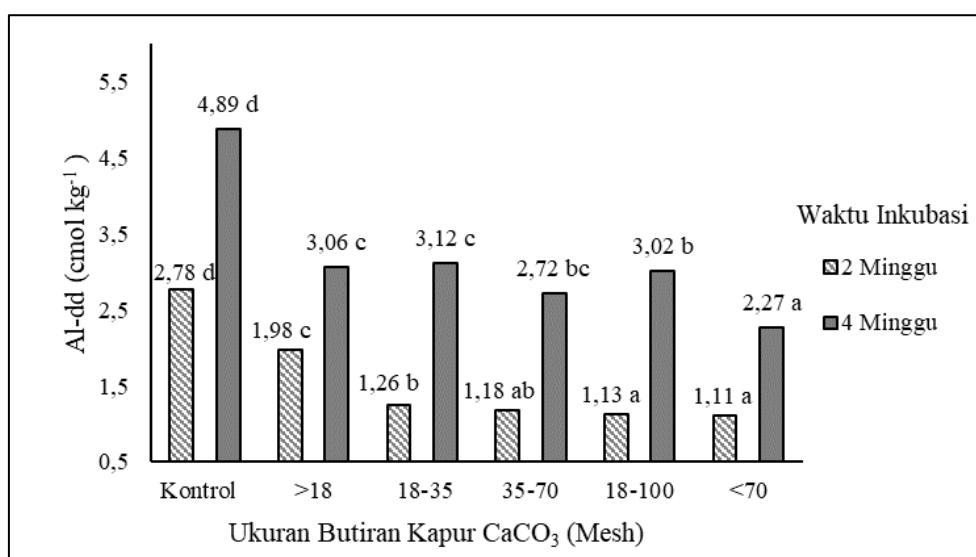
Pemberian kapur dengan ukuran yang berbeda mempengaruhi kadar Fe-larut tanah, semakin kecil ukuran butiran kapur semakin menurunkan kadar Fe-larut tanah pada inkubasi minggu keempat. Pada perlakuan tanpa diberi pemberian ukuran butiran kapur CaCO_3 terjadi perubahan dengan yang diberi perlakuan lebih detail dilihat (Gambar 2). Perlakuan pemberian ukuran butiran kapur CaCO_3 kurang dari 70 mesh paling berpengaruh menurunkan Fe-larut yaitu sebesar $0,53 \text{ mg kg}^{-1}$ dibandingkan dengan kontrol yaitu $0,87 \text{ mg kg}^{-1}$. Pemberian kapur CaCO_3 digunakan untuk meningkatkan pH tanah serta menurunkan besi di dalam tanah karena akan terdisosiasi menjadi Ca^{+2} , Mg^{+2} dan CO_3^{2-} di dalam tanah (Bahtiar, 2008).



Gambar 2. Fe-larut tanah minggu keempat pada berbagai ukuran butiran kapur CaCO₃. Diagram batang yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak menunjukkan perbedaan nyata pada uji DMRT dengan α 5% untuk masing-masing waktu inkubasi.

3.3. Nilai Aluminium dapat tukar dalam tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ukuran butiran kapur CaCO₃ pada lahan sawah pasang surut berpengaruh signifikan terhadap nilai kadar Al-tukar. Hasil analisis uji beda nilai tengah memperlihatkan bahwa pada minggu kedua pemberian kapur pada berbagai ukuran mengalami penurunan kadar Al-tukar tanah berturut-turut yaitu : kontrol sebesar 2,78 cmol kg⁻¹; kurang dari 18 mesh sebesar 1,98 cmol kg⁻¹; 18-35 mesh sebesar 1,09 cmol kg⁻¹; 35-70 mesh sebesar 1,16 cmol kg⁻¹; kurang dari 70 mesh sebesar 1,11 cmol kg⁻¹ ; dan 18-100 mesh sebesar 1,13 cmol kg⁻¹ (Gambar 3). Pada minggu empat pemberian kapur pada berbagai ukuran mengalami kenaikan kadar Al-tukar tanah yaitu : kontrol sebesar 4,89 cmol kg⁻¹; kurang dari 18 mesh sebesar 3,06 cmol kg⁻¹; 18-35 mesh sebesar 3,12 cmol kg⁻¹; 35-70 mesh sebesar 2,72 cmol kg⁻¹; kurang lebih 70 mesh sebesar 3,02 cmol kg⁻¹; dan 18-100 mesh sebesar 3,02 cmol kg⁻¹ (Gambar 3).



Gambar 3. Al-tukar tanah minggu kedua dan minggu keempat pada berbagai ukuran butiran kapur CaCO₃. Diagram batang yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak menunjukkan perbedaan nyata pada uji DMRT dengan α 5% untuk masing-masing waktu inkubasi.

