

**PENGARUH PARTIKEL MIKRO TERAK BAJA
TERHADAP RETENSI FOSFOR DAN HIDROGEN PADA ANDISOL**

***(THE EFFECT OF MICRO PARTICLE STEEL SLAG
TOWARDS PHOSPOROUS AND HYDROGEN ON ANDISOLS)***

Rosi Rosidah, Rina Devnita, Ridha Hudaya, dan Rachmat Haryanto

Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran.

Jl. Raya Bandung Sumedang Km 21 Jatinangor 45363

email: rosirosidah13@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh partikel mikro terak baja terhadap retensi Fosfor (p), p-tersedia dan Hidrogen dapat dipertukarkan (H-dd) pada Andisol. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah andisol dan terak baja. Andisol didapat dari perkebunan teh PTPN VIII-Ciater (1250 m dpl) pada lereng bagian timur Gunung Tangkuban Perahu, Subang, Jawa Barat. Tahapan yang dilakukan adalah pengambilan sampel tanah menggunakan metode pengambilan tanah terganggu dengan teknik minipit, penyaringan sample tanah, penimbangan, pencampuran sampel tanah dengan terak baja yang berasal dari PT Krakatau Steel Serang, penghalusan yang dilakukan dengan metode *Top-Down*, penginkubasian dan kemudian penganalisaan sifat kimia tanah. Sifat kimia tanah yang dianalisis adalah retensi P, P-tersedia dan H-dd. Retensi P dianalisis dengan metode Blackmore, P-tersedia dianalisis menggunakan metode Bray I, Bray II, dan Olsen. H-dd dianalisis dengan metode titrasi. Data yang didapat selanjutnya dilakukan uji statistik dengan analisis sidik ragam (Anova) dengan rancangan lingkungan RAL dan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Aplikasi mikro partikel terak baja berpengaruh terhadap retensi P dan P-tersedia tetapi tidak berpengaruh terhadap H-dd.

Kata kunci: *partikel mikro, terak baja, retensi fosfor (p), , andisol*

ABSTRACT

This study was aimed at determining the effect of steel slag micro particles on Phosphorus (p), p-available retention and interchangeable Hydrogen (h-dd) on Andisol. The material used in this study was Andisol and steel slag. The Andisol was obtained from PTPN VIII-Ciater tea plantations (1250 m asl) on the eastern slope of Tangkuban Perahu Mountain, Subang, West Java. The steps taken were soil sampling using disturbed soil extraction methods using Minipit technique, soil sample filtering, weighing, mixing soil samples with steel slag from PT Krakatau Steel Serang, refining done using the Top-Down method, incubating and then analyzing properties soil chemistry. The chemical properties of the soil analyzed were P, P-available and H-dd retention. P retention was analyzed by the Blackmore method, P-available was analyzed using the Bray I, Bray II, and Olsen methods. H-dd was analyzed by the Titration method. The data obtained were then carried out statistical tests with variance analysis (ANOVA) with RAL environmental design and Duncan test. The results showed that the micro-application of steel slag particles had an effect on available P and P retention but had no affect on H-dd.

Keywords: *micro particles, steel slag, Phosphorus, hydrogen, Andisol retention*

PENDAHULUAN

Andisol merupakan ordo tanah yang berasal dari hasil bahan induk abu vulkanik hasil erupsi gunung-api sehingga letak geografisnya selalu berasosiasi dengan aktivitas gunung api. Terdapat 127 gunung api aktif di Indonesia, yang berimplikasi pada sebaran andisol sebesar 5.392.000 Ha atau 2,9% dari luasan tanah di Indonesia (Subagyo, Suharta, & Siswanto, 2004). Kandungan bahan organik yang tinggi, porositas yang rendah serta sifat fisik biologis lainnya menjadikan andisol sangat berpotensi untuk aktifitas pertanian. Andisol memiliki sifat-sifat tanah andik yang mencakup kandungan bahan organik kurang dari atau lebih kecil 25% karbon organik, memiliki bobot isi yang lebih ringan daripada air yaitu $0,9 \text{ g cm}^{-3}$ atau lebih kecil, retensi fosfat yang besar atau sama dengan 85%, dan kandungan $\text{Al} + \frac{1}{2} \text{Fe}$ 2% atau lebih besar.

