

# PENGARUH PARTIKEL MIKRO TERAK BAJA TERHADAP RETENSI P DAN PH PADA ANDISOL

## *(THE EFFECT OF MICRO PARTICLE STEEL SLAG ON P-RETENTION AND PH ON ANDISOL)*

**Ai Ening Rostini<sup>1</sup>, Rina Devnita<sup>2</sup>, Oviyanti Mulyani<sup>2</sup>, dan Benny Joy<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Sarjana Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

<sup>2</sup>Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Jatinangor Km. 21 Jatinangor, Sumedang-Jawa Barat 45363

email: ain.rostini@gmail.com

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian partikel mikro terak baja terhadap retensi P, kemasaman tanah pada Andisol asal Ciater, Jawa Barat. Penelitian telah dilaksanakan pada bulan November 2017 sampai dengan Januari 2018. Andisol berasal dari Perkebunan Teh PTPN XIII-Ciater, Kabupaten Subang, sedangkan terak baja diperoleh dari PT. Krakatau Steel Indonesia. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 11 perlakuan dan 3 ulangan, sehingga total seluruh perlakuan adalah 33 polibeg percobaan. Perlakuan yang diberikan yaitu kontrol, terak baja ukuran 500 mesh dan terak baja ukuran 1,7  $\mu\text{m}$ . Media inkubasi disimpan di Laboratorium Fisika Tanah Fakultas Pertanian UNPAD dan diinkubasikan selama 2 bulan. Parameter yang diamati adalah Retensi P dianalisis dengan metode Blakemore, dan pH tanah dianalisis dengan metode elektrometri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian partikel mikro terak baja berpengaruh nyata terhadap penurunan retensi P dan peningkatan pH pada Andisol asal Ciater, Jawa Barat. Sedangkan dosis terbaik dalam meningkatkan pH yakni 7% terak baja dengan ukuran 1,7  $\mu\text{m}$  mampu meningkatkan pH dari 4,53 menjadi 7,99 setelah dua bulan inkubasi.

**Kata kunci:** *Andisol, terak baja, partikel mikro, retensi P, pH*

### **Abstract**

This study was aimed at determining the effect of microparticles steel slag towards P retention, soil acidity in Andisol from Ciater, West Java. The research was conducted in November 2017 until January 2018. The andisol was taken from the PTPN XIII-Ciater Tea Plantation, Subang, while steel slag was obtained from PT. Krakatau Steel Indonesia. The study used a Completely Randomized Design consisting of 11 treatments and 3 replications so that the total of all treatments was 33 experimental polybags. The treatments given were 500 mesh steel slag and 1.7  $\mu\text{m}$  steel slag. The incubation media were stored in the Soil Physics Laboratory of the Faculty of Agriculture at UNPAD for 2 months. The observed parameters were P retention analyzed by the Blakemore method and soil pH which was analyzed by the electrometry method. The results show that the steel slag microparticles significantly affected the reduction in P retention and increased pH in Andisols. The best dose for increasing the pH is 7%. Steel slag with a size of 1.7  $\mu\text{m}$  is able to increase the pH from 4.53 to 7.99 after a two-month incubation.

**Keywords:** *Andisols, steel slag, micro particles, P retention, pH*

## **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak gunung api, sehingga sebagian tanah di Indonesia berkembang dari hasil erupsi gunung api. Berdasarkan *Soil Taxonomy* tanah ini dikelompokkan dalam ordo Andisol (*Soil Survey Staff*, 2014). Luas Andisol di Indonesia diperkirakan mencapai 5,39 juta ha atau sekitar 2,9% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo, Suharta, & Siswanto, 2000) dan umumnya terdapat di daerah dataran tinggi.