Hasil penelitian ini menunjukkan pada perlakuan pemberian ukuran butiran kapur kurang dari 0,21 mengalami penurunan kadar Al-tukar yang paling signifikan. Hal ini sesuai berdasarkan laporan Rosmaiti *et al.* (2017) yang menunjukkan bahwa perlakuan tingkat kehalusan kapur berpengaruh nyata serta tindakan pengapuran yang efektif pada tanah masam, dapat mengurangi keracunan Fe dan Al. Menurut Lekhlif (2014) total aluminium yang dihasilkan pada setiap pH dapat dijelaskan secara mononuklida. Diagram distribusi menunjukkan proses hidrolisis tergantung pada total konsentrasi logam dan pH. Pada kondisi asam, dominasi jenis-jenis kation bebas Al^{3+} adalah sekitar pH 3,5, aluminium juga berhubungan dengan kandungan pH tanah, bahwa semakin meningkatnya nilai pH tanah maka nilai Al-tukar akan semakin menurun. Begitu juga sebaliknya dengan menurunnya pH tanah maka nilai Al-tukar di dalam tanah akan semakin meningkat.

Berdasarkan reaksi kapur dalam tanah akan menghasilkan kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) terutama dolomit serta $CaCO_3$ 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^- . Selain itu Ca dan Mg berikatan dengan HCO_3^- dan selanjutnya membentuk $Ca(HCO_3)_2$ dan $Mg(HCO_3)_2$, yang mengakibatkan pH tanah masam meningkat (Paradelo *et al.*, 2015).

4. Kesimpulan

Perbedaan ukuran butiran kapur $CaCO_3$ (> 18 mesh; 18-35 mesh; 35-70 mesh; 18-100 mesh ; <70 mesh) berpengaruh nyata terhadap perubahan pH_{H_2O} tanah (tanah : air =1:5), Fe-larut dan Al-tukar pada lahan pasang surut. Semakin kecil ukuran butiran kapur, semakin meningkatkan pH, menurunkan kadar Fe-larut dan Al-tukar. Pemberian butiran kapur $CaCO_3$ berukuran kurang dari 0,21 mm (<70 mesh) tertinggi meningkatkan pH tanah (sampai pH 6,71), menekan terendah kadar Fe-larut (sampai 0,532 ppm) serta Al-tukar (sampai 1,11 cmol kg^{-1}).

Daftar Pustaka

- Ar-Riza, I. 2002. Prospek pengembangan lahan rawa lebak Kalimantan Selatan dalam mendukung peningkatan produksi padi. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 19(3), 92–97.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 2014. *Sumber Daya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, Penyebaran dan Potensi Ketersediaan* (Laporan Teknis Nomor 1 ed). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, Bogor.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan. 2014. *Provinsi Kalimantan Selatan dalam Angka*. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan, Banjarmasin.
- Bahtiar, M. 2008. Pengaruh bahan organik dan kapur terhadap sifat-sifat kimia tanah podsolik dari Jasinga. Skripsi pada Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Buckman, H.O., Brady, N.C. 1980. *The Nature and Properties of Soil*. Macmillan Co., New York.
- Koesrini, William, E. 2009. Penampilan genotipe kedelai pada dua tingkat perlakuan kapur di lahan pasang surut bergambut. *Penelitian Pertanian* 28(1), 29-33.
- Kussow, W.R. 1971. *Introduction to Soil Chemistry*. Soil Fertility Project. Departemen Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. 112 p.
- Kuswandi. 1993. *Pengapuran Tanah Pertanian*. Kanisius. Jakarta.
- Lekhlif, B., Oudrhiri, L., Zidane, F., Drogui, P., Blair, J.F. 2014. Study of the electrocoagulation of electroplating industry wastewaters charged by nickel (II) and chromium (VI). *Journal Material Environment Sciences* 5(1), 111-120.
- Mariana, Z.T., Razie, F., Septiana, M. 2012. Populasi bakteri pengoksidasi besi dan sulfur akibat penggenangan dan pengeringan pada tanah sulfat masam di Kalimantan Selatan. *Jurnal Agritek* 19, 22-27.
- Mulyani, A., Sarwani, M. 2013. Karakteristik dan Potensi lahan Sub Optimal Untuk Pengembangan Pertanian di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 7(1), 47-55.
- Nazemi, D., Hairani, A., Nurita. 2012. Optimalisasi pemanfaatan lahan rawa pasang surut melalui pengelolaan lahan dan komoditas. *Agrovigor* 5(1), 52-57.
- Paradelo, R., Virto, I., Chenu, C. 2015. Net effect of liming on soil organic carbon stocks: areview. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 202, 98–107. doi.org/10.1016/j.agee.2015.01.005
- Rosmaiti, R., Syukri, S. Fauzi, A. 2017. Pengaruh kehalusan kapur terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) pada tingkat kemasaman tanah yang berbeda. *Jurnal Penelitian Agrosamudra* 4(1), 23-34.

- Tan, K.H. 1992. Dasar-Dasar Kimia Tanah Edisi Ketiga. Penerjemah: Goenadi, DH Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Toit, D.J.D., Swanepoel, P.A., Hardie, A.G. 2022. Effect of lime source, fineness and granulation on neutralisation of soil pH. South Africa Journal of Plant and Soil 39(3), 163-174. doi.org/10.1080/02571862.2022.2043470