Permasalahan utama pada andisol adalah tingkat retensi fosfat yang tinggi yaitu lebih besar atau sama dengan 85% (Soil Survey Staff, 2010). Van Wambeke (1992) menyatakan bahwa tingginya retensi P disebabkan oleh adanya mineral alofan, imogolit, dan ferihidrit. Terjadinya retensi fosfat pada andisol menyebabkan P terikat oleh mineral liat amorf, sehingga unsur P anorganik menjadi tidak tersedia bagi tanaman dan menurunkan kandungan P-tersedia pada tanah. Alofan mampu me-

retensi P hingga 97,8% (Sukarman & Dariah, 2015).

Upaya mengatasi permasalahan retensi P dalam andisol adalah dengan penambahan amelioran yang mampu menyediakan muatan negatif tinggi sehingga berperan menggantikan posisi unsur P anorganik yang diretensi oleh mineral liat amorf. Amelioran yang memiliki muatan negatif tinggi salah satunya adalah silikat, batuan fosfat, dan bahan organik. Devnita (2010) menyatakan bahwa terak baja, batuan fosfat dan bokashi sekam padi dapat menurunkan retensi P pada andisol. Penelitian tersebut menggunakan terak baja sebagai sumber silikat yang digunakan untuk ameliorasi tanah.

Terak baja merupakan produk sampingan dari proses pembuatan bijih besi yang mengandung ion silikat lambat tersedia di dalam tanah. Kandungan terak baja cukup kompleks yang mencakup mineral Fe, Si, Al, Mg, dan Mn, serta Cu, Mo, Zn, Co dalam jumlah yang lebih sedikit. Penggunaan terak baja dalam kegiatan pertanian sedang banyak dikembangkan. Fokus penelitian yang telah banyak dilakukan adalah pengaruh aplikasi terak baja terhadap sifat kimia tanah serta pertumbuhan tanaman.

Peningkatan efektivitas aplikasi amelioran dapat dilakukan melalui perubahan ukuran partikel. Perubahan ukuran partikel akan berpengaruh pada laju reaksi yang terjadi. Dengan memperkecil ukuran partikel akan

terjadi peningkatan laju reaksi. Efektivitas aplikasi melalui pengecilan ukuran sudah banyak diterapkan dalam pengembangan teknologi seperti di dunia farmakologi dengan tujuan peningkatan efektivitas dari *input* obat karena terjadi peningkatan kearutan bagi unsur yang sukar larut.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah andisol dan terak baja. Andisol didapat dari perkebunan teh PTPN VIII-Ciater (1250 m dpl) yang terletak pada lereng bagian timur Gunung Tangkuban Perahu, Kabupaten Subang-Jawa Barat. Pengambilan sampel tanah dilakukan di beberapa titik pada kedalaman 0 sampai dengan 60 cm, dengan menggunakan metode pengambilan tanah terganggu dengan teknik minipit. Terak baja yang digunakan berasal dari PT Krakatau Steel Serang, Banten pada bulan Juni 2017, yang kemudian dihaluskan terlebih dahulu sampai berukuran partikel mikro (10^{-6} m) dengan metode *Top-Down*.

Sampel tanah yang digunakan terlebih dahulu dikompositkan dan selanjutnya disaring dengan menggunakan saringan berukuran 0,2 mm untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Tahap selanjutnya adalah menimbang sampel tanah dan dimasukkan ke dalam *polybag* tanpa lubang. Sampel tanah yang digunakan sebanyak 0,5 Kg. Terakhir adalah pencampuran sampel tanah dengan

terak baja yang disesuaikan dengan dosis yang digunakan. Sampel tanah dan terak baja yang telah dicampurkan diinkubasikan selama 2 bulan dan dilakukan analisis sifat kimia tanah setiap bulannya.

