Acta Solum 3, Nomor 2 (Maret 2025), 102–109. DOI: 10.20527/actasolum.v3i2.2884
http://jtam.ulm.ac.id/index.php/actasolum e-ISSN: 2987-5145

Pengaruh Amelioran terhadap Kemasaman dan Ketersediaan P Tanah Ultisol

Sri Rezeki Makatita*, Fakhrur Razie, Ratna

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

* Email penulis korespondensi: srirezekimakatita88@gmail.com

Informasi Artikel

Received 09 September 2024
Accepted 03 Agustus 2025
Published 07 Agustus 2025
Online 07 Agustus 2025

Keywords:
Chicken manure; *Coal ash*; *P-available*; *Soil pH*; *Ultisols*

Abstract

Ultisol is a kind of soil in a dry land with some problems, such as low organic matter content, soil pH, and availability of nutrients. Chicken manure and coal ash have function as ameliorant materials that improve fertility in ultisol soil. This research aims to determine the effect of applying ameliorants (chicken manure and coal ash) on the acidity and availability of ultisol soil. This research used Completely Randomized Design method with six treatments repeated four times to produce 24 experimental units including PA0 = control, PA1= 100% coal ash (0,25 t ha^{-1}) + 0% chicken manure (0 t ha^{-1}), PA2= 25% chicken manure (0,5 t ha^{-1}) + 75% coal ash (0,75 t ha^{-1}), PA3= 50% chicken manure (1 t ha^{-1}) + 50% coal ash (0,50 t ha^{-1}), PA4= 75% chicken manure (1,5 t ha^{-1}) + 25% coal ash (0,25 t ha^{-1}), PA5= 100% chicken manure (2 t ha^{-1}) + 0% coal ash (0 t ha^{-1}). Providing ameliorants of chicken manure and coal ash can expand soil pH, available P and Ca-dd, and reduce soil Al-dd, but cannot expand soil Mg-dd.

1. Pendahuluan

Tanah Ultisol memiliki karakteristik kesuburan dan produksi rendah dan sering ditemukan di tanah kering yang bersifat masam. Apabila dikelola dengan metode pengelolaan tanah dan tanaman yang sesuai, maka tanah ini dapat digunakan untuk bercocok tanam. Namun demikian, terdapat beberapa kendala terkait dengan karakteristik kimiawi tanah termasuk pH asam (4,5 - 5,3), kapasitas tukar kation rendah (<24 me $100g^{-1}$), saturasi basa rendah (<35%), N-total rendah (0,09 - 0,18%), C-organik rendah (0,13% - 1,12%), kandungan hara makro rendah (P, K, Ca dan Mg), serta saturasi Al tinggi (>60%) yang bersifat beracun bagi tanaman (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006; Syahputra *et al.*, 2015). Permasalahan pada tanah Ultisol selalu terkait dengan ketersediaan fosfor dan kandungan bahan organik yang rendah serta kemasaman tanah (Fitriatin *et al.*, 2014). Meskipun terdapat banyak fosfor di dalam tanah, sangat sedikit yang tersedia karena pengikatan fosfor oleh besi (Fe) dan aluminium (Al) (Thao *et al.*, 2008; Fahrunsyah *et al.*, 2021).

Peningkatan kesuburan tanah dalam mengatasi tanah yang masam dapat menggunakan bahan pembenah tanah seperti abu batubara dan pupuk kandang ayam. Abu batubara dapat dimanfaatkan sebagai alternatif untuk kapur pertanian dalam meningkatkan kesuburan tanah dan pengelolaan limbah abu batubara ini menjadi solusi untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat akumulasi abu batubara (Siagian, 2016). Dalam aspek kimia, abu batubara adalah mineral aluminosilikat yang kaya akan unsur hara Ca, K, Na serta sedikit unsur C dan N. Abu batubara merupakan hasil industri dari pembakaran batubara yang jumlahnya terus meningkat seiring bertambahnya konsumsi batubara sebagai sumber energi (Heidrich *et al.*, 2013).

Peningkatan kesuburan tanah, pH tanah, serta kandungan N dan P dapat dilakukan perbaikan pada aspek fisik, kimia, dan biologi tanah dengan mengggunakan pupuk kandang ayam. Pupuk kandang ayam merupakan sumber nutrisi makro dan mikro yang penting termasuk fosfor, nitrogen, kalium, magnesium, kalsium dan mangan yang berguna untuk menjaga keseimbangan nutrisi tanah yang sesuai dengan kebutuhan tanaman (Haesono, 2009).

Karakteristik kimia tanah merupakan faktor penting yang menentukan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman. Salah satu parameter utama dalam penilaian karakteristik tanah adalah pH tanah, karena pH memengaruhi ketersediaan unsur hara, aktivitas mikroorganisme, serta reaksi kimia lainnya di dalam tanah (Trisnawati, 2022). Tanah yang terlalu asam atau basa dapat menyebabkan hara tertentu menjadi tidak tersedia bagi tanaman, yang pada akhirnya akan menghambat pertumbuhan dan hasil panen (Hidayah *et al.*, 2024). Selain pH, unsur fosfor (P) juga sangat penting dalam fisiologi tanaman, terutama dalam proses pembentukan energi (ATP), sintesis asam nukleat, serta perkembangan akar dan pembungaan (Iswiyanto *et al.*, 2023). Namun, fosfor

sering terikat oleh Al dan Fe pada tanah masam sehingga ketersediaannya rendah bagi tanaman. Oleh karena itu, pengelolaan pH dan P menjadi hal yang krusial dalam meningkatkan kesuburan tanah (Ningrum *et al.*, 2024).

Namun demikian, hubungan antara karakteristik kimia tanah, seperti pH dan P, dengan pertumbuhan tanaman belum sepenuhnya dikaji secara komprehensif dalam konteks penggunaan bahan amelioran organik dan anorganik secara simultan. Salah satu pendekatan yang potensial adalah penggunaan pupuk kandang ayam (Fahrudin *et al.*, 2024). Bahan tersebut kaya akan unsur hara organik dan mikroba, serta abu batu bara, yang mengandung senyawa alkali yang mampu meningkatkan pH tanah masam (Udatama *et al.*, 2024). Meskipun beberapa penelitian telah melaporkan manfaat masing-masing bahan tersebut secara terpisah, penggunaan kombinasi pupuk kandang ayam dan abu batu bara masih relatif sedikit diteliti, terutama pada tanah-tanah marginal yang mengalami degradasi kimia (Falah *et al.*, 2023). Padahal, kombinasi keduanya berpotensi untuk memperbaiki sifat kimia tanah secara sinergis, meningkatkan efisiensi pemupukan, serta mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman secara optimal. Maka Kemasaman tanah dan ketersediaan P dalam tanah Ultisol menjadi fokus penelitian ini terhadap pengaruh penggunaan pupuk kandang ayam dan abu batubara sebagai amelioran.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh aplikasi kombinasi pupuk kandang ayam dan abu batu bara terhadap perubahan sifat kimia tanah, khususnya pH dan ketersediaan fosfor, serta dampaknya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman uji. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengisi *gap analysis* terkait efektivitas kombinasi bahan organik dan amelioran anorganik dalam meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas pertanian secara berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Sampel tanah diambil di Kecamatan Cempaka, Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan dengan titik koordinat 3°49’23”S dan 114°87’23”E. Pupuk kandang ayam didapatkan dari toko pupuk di Jalan Batas Kota Dalam RT 05/02 no. 26 Kelurahan Sungai Ulin, Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Abu batubara yang digunakan diambil dari PT. PLN Nusantara Power PLTU Pulang Pisau 2x60MW, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah. Pelaksanaan inkubasi dan analisa kimia dilakukan di rumah kaca serta di Laboratorium Fisika, Kimia dan Biologi Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat. Penelitian ini berlangsung dari Maret hingga Juni 2024.

2.2. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) mencakup enam perlakuan diulang sebanyak empat kali, sehingga menghasilkan 24 unit percobaan yaitu: PA0= kontrol (tanpa amelioran), PA1= 0% pupuk kandang ayam (0 t ha^{-1}) + 100% abu batubara (1 t ha^{-1}); PA2= 25% pupuk kandang ayam (0,5 t ha^{-1}) + 75% abu batubara (0,75 t ha^{-1}); PA3= 50% pupuk kandang ayam (1 t ha^{-1}) + 50% abu batubara (0,50 t ha^{-1}); PA4= 75% pupuk kandang ayam (1,5 t ha^{-1}) + 25% abu batubara (0,25 t ha^{-1}); PA5= 100% pupuk kandang ayam (2 t ha^{-1}) + 0% abu batubara (0 t ha^{-1}).

Bahan tanah kering angin berukuran 2 mm yang diambil di kedalaman 0-20 cm. Selanjutnya, bahan tanah ditimbang sebanyak 500 g dan dimasukkan ke dalam pot percobaan. Dosis pupuk kandang ayam dan abu batubara diberikan ke masing-masing pot, kemudian diinkubasi selama 4 minggu. Saat proses inkubasi, kandungan kadar air pada tanah dipertahankan konstan pada 60% kapasitas lapang dengan melakukan penyiraman saat sore hari. Setelah inkubasi selesai, sampel tanah diambil secukupnya untuk dianalisis di laboratorium.

Data hasil penelitian terlebih dahulu dianalisis uji kehomogenan ragam Bartlet. Program ANOVA (*Analysis of Variance*) Excel V-4 digunakan untuk analisis ragam pada data yang homogeny (Mahbub, 2021). Transformasi data dilakukan jika data tidak homogen. Selanjutnya, uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dilakukan pada tingkat kepercayaan 5% apabila nilai uji F menunjukkan pengaruh nyata ataupun sangat nyata.