Sifat kimia tanah yang dianalisis adalah retensi P, P-tersedia dan H-dd. Retensi P dianalisis dengan metode *Blackmore*, P-tersedia menggunakan metode *Bray I*, *Bray II*, dan *Olsen*. H-dd dianalisis dengan metode titrasi. Data yang didapat selanjutnya dilakukan uji statistik dengan analisis sidik ragam (Anova) dengan rancangan lingkungan RAL, dan dilakukan uji lanjut apabila nilai F hitung berpengaruh nyata dengan taraf nyata 5%. Uji lanjut yang digunakan adalah uji Duncan pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

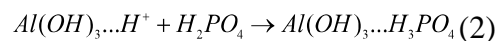
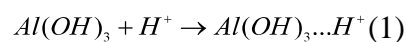
Andisol merupakan tanah yang terbentuk dari mineral amorf seperti alofan, imogolit, dan ferihidrit. Kandungan mineral tersebut menjadikan andisol sebagai tanah bervariasi dan memiliki daya retensi P yang tinggi. Tanah bervariasi akan mengalami perubahan sifat sesuai dengan kondisi pH. Kondisi pH rendah menjadikan tanah bermuatan positif dan akan bermuatan negatif pada kondisi pH tinggi (Sukarman & Dariah, 2015). Masduqi (2004) mengemukakan bahwa pH masam menyebabkan tanah bermuatan positif akibat masuknya ion H^+ pada lapis

oktahedral $Al(OH)_3$ dan membentuk ikatan hidrogen sehingga permukaan partikel alofan menjadi bermuatan positif dan dapat mengikat ion fosfat yang bermuatan negatif. Alofan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya retensi P. Retensi P menyebabkan fosfat anorganik ($H_2PO_4^-$) dan (HPO_4^{2-}) sedikit yang tersedia bagi tanaman. Qafuku, Van Ranst, Noble, dan Baert (2004) menjelaskan bahwa retensi P menurun karena adanya pemblokiran muatan positif tanah oleh anion bervalensi tinggi seperti silikat, fosfat dan bahan organik. Sehingga salah satu upaya penurunan retensi P dan meningkatkan P-tersedia adalah dengan penambahan unsur silikat, yang merupakan anion bervalensi tinggi, untuk memblokir kation yang tidak diharapkan.

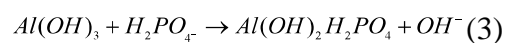
Silikat yang digunakan untuk mekanisme tersebut dalam bentuk SiO_4^{4-} . Pemberian silikat diharapkan akan mensubstitusi P anorganik yang teretensi dalam kompleks ikatan. Hal ini karena SiO_4^{4-} memiliki keelektronegatifan lebih besar dibandingkan PO_4^{3-} sehingga SiO_4^{4-} dapat menggantikan PO_4^{3-} yang teretensi (Devnita, 2010). Silikat menggantikan unsur P dari kompleks pertukaran sehingga terjadi peningkatan ketersediaan P bagi tanaman (Rosmarkan & Yuwono, 2002).

Andisol yang digunakan dalam penelitian ini memiliki pH yang tergolong agak masam yaitu 4,528 untuk pH H_2O dan 4,518 untuk pH KCl dengan retensi P yang tinggi

yaitu 95,00%. Tingginya retensi P oleh alofan yang merupakan komponen mineral amorf dari Andisol disebabkan oleh Fe dan Al amorf dari alofan, permukaan spesifik yang luas dan pH (Bohn, McNeal, & O'Connor, 1979; Uehara & Gilman, 1981). Retensi P dikarenakan kondisi pH dikarenakan masuknya ion H^+ pada lapisan oktahedral $Al(OH)_3$ dan membentuk ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen yang terbentuk akan merubah koloid tanah menjadi bermuatan positif dan mampu mengikat ion fosfat yang bermuatan negatif. Masduqi (2004) menggambarkan fenomena tersebut dalam bentuk persamaan reaksi sebagai berikut.



Untuk kondisi tanah yang netral atau basa, mekanisme yang terjadi adalah sebagai berikut.



Terak baja yang diaplikasikan sebagai amelioran memiliki kandungan Si sebanyak 12%. Si yang terdapat dalam terak baja diharapkan mampu mensubstitusi P yang diretensi oleh mineral alofan. Untuk peningkatan efektivitas aplikasi maka dilakukan pengujian melalui pengecilan ukuran amelioran menjadi berukuran mikro. Perubahan ukuran menjadi mikro partikel mampu meningkatkan kelarutan bagi unsur yang sukar larut (Park & Yeo, 2002). Hasil dari inkubasi selama 2 bulan menunjukkan

aplikasi mikro partikel terak baja terhadap andisol memberikan pengaruh penurunan retensi P dan peningkatan P tersedia serta penurunan H-dd. Serta berdasarkan analisis sidik ragam (anova) terdapat pengaruh yang berbeda nyata antar perlakuan pada retensi P dan P-tersedia sedangkan berdasarkan anova tidak terjadi pengaruh yang nyata terhadap H-dd. Hasil anova kemudian diuji lanjut Duncan pada taraf nyata 5% yang dideskripsikan pada Tabel 1.