3. Hasil dan Pembahasan

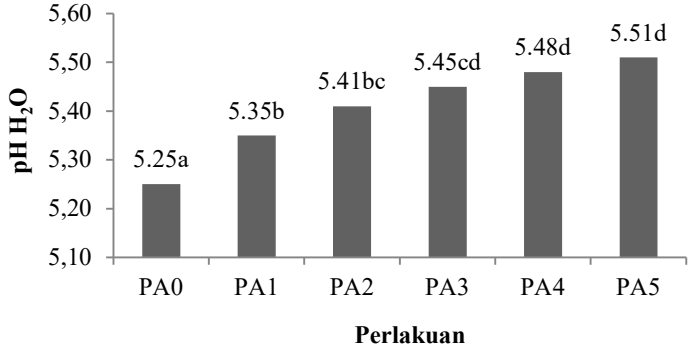
3.1. Karakteristik kimia tanah awal, hara pupuk kandang ayam dan abu batubara

Sifat kimia tanah Ultisol yang dianalisis sebelum aplikasi perlakuan memiliki kandungan pH tanah 5,07 (masam), kandungan P-Total 1,39% (sangat rendah), Ca-dd 1,02 me $100g^{-1}$ (sangat rendah), Mg-dd 0,1 me $100g^{-1}$ (sangat rendah), Al-dd 0,6 me $100g^{-1}$. Hasil analisis kandungan hara dari pupuk kandang ayam memiliki pH 9,54 dan P-Total 0,79%. Sedangkan hasil analisis kandungan hara dari abu batubara memiliki pH 11,16, P-Total 0,73%, Ca-dd 0,3 % dan Mg-dd 0,01%.

3.2. Kemasaman tanah (pH)

Kombinasi dari pupuk kandang ayam dan abu batubara terhadap pH tanah menunjukkan pengaruh sangat nyata. Gambar 1 menunjukkan bahwa aplikasi 100% pupuk kandang ayam (2 t ha^{-1}) + 0% abu batubara (0 t ha^{-1}) berdasarkan uji beda nilai tengah menghasilkan pH tanah tertinggi sebesar 5,51 namun tidak berbeda nyata dengan

aplikasi 75% pupuk kandang ayam (1,5 t ha^{-1}) + 25% abu batubara (0,25 t ha^{-1}), sedangkan tanpa amelioran (kontrol) menghasilkan pH tanah terendah sebesar 5,25. Pemberian amelioran pupuk kandang ayam dan abu batubara pada semua dosis menghasilkan kenaikan nilai pH tanah yang signifikan dibandingkan pada tanah tanpa amelioran (kontrol) (Gambar 1).



Gambar 1. Pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan abu batubara terhadap pH tanah. PA0= kontrol; PA1= 0% pupuk kandang ayam (0 t ha^{-1}) + 100% abu batubara (1 t ha^{-1}); PA2= 25% pupuk kandang ayam (0,5 t ha^{-1}) + 75% abu batubara (0,75 t ha^{-1}); PA3= 50% pupuk kandang ayam (1 t ha^{-1}) + 50% abu batubara (0,50 t ha^{-1}); PA4= 75% pupuk kandang ayam (1,5 t ha^{-1}) + 25% abu batubara (0,25 t ha^{-1}); PA5= 100% pupuk kandang ayam (2 t ha^{-1}) + 0% abu batubara (0 t ha^{-1}). Angka yang mengikuti huruf yang sama berdasarkan uji DMRT tingkat kepercayaan 5% menunjukkan tidak berbeda nyata.

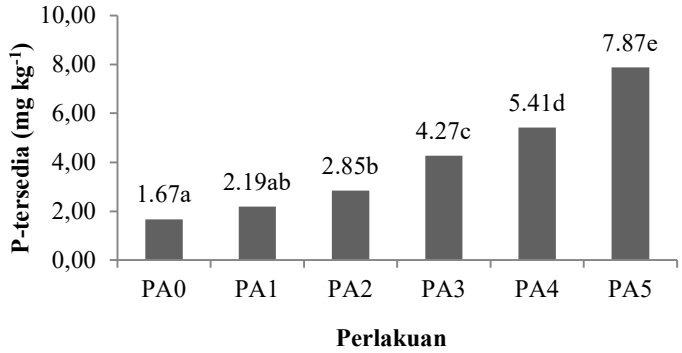
Kombinasi pupuk kandang ayam dan abu batubara dapat meningkatkan pH tanah karena abu batubara yang bersifat alkalis dan mengandung senyawa CaO yang bereaksi dengan H_2O menghasilkan $Ca(OH)_2$. Senyawa $Ca(OH)_2$ tergolong sebagai basa kuat yang mudah terionisasi menjadi ion Ca^{2+} dan OH^-. pH tanah meningkat dikarenakan ion OH^- yang dihasilkan dari pelarutan (*dissolution*) CaO dalam abu batubara akan menetralkan ion H^+ dalam tanah. Selain itu, ion kalsium (Ca^{2+}) dapat menggantikan ion H^+ pada koloid tanah yang dapat menetralkan keasaman tanah (Hakim *et al.*, 1986). Kenaikan pH tanah terjadi karena asam organik yang terbentuk dari proses dekomposisi dapat mengikat aluminium menjadi tidak dapat larut dengan menggunakan kombinasi dari pupuk kandang ayam dan abu batubara. Hasilnya konsisten dengan penelitian Saputra (2011) yang menemukan bahwa bahan organik seperti pupuk kandang dapat menaikkan pH tanah. Di tanah masam, penambahan pupuk kandang meningkatkan pH sekaligus menurunkan kadar Al-dd (Jeksen, 2013).