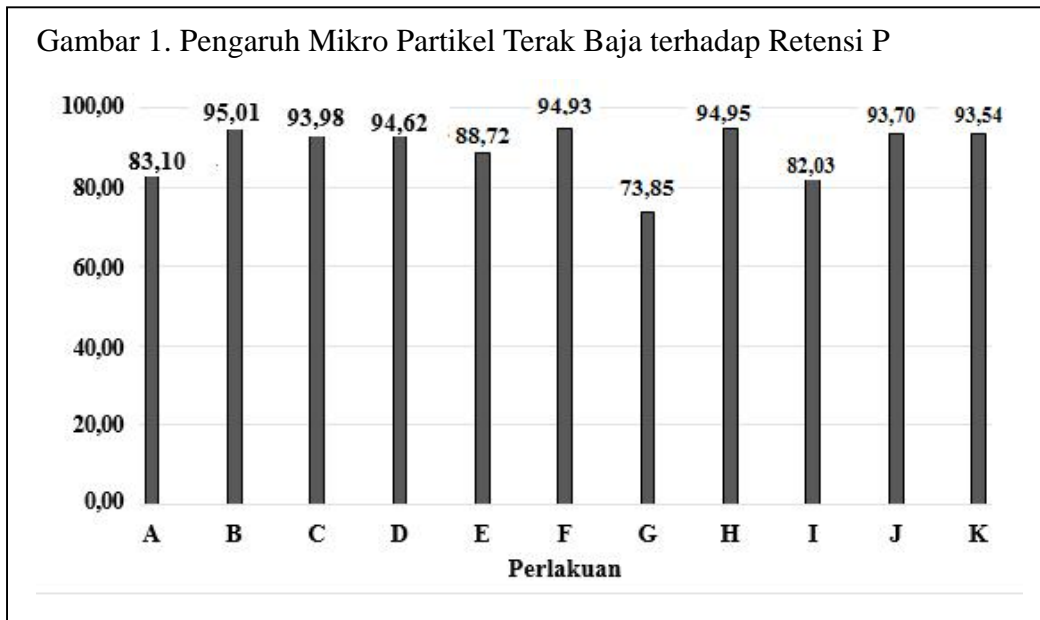
Perlakuan yang menunjukkan aplikasi paling efektif berdasarkan Tabel 1 adalah 5% terak baja dengan ukuran 1,7 µm. Perlakuan tersebut mampu menurunkan retensi P sampai mencapai 73,85% dan peningkatan P-tersedia sampai 49,72 ppm yang berarti ketersediaan P adalah sangat tinggi. Pengaruh perlakuan terhadap retensi P dideskripsikan pula oleh Gambar 1.

Gambar 1 menyajikan informasi terkait penurunan retensi P oleh setiap perlakuan. Perlakuan G dengan dosis aplikasi 5% terak baja berukuran 1,7 µm memiliki nilai retensi terendah, diikuti oleh perlakuan I dengan dosis 7% terak baja berukuran 1,7 µm. Hasil tersebut sama seperti penelitian yang dilakukan oleh Dika (2016) yang menggunakan terak baja sebagai amelioran dan diinkubasikan selama 4 bulan dan dengan dosis 5% terak baja mampu memberikan nilai retensi P terendah. Pada penelitian ini inkubasi dilakukan selama 2 bulan sehingga dapat diasumsikan terdapat pengaruh dari pengubahan ukuran partikel menjadi ukuran mikro.

Retensi P sangat berhubungan erat dengan P-tersedia. Retensi P yang tinggi akan berimplikasi dengan nilai P-tersedia yang rendah. Pengaruh aplikasi terak baja

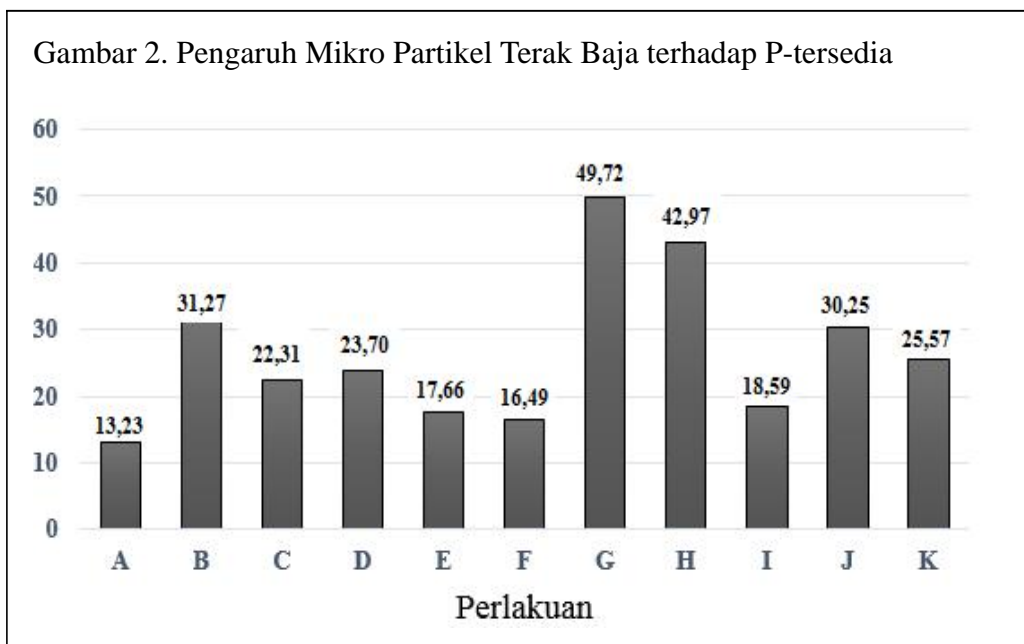
Tabel 1
Pengaruh Mikro Partikel Terak Baja terhadap Retensi P, P-tersedia dan H-dd

No	Perlakuan	Pengaruh Mikropartikel Terak Baja		
		Retensi P (%)	P-tersedia (ppm)	H-dd (cmol/kg)
1	A (Kontrol tanpa terak baja)	83.09 b	13.23 a	1.45 a
2	B (5% Terak baja dengan ukuran 200 mesh)	95.01 c	31.27 abc	0.77 a
3	C (1% Terak baja dengan ukuran 1,7 µm)	93.97 c	22.31 abc	0.29 a
4	D (2% Terak baja dengan ukuran 1,7 µm)	94.62 c	23.70 abc	0.37 a
5	E (3% Terak baja dengan ukuran 1,7 µm)	88.72 bc	17.66 ab	0.64 a
6	F (4% Terak baja dengan ukuran 1,7 µm)	94.93 c	16.49 ab	0.45 a
7	G (5% Terak baja dengan ukuran 1,7 µm)	73.85 a	49.72 c	0.92 a
8	H (6% Terak baja dengan ukuran 1,7 µm)	94.95 c	42.97 bc	0.67 a
9	I (7% Terak baja dengan ukuran 1,7 µm)	82.03 ab	18.59 ab	0.56 a
10	J (8% Terak baja dengan ukuran 1,7 µm)	93.70 c	30.25 abc	0.15 a
11	K (9% Terak baja dengan ukuran 1,7 µm)	93.54 c	25.57 abc	0.46 a



pada P-tersedia dideskripsikan pada Gambar 2. P-tersedia adalah unsur P yang terdapat pada koloid tanah dan mampu diserap oleh tanaman. P-tersedia adalah unsur P yang tersusun dalam senyawa $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} yang merupakan fosfat anorganik.