Pemberian amelioran berupa pupuk kandang ayam dan abu batubara dapat memberikan pengaruh terhadap peningkatan pH tanah, P-tersedia, Ca-dd, penurunan Al-dd tanah tetapi tidak dapat memberikan pengaruh terhadap Mg-dd tanah. Pemberian amelioran dengan aplikasi 50% pupuk kandang ayam (1 t ha^{-1}) + 50% abu batubara (0,50 t ha^{-1}) cukup memberikan hasil terbaik terhadap peningkatan pH, P-tersedia, Ca-dd dan penurunan Al-dd di tanah Ultisol. Temuan ini bermanfaat sebagai acuan dalam upaya perbaikan sifat kimia tanah Ultisol yang masam guna mendukung produktivitas lahan pertanian secara berkelanjutan. hasil ini berkaitan dengan penelitian Fuadi dan Dewanti (2024), yang menemukan bahwa bahan organik seperti pupuk kandang dapat menaikkan pH tanah serta menurunkan kadar Al-dd pada tanah masam (Febriani *et al.*, 2023).

3.3. P-tersedia

Kombinasi dari pupuk kandang ayam dan abu batubara terhadap P-tersedia menunjukkan pengaruh sangat nyata. Gambar 2 menunjukkan bahwa aplikasi 100% pupuk kandang ayam (2 t ha^{-1}) + 0% abu batubara (0 t ha^{-1}) berdasarkan uji beda nilai tengah memiliki kadar P-tersedia tertinggi adalah 7,87 mg kg^{-1}, sedangkan tanpa amelioran (kontrol) memiliki kadar P-tersedia terendah adalah 1,67 mg kg^{-1} namun tidak berbeda nyata dengan aplikasi 0% pupuk kandang ayam (0 t ha^{-1}) + 100% abu batubara (1 t ha^{-1}).

Peningkatan ketersediaan fosfor dalam tanah dengan kombinasi dari pupuk kandang ayam dan abu batubara disebabkan oleh abu batubara mengandung silikat (Si) yang dapat menggantikan posisi fosfor (P) yang terjerap oleh Al (Prasetyo *et al.*, 2010). Ketersediaan P juga meningkat dengan kombinasi dari pupuk kandang ayam dan abu batubara disebabkan oleh penguraian bahan organik menghasilkan asam organik yang mampu berikatan dengan Al dan Fe (Sari *et al.*, 2017).

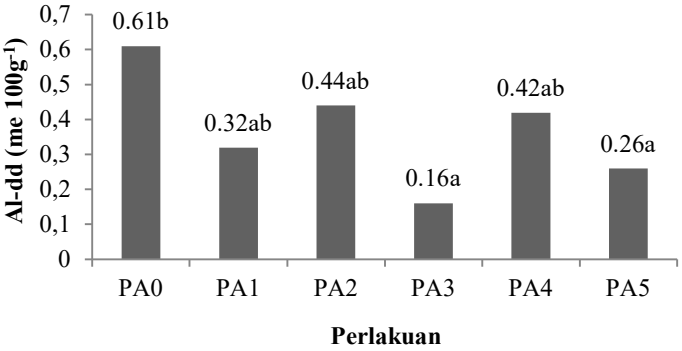


Gambar 2. Pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan abu batubara terhadap P-tersedia. PA0= kontrol; PA1= 0% pupuk kandang ayam (0 t ha^{-1}) + 100% abu batubara (1 t ha^{-1}); PA2= 25% pupuk kandang ayam (0,5 t ha^{-1}) + 75% abu batubara (0,75 t ha^{-1}); PA3= 50% pupuk kandang ayam (1 t ha^{-1}) + 50% abu batubara (0,50 t ha^{-1}); PA4= 75% pupuk kandang ayam (1,5 t ha^{-1}) + 25% abu batubara (0,25 t ha^{-1}); PA5= 100% pupuk kandang ayam (2 t ha^{-1}) + 0% abu batubara (0 t ha^{-1}). Angka yang mengikuti huruf yang sama berdasarkan uji DMRT tingkat kepercayaan 5% menunjukkan tidak berbeda nyata.

Ketersediaan P juga meningkat dengan kombinasi dari pupuk kandang ayam dan abu batubara disebabkan oleh penguraian bahan organik yang menghasilkan asam organik (Thaharah *et al.*, 2024). Asam-asam ini mampu berikatan dengan Al dan Fe, kemudian mengurangi fiksasi P dan meningkatkan ketersediaannya di dalam tanah (Indriyati *et al.*, 2023). Fosfor merupakan unsur hara makro esensial yang sangat penting bagi tanaman, terutama dalam mendukung pertumbuhan akar, pembentukan bunga dan buah, serta proses metabolisme energi (ATP) (Maulidan dan Putra, 2024). Dengan meningkatnya ketersediaan P, fungsi tanah sebagai media tanam pun menjadi lebih optimal karena mampu menyediakan unsur hara penting secara lebih efisien bagi tanaman (Rahayu *et al.*, 2023).

3.4. Aluminium dapat dipertukarkan (Al-dd)

Kombinasi dari pupuk kandang ayam dan abu batubara menunjukkan pengaruh nyata terhadap Al-dd. Gambar 3 menunjukkan bahwa tanpa amelioran (kontrol) berdasarkan uji beda nilai tengah memiliki nilai Al-dd tertinggi sebesar 0,61 me 100g^{-1}, sedangkan aplikasi 50% pupuk kandang ayam (1 t ha^{-1}) + 50% abu batubara (0,50 t ha^{-1}) memiliki nilai Al-dd terendah sebesar 0,16 me 100g^{-1} namun aplikasi 100% pupuk kandang ayam (2 t ha^{-1}) + 0% abu batubara (0 t ha^{-1}) tidak berbeda nyata.