Peningkatan P-tersedia akan berhubungan *linear* dengan penurunan retensi P. Pada Gambar 1 diketahui dosis terak baja 5% berukuran $1,7 \mu m$ memberikan nilai retensi P terendah dan pada Gambar 2 perlakuan tersebut memberikan nilai P tersedia ter-



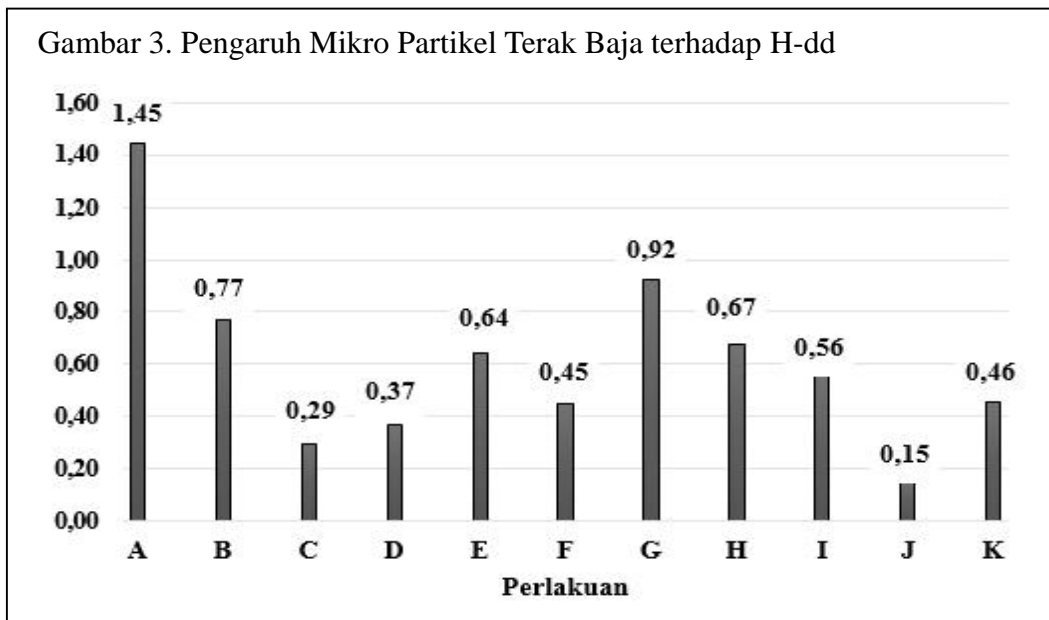
tinggi yaitu 42,97 ppm yang tergolong sangat tinggi (Balai Penelitian Tanah, 2009).

P-tersedia paling rendah adalah pada kontrol yaitu 13,23 ppm. Ketersediaan P dan unsur hara lainnya dipengaruhi juga oleh kondisi keasaman tanah. Di dalam koloid tanah salah satu indikasi keasaman tanah adalah nilai dari hidrogen dapat dipertukarkan (H-dd). H-dd adalah ion H^+ yang terjerap pada koloid dan disebut keasaman cadangan atau potensial. Hasil analisis hidrogen dapat ditukar (H-dd) pada perlakuan pemberian mikro partikel terak baja disajikan pada Gambar 3.

Setiap perlakuan tidak berbeda nyata setelah diuji anova, akan tetapi terdapat fluktuasi penurunan H-dd. Penurunan tertinggi adalah perlakuan I (8% terak baja berukuran $1,7 \mu m$). Perbedaan ini dapat terjadi karena sifat penjerapan ion H^+ oleh

koloid juga tidak sama, ada yang selektif dan tidak selektif. Meningkatnya H-dd dapat terjadi karena sebagian besar ion H^+ dijerap oleh koloid tanah dan dapat dipertukarkan ke dalam larutan tanah. Ion H^+ cadangan didisosiasikan menjadi ion bebas. Tingkat disosiasi ke dalam larutan tanah akan memengaruhi tingkat keasaman tanah. H-dd merupakan keasaman potensial dan H^+ yang bebas didalam koloid merupakan keasaman aktif. Apabila keasaman aktif dinetralkan dengan sejumlah basa, maka daya netralnya tidak akan bertahan lama karena ion H-dd segera akan dibebaskan dari koloid.