Gambar 3. Pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan abu batubara terhadap Al-dd. PA0= kontrol; PA1= 0% pupuk kandang ayam (0 t ha^{-1}) + 100% abu batubara (1 t ha^{-1}); PA2= 25% pupuk kandang ayam (0,5 t ha^{-1}) + 75% abu batubara (0,75 t ha^{-1}); PA3= 50% pupuk kandang ayam (1 t ha^{-1}) + 50% abu batubara (0,50 t ha^{-1}); PA4= 75% pupuk kandang ayam (1,5 t ha^{-1}) + 25% abu batubara (0,25 t ha^{-1}); PA5= 100% pupuk kandang ayam (2 t ha^{-1}) + 0% abu batubara (0 t ha^{-1}). Angka yang mengikuti huruf yang sama berdasarkan uji DMRT tingkat kepercayaan 5% menunjukkan tidak berbeda nyata.

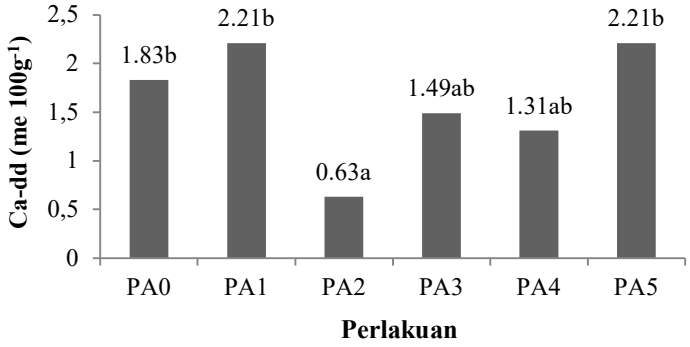
Kombinasi dari pupuk kandang ayam dan abu batubara menurunkan Al-dd karena penggantian Al oleh Ca dan pengikatan Al oleh asam organik, yang juga meningkatkan pH tanah. Ketersediaan fosfor (P) dan pH tanah meningkat karena adanya pemberian bahan organik ke tanah, tetapi penurunan Al-dd dapat menyebabkan tanah

menjadi masam karena Al^{3+} dan Fe^{2+} diikat oleh asam organik membentuk senyawa kompleks (khelat) (Siregar *et al.*, 2017).

Kombinasi dari pupuk kandang ayam dan abu batubara menurunkan Al-dd karena terjadinya penggantian ion Al oleh ion Ca, serta pengikatan Al oleh asam organik yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik. Mekanisme ini juga turut meningkatkan pH tanah. Pemberian bahan organik ke dalam tanah meningkatkan ketersediaan fosfor (P) dan menaikkan pH tanah, karena asam organik yang terbentuk mampu membentuk senyawa kompleks (khelat) dengan Al^{3+} dan Fe^{2} sehingga mengurangi fiksasi P (Sonia dan Setiawati, 2022). Fosfor yang tersedia kemudian diserap oleh akar tanaman melalui dua mekanisme utama, yaitu transpor pasif (difusi dan aliran massa) dan transpor aktif dengan bantuan protein pengangkut pada membran sel. Mekanisme di dalam sel tanaman, fosfor dan unsur hara lain diangkut melalui membran plasma ke dalam sitoplasma menggunakan energi dari ATP, lalu didistribusikan ke jaringan yang membutuhkan, seperti meristem akar dan daun muda. Peningkatan ketersediaan dan efisiensi pengangkutan unsur hara ini menjadikan tanah berfungsi lebih optimal sebagai media tanam (Sidik *et al.*, 2024).

3.5. Kalsium dapat dipertukarkan (Ca-dd)

Kombinasi dari pupuk kandang ayam dan abu batubara menunjukkan pengaruh nyata terhadap Ca-dd. Gambar 4 menunjukkan bahwa aplikasi 0% pupuk kandang ayam (0 t ha^{-1}) + 100% abu batubara (1 t ha^{-1}) dan aplikasi 100% pupuk kandang ayam (2 t ha^{-1}) + 0% abu batubara (0 t ha^{-1}) berdasarkan uji beda nilai tengah memiliki nilai Ca-dd tertinggi yaitu 2,21 me 100g^{-1} namun perlakuan tanpa amelioran (kontrol) tidak berbeda nyata, sedangkan aplikasi 25% pupuk kandang ayam (0,5 t ha^{-1}) + 75% abu batubara (0,75 t ha^{-1}) memiliki nilai Ca-dd terendah yaitu 0,63 me 100g^{-1}.



Gambar 4. Pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan abu batubara terhadap Ca-dd. PA0= kontrol; PA1= 0% pupuk kandang ayam (0 t ha^{-1}) + 100% abu batubara (1 t ha^{-1}); PA2= 25% pupuk kandang ayam (0,5 t ha^{-1}) + 75% abu batubara (0,75 t ha^{-1}); PA3= 50% pupuk kandang ayam (1 t ha^{-1}) + 50% abu batubara (0,50 t ha^{-1}); PA4= 75% pupuk kandang ayam (1,5 t ha^{-1}) + 25% abu batubara (0,25 t ha^{-1}); PA5= 100% pupuk kandang ayam (2 t ha^{-1}) + 0% abu batubara (0 t ha^{-1}). Angka yang mengikuti huruf yang sama berdasarkan uji DMRT tingkat kepercayaan 5% menunjukkan tidak berbeda nyata.

Nilai Ca-dd mengalami peningkatan dengan rerata berkisar 0,63-2,21 me 100g^{-1} dibandingkan Ca-dd tanah Ultisol awal yaitu 1,02 me 100g^{-1} (Gambar 4). Nilai kalsium dapat dipertukarkan (Ca-dd) secara keseluruhan berada dalam rentang sangat rendah hingga rendah. Tingkat kemasaman tanah sering dikaitkan dengan tingkat unsur hara Ca yang tersedia di tanah yang memenuhi kriteria rendah (Edem dan Inyang, 2012). Faktor-faktor seperti tingkat keasaman tanah dan pencucian dapat memengaruhi ketersediaan kalsium (Ca) yang rendah. Penurunan pH tanah dapat mengurangi jumlah kalsium dan magnesium yang tersedia sebagai nutrisi (Singh *et al.*, 2017; Tan, 1991). Peningkatan kandungan Ca-dd pada tanah disebabkan oleh penambahan Ca yang berasal dari pemberian abu batubara dan pupuk kandang ayam.

3.6. Magnesium dapat dipertukarkan (Mg-dd)

Pemberian pupuk kandang ayam dan abu batubara menunjukkan bahwa data homogen berdasarkan uji kehomogenan ragam. Setelah dilakukan uji analisis ragam, kombinasi pupuk kandang ayam dan abu batubara tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap Magnesium dapat dipertukarkan (Mg-dd). Data Mg-dd pada penelitian ini yaitu berkisar 0,31 - 0,45 me 100g^{-1} termasuk dalam kategori sangat rendah hingga rendah.

Menurut Landon (1991), karakteristik yang saling bertentangan dalam penyerapan oleh tanaman seperti K, Ca, Mg, dan Na. Ketika beberapa unsur hara terdapat di dalam tanah secara bersamaan, maka penyerapan salah satu unsur bisa terhambat oleh keberadaan unsur lainnya. Hal ini disebabkan oleh kesamaan dalam sifat fisika-kimia di antara ion-ion tersebut, yang menyebabkan persaingan untuk tempat di tapak jerapan tanah atau pada

permukaan akar tanaman (Mulyani dan Zahrah, 2022). Ketidakseimbangan dalam kejenuhan kation antara Ca dan Mg dapat membuat pengaruh Ca lebih dominan dibandingkan dengan kation lainnya, sehingga terjadi antagonisme antara Ca dan Mg (Wijaya *et al.*, 2024).

Hal ini disebabkan oleh kesamaan sifat fisika-kimia di antara ion-ion kation bervalensi dua, seperti Ca^{2+}dan Mg^{2+}, yang menyebabkan terjadinya persaingan untuk menempati tapak jerapan pada koloid tanah maupun permukaan akar tanaman (Setiawati *et al.*, 2023). Jika terjadi ketidakseimbangan dalam kejenuhan kation, misalnya konsentrasi Ca^{2+} jauh lebih tinggi dibandingkan Mg^{2+}, maka Ca^{2+} dapat mendominasi tapak jerapan dan menghambat penyerapan Mg^{2+}. Fenomena ini dikenal sebagai antagonisme kationik, di mana kelebihan salah satu unsur hara (dalam hal ini Ca) dapat mengganggu penyerapan unsur lain yang memiliki karakteristik serupa (seperti Mg), meskipun tersedia dalam jumlah cukup di tanah. Akibatnya, tanaman dapat mengalami defisiensi Mg meskipun kadar total Mg dalam tanah relatif tinggi (Damanhuri *et al.*, 2022).

4. Kesimpulan

Pemberian amelioran berupa pupuk kandang ayam dan abu batubara dapat memberikan pengaruh terhadap peningkatan pH tanah, P-tersedia, Ca-dd, penurunan Al-dd tanah tetapi tidak dapat memberikan pengaruh terhadap Mg-dd tanah. Pemberian amelioran dengan aplikasi 50% pupuk kandang ayam (1 t ha^{-1}) + 50% abu batubara (0,50 t ha^{-1}) cukup memberikan hasil terbaik terhadap peningkatan pH, P-tersedia, Ca-dd dan penurunan Al-dd di tanah Ultisol. Temuan ini bermanfaat sebagai acuan dalam upaya perbaikan sifat kimia tanah Ultisol yang masam, guna mendukung produktivitas lahan pertanian secara berkelanjutan.

Daftar Pustaka

Damanhuri, D., Widodo, T.W., Fauzi, A. 2022. Pengaturan keseimbangan nitrogen dan magnesium untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi jagung (Zea mays L.). Jurnal Ilmiah Inovasi 22(1), 10-15. https://doi.org/10.25047/jii.v22i1.2842

Edem, I.D., Udo-Inyang, U.C. 2012. Relationship of landscape positions with soil properties on maize (*Zea mays* L.) yield in ultisol. Basic Research Journal of Agricultural Science and Review 1(4), 69-76. https://doi.org/10.54536/ajaset.v2i1.29.