Keadaan ini semakin rumit bila koloid jenuh oleh Al-dd, dengan demikian ion H^+ bebas tidak hanya dari yang terjerap pada koloid tetapi juga dari hidrolisis kandungan Al yang dibebaskan ke dalam larutan tanah. Hal inilah yang menyebabkan ion H^+ sukar



dipertukarkan dari koloid organik (Bolt, Bruggenwert, & Komphorst, 1976). Oleh karena itu pula keasaman tanah yang kaya dengan bahan organik relatif sukar dikurangi. Selain itu, ion H-dd atau yang terjerap pada koloid tersebut disebut kemasaman cadangan atau potensial, sedangkan ion H bebas disebut kemasaman aktif. Apabila kemasaman aktif dinetralkan dengan sejumlah basa, maka daya netralnya tidak akan bertahan lama karena ion H-dd segera akan dibebaskan dari koloid. Keadaan ini semakin rumit bila koloid jenuh oleh Al-dd, dengan demikian ion H bebas tidak hanya dari yang terjerap pada koloid tetapi juga dari hidrolisis Al yang dibebaskan ke dalam larutan tanah (Bolt *et al.*, 1976).

SIMPULAN

Aplikasi mikro partikel terak baja berpengaruh terhadap retensi P dan P-tersedia tetapi tidak berpengaruh terhadap H-dd. Retensi P terendah adalah dengan dosis 5% terak baja berukuran 1,7 μm dengan nilai retensi P 73,85 dan perlakuan tersebut juga berpengaruh terhadap nilai P-tersedia yang mencapai 42,75 ppm. H-dd terendah adalah dengan aplikasi 8% terak baja berukuran 1,7 μm dengan nilai 0.1496 cmol/kg.

DAFTAR PUSTAKA

Balai Penelitian Tanah. (2009). *Petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air dan pupuk*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.

- Bohn, H. L., McNeal, B. L., & O'Connor, G. (1979). *Soil chemistry*. New York: John Wiley & Sons.
- Bolt, G. H., Bruggenwert, M. G. M., & Komphorst, A. (1976). Adsorption of cation by soil. *Developments in Soil Science*, 5, 54-90.
- Devnita, R. (2010). *Pengaruh berbagai bahan amelioran terhadap pH_0 , Retensi P dan KTK pada beberapa andisol di Jawa Barat* (Laporan penelitian tidak diterbitkan). Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Dika, R. N. (2016). *Penilaian beberapa kualitas tanah (Retensi P, kejenuhan basa, permeabilitas, logam berat Cr, populasi mikoriza) dan bobot kering tanaman akibat ameliorasi terak baja dan bokashi sekam padi pada andisol yang ditanami jagung (Zea mays L.)* (Skripsi tidak diterbitkan). Program Sarjana Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Masduqi, A. (2004). Penurunan senyawa fosfat dalam air limbah buatan dengan proses adsorpsi menggunakan tanah haloisit. *Majalah IPTEK*, 15(1), 47-53.
- Park, K., & Yeo, Y. 2002. Microencapsulation technology encyclopedia of pharmaceutical technology. *GEPT*, 6(2), 67-85.
- Qafuku, N., Van Ranst, E., Noble, A., & Baert, G. (2004). Variable charge soils: Their mineralogy, chemistry and management. *Advances in Agronomy*, 84, 157-213.
- Rosmarkan, A., & Yuwono, N. W. (2002). *Ilmu kesuburan tanah*. Kanisius Yogyakarta.
- Soil Survey Staff. (1994). *Keys to soil taxonomy* (6th ed.). Washington, D. C.: United States Department of Agriculture.
- Soil Survey Staff. (2010). *Soil taxonomy a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*

- (11th ed.). Washington D. C.: United States Department of Agriculture.
- Subagyo, H., Suharta, N., & Siswanto, A. B. (2004). Tanah-tanah pertanian di Indonesia. Dalam A. Adimihardja, L. I. Amien, F. Agus, & D. Djaenudin (Eds.), *Sumberdaya lahan Indonesia dan pengelolaannya* (pp. 21-66). Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- Sukarman, & Dariah, A. (2015). *Tanah andisol di Indonesia: Karakteristik, potensi, kendala, dan pengelolaan untuk pertanian*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian.
- Van Wambeke, A. (1992). *Soils of the tropics: Properties and appraisal*. New York: McGraw Hill.
- Uehara, G., & Gillman, G. (1981). *The mineralogy, chemistry, and physics of tropical soils with variable charge clays*. Boulder, Colorado: Westview Press.