Fahrudin, F., Sarjan, M., Kusnarta, I.G.M. 2024. Potensi pemanfaatan biochar dalam remediasi lahan bekas tambang di Nusa Tenggara Barat ditinjau dari prespektif epistimologi. Journal of Soil Quality and Management 3(2), 1-8. https://doi.org/10.29303/jsqm.v3i2.204

Fahrunsyah, Mulyadi, Sarjono, A., Darma, S. 2021. Peningkatan efisiensi pemupukan fosfor pada ultisol dengan menggunakan abu batubara. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan 8(1), 189-202. https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.1.22.

Falah, M.M., Ustiatik, R., Nuraini, Y. 2023. Pengaruh penambahan abu terbang batu bara dan pupuk kandang ayam terhadap serapan P dan pertumbuhan tanaman jagung pada ultisol. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan 10(2), 381-391. https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.2.21

Febriani, N.A., Ifansyah, H., Ratna, R. 2023. Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk kandang dan pupuk hijau terhadap ketersediaan dan serapan nitrogen pada jagung di tanah podsolik. Acta Solum 1(2), 77-84. https://doi.org/10.20527/actasolum.v1i2.1840

Fitriatin, B.N., Yuniarti, A., Turmuktini, T., Ruswandi, F.K. 2014. The effect of phosphate solubilizing microbe producing growth regulators on soil phosphate, growth and yield of maize and fertilizer efficiency on ultisol. Eurasian Journal of Soil Science 3(2), 101-107. https://doi.org/10.18393/ejss.34313.

Fuadi, N.A., Dewanti, A. 2024. Pengaruh pemberian kompos campuran ampas tebu dan kotoran ayam terhadap kesuburan ultisol dan hasil produksi kedelai (*Glycine max* (L.) merril). Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi 24(2), 1028-1035. http://dx.doi.org/10.33087/jiubj.v24i2.5426

Haesono. 2009. Terobosan teknologi pemupukan dalam era pertanian organik. Kanisius, Yoyakarta. Retrieved from https://unsla.uns.ac.id/neounsla/index.php?p=show_detail&id=207931&keywords=

Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Saul, R., Diha, M.A., Hong, G.B., Bailey, H.H. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. 488p. Retrieved from https://lib.ui.ac.id/detail?id=20357759

Heidrich, C., Feuerborn, H., Weir, A. 2013. Coal combustion products: a global perspective. 2013. A global perspective. VGB Powertech, 93(12), p. 46–52. Retrieved from https://inis.iaea.org/records/y6c0c-1bf48

Hidayah, E., Aprilia, H., Hidayani, I. I., Hopiana, N., Andriati, R. 2024. Penilaian petani dan kondisi hara (N, P, K, pH) di Desa Jerowaru dan Sembalun Lombok Timur. Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA 7(2), 644-650. https://doi.org/10.29303/jpmpi.v7i2.8166

Indriyati, L.T., Nugroho, B., Hazra, F. 2023. Detoksifikasi aluminium dan ketersediaan fosforus dalam tanah masam melalui aplikasi bahan organik. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia 28(1), 10-17. https://doi.org/10.18343/jipi.28.1.10

Jeksen, J. 2013. Pengaruh pupuk bokasih terhadap pertumbuhan, hasil, serta sifat fisik dan kimia tanah pada tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.). AGRICA 6(1), 1-9. https://doi.org/10.37478/agr.v6i1.421

Iswiyanto, A., Radian, R., Abdurrahman, T. 2023. Pengaruh nitrogen dan fosfor terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai edamame pada tanah gambut. Jurnal Sains Pertanian Equator 12(1), 95-102. https://doi.org/10.26418/jspe.v12i1.60354

Landon, J.R. 1991. Booker Tropical Soil Manual: A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics (1st ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315846842

Mahbub, M. 2021. Software: Anova menggunakan MS Excel. Retrieved from https://mmahbub.wordpress.com/

Maulidan, K., Putra, B.K. 2024. Pentingnya unsur hara fosfor untuk pertumbuhan tanaman padi. Journal of Biopesticides and Agriculture Technology 1(2), 47-54. https://doi.org/10.61511/jbiogritech.v1i2.2024.1163

Mulyani, S., Zahrah, S., Sulhaswardi. 2022. Diagnosis sifat kimia tanah dan serapan hara pada tanaman nenas yang dibudidayakan pada tanah gambut di Desa Kualu Nenas. Jurnal Ecosolum 11(1), 14-28. https://doi.org/10.20956/ecosolum.v11i1.18916

Ningrum, A.N.F., Aditya, H.F., Fatiha, C.Z., Kusuma, R.M. 2024. Karakteristik kimia pada tanah merah, humus, dan kapur: Implikasi untuk pengelolaan tanah dan produktivitas pertanian. G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan 8(4), 2755-2763. https://doi.org/10.70609/gtech.v8i4.5362

Prasetyo, B.H., Suriadikarta, D.A. 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. Jurnal Litbang Pertanian, 2(25), 39-46. Retrieved from https://adoc.pub/karakteristik-potensi-dan-teknologi-pengelolaan-tanah-ultiso.html

Prasetyo, T.B., Syafrimen, Y., Edri, Y. 2010. Pengaruh pemberian abu batubara sebagai sumber silika (Si) bagi pertumbuhan dan produksi tanaman padi (*Oryza sativa* L.). Solum 7, 1-6. https://doi.org/10.25077/js.7.1.1-6.2010.

Rahayu, A., Tejowulan, R.S., Bakar, B.A. 2023. Efektivitas berbagai dosis pupuk phonska pada media tanam buatan terhadap ketersediaan P dan K tertukar tanah serta hasil pakcoy. Journal of Soil Quality and Management 2(2), 52-60. https://doi.org/10.29303/jsqm.v2i2.144

Saputra, I. 2011. Perubahan sifat fisika, kimia serta hasil jagung (*Zea Mays* L.) akibat pemberian bahan organik berbeda jenis dan dosis pada inceptisol Krueng Raya. Disertasi. Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. Retrieved from https://etd.usk.ac.id/?p=show_detail&id=159377

Sari, M.N., Sudarsono, Darmawan. 2017. Effect of organic matter on phosphorus availability in soils rich of Al and Fe. Buletin Tanah dan Lahan, 1(1), 65–71. Retrieved from https://journal.ipb.ac.id/index.php/btanah/article/download/17693/12667/

Setiawati, T.C., Widinda, S.A., Hartatik, W. 2023. Aplikasi bakteri pemacu tumbuh dan ameliorant terhadap ketersediaan hara P dan K di tanah masam serta serapannya pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.). Jurnal Agro 10(1), 98-109. https://doi.org/10.15575/22633

Siagian, H.O. 2016. Ketersediaan K pada ultisol dan serapan K tanaman jagung (*Zea mays* L.) akibat pemberian abu terbang batubara. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Palembang. Retrivied from https://repository.unsri.ac.id/18400/1/RAMA_54211_05121007023_0029086801_0005106105_01_front_ref.pdf

Sidik, A.A., Nugroho, B., Sudadi, U. 2024. Pengaruh bulai pada perubahan indeks kadar klorofil, serapan fosforus dan boron pada jagung manis. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia 29(4), 667-675. https://doi.org/10.18343/jipi.29.4.667

Singh, S., Tripathi, D.K., Singh, S., Sharma, S., Dubey, N.K., Chauhan, D.K., Vaculík, M. 2017. Toxicity of aluminium on various levels of plant cells and organism: a review. Environmental and Experimental Botany 137(17), 177-193. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.01.005.

Siregar, P., Fauzi, Supriadi. 2017. Pengaruh pemberian beberapa sumber bahan organik dan masa inkubasi terhadap beberapa aspek kimia kesuburan tanah ultisol. Jurnal Agroekoteknologi FP USU 5(2), 256–264. https://doi.org/10.32734/joa.v5i2.2541.

Sonia, A.V., Setiawati, T.C. 2022. Aktivitas bakteri pelarut fosfat terhadap peningkatan ketersediaan fosfat pada tanah masam. Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi 15(1), 44-53. https://doi.org/10.21107/agrovigor.v15i1.13449

Syahputra, E., Fauzi, Razali. 2015. Karakteristik sifat kimia sub grup tanah ultisol di beberapa wilayah Sumatera Utara. Jurnal Agroekoteknologi 4(1), 1796-1803. https://doi.org/10.32734/jaet.v4i1.12366

Tan, K.H. 1991. Dasar-dasar Kimia Tanah. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. Retrieved from https://kikp-pertanian.id/bpsipjateng/opac/detail-opac?id=1384

Thaharah, P.A.N., Haris, A., Fachruzi, I. 2024. pemberian abu boiler kelapa sawit dan kotoran ayam terhadap sifat fisika dan kimia tanah pada lahan pascatambang batubara. Acta Solum 3(1), 35-40. https://doi.org/10.20527/actasolum.v3i1.2785

Thao, H.T.B., George, T., Yamakawa, T., Widowati, L.R. 2008. Effects of soil aggregate size on phosphorus extractability and uptake by rice (*Oryza sativa* L.) and corn (*Zea mays* L.) in two ultisols from the Philippines. Soil Science and Plant Nutrition 54(1), 148-158. https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2007.00220.x.

Trisnawati, A. 2022. Analisis status kesuburan tanah pada kebun petani Desa Ladogahar Kecamatan Nita Kabupaten Sikka. Jurnal Locus Penelitian dan Pengabdian 1(5), 68-80. https://doi.org/10.58344/locus.v1i2.11

Udatama, A.F., Priatmadi, B.J., Ichriani, G.I. 2024. Pengaruh abu terbang batubara dan tandan kosong kelapa sawit terhadap pH, Eh serta Fe-larut pada lahan sulfat masam. Acta Solum 3(1), 22-25. https://doi.org/10.20527/actasolum.v3i1.2853

Wijaya, L., Zuraida, Z., Riskan, M. 2024. Sebaran kalsium dan magnesium pada tanah ultisol dengan kelerengan berbeda di Kecamatan Panga Kabupaten Aceh Jaya. Jurnal Agrium 21(2), 97-102. https://doi.org/10.29103/agrium.v21i2.16456