Andisol dicirikan dengan sifat tanah andik yaitu mengandung kurang dari 25% C-organik; nilai  $Al + \frac{1}{2} Fe$  2% atau lebih; bobot isi 0,9 g cm<sup>-3</sup> atau lebih kecil; dan memiliki retensi fosfat 85% atau lebih (*Soil Survey Staff*, 2014). Tingginya retensi P pada tanah ini merupakan permasalahan utama pada Andisol. Pemberian pupuk P yang tinggi pada Andisol tidak menjamin ketersediaan P yang tinggi pula bagi tanaman, karena efisiensinya yang rendah yaitu 10-20% (Hawkes, DeAngelis, & Firestone, 2007). Sebagian besar P pada Andisol akan diretensi oleh Fe dan Al amorf yang berasal dari hidroksida aluminium dan alfofan. Gugus aluminol (Al-OH) dan (Al-OH<sub>2</sub>) yang terdapat dalam mineral amorf sangat berperan penting dalam meretensi ion fosfat. Semakin banyak jumlah gugus aluminol dalam bahan amorf, semakin banyak pula

fosfat yang diretensi dalam tanah (Bohn, McNeal, & O'Connor, 1985).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan pada Andisol yaitu dengan penambahan amelioran bermuatan negatif seperti silikat. Silikat dapat berasal dari terak baja (*steel slag*) yang merupakan hasil sampingan yang terbentuk dari proses produksi pembuatan baja. Penelitian Devnita, Hudaya, dan Rosana (2014) menunjukkan bahwa terak baja mengandung 12,5% SiO<sub>2</sub>; 42,00% CaO; 6,00% MgO; 0,50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; dan 0,81 % FeO. Kristen dan Erstad (1996) menjelaskan bahwa P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang dibebaskan dari terak baja dapat meningkatkan kandungan P tersedia dalam tanah dan turut berpengaruh terhadap peningkatan P tersedia. Ottinger (2013) menyatakan bahwa silikat dapat berfungsi sebagai anion dalam melepaskan retensi P. Selain silikat, senyawa CaO dan MgO yang dibebaskan terak baja dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pH tanah. Senyawa CaO terhidrolisis dalam tanah menghasilkan ion-ion Ca<sup>2+</sup> dan OH<sup>-</sup>. Ion OH<sup>-</sup> tersebut akan menetralkan ion H<sup>+</sup> dalam larutan tanah sehingga terjadilah kenaikan pH tanah (Gultom, 2012).

Pada umumnya terak baja memiliki kapasitas tukar kation (KTK) 80-100% dan sangat lambat bereaksi dengan kemasaman tanah kecuali apabila terak baja dihaluskan hingga berukuran mikro (1 μm = 10<sup>-6</sup> m) (*National Slag Association*, 2010). Widowati,

Husnain, dan Hartatik (2012) menyatakan bahwa pemanfaatan pupuk yang berukuran super kecil lebih efektif dan langsung mencapai sasaran karena memiliki ukuran yang sangat halus dan luas permukaan yang besar. Walaupun teknologi mikro partikel ini memiliki kekurangan dikarenakan biayanya yang mahal, namun sifatnya yang reaktif terhadap larutan tanah diharapkan mampu mengurangi dosis terak baja yang digunakan dibanding terak baja yang ukurannya tidak diperkecil.

## **METODE PENELITIAN**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan lapangan yang terdiri atas cangkul, sekop, plastik, karung, label, meteran, pisau, dan tali rafia. Peralatan laboratorium yang terdiri atas *polybag* tidak

berlubang ukuran 2 kg, ember, label, terpal, timbangan digital, pH meter, botol kocok, botol film, sekop, oven, cawan alumunium, gelas ukur, kamera dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah Andisol asal Ciater dan bahan-bahan laboratorium yang diperlukan selama analisis.

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 11 perlakuan dan 3 ulangan. Adapun ke-11 perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Pengambilan sampel tanah dilakukan di lima titik pada kedalaman 0 sampai dengan 60 cm. Lokasi pengambilan sampel tanah yakni di Perkebunan Teh PTPN XIII-Ciater (1250 mdpl) yang terletak pada lereng bagian timur Gunung Tangkuban Perahu, Kabupaten Subang-Jawa Barat. Terak baja

Tabel 1  
*Perlakuan Pemberian Terak Baja terhadap Andisol asal Ciater*

No	Perlakuan	Keterangan
1	A	Kontrol (tanpa terak baja)
2	B	Terak baja 5% dari berat tanah, dengan ukuran 0,074 mm (200 mesh)
3	C	Terak baja 1% dari berat tanah, dengan ukuran 1,7 $\mu$ m
4	D	Terak baja 2% dari berat tanah, dengan ukuran 1,7 $\mu$ m
5	E	Terak baja 3% dari berat tanah, dengan ukuran 1,7 $\mu$ m
6	F	Terak baja 4% dari berat tanah, dengan ukuran 1,7 $\mu$ m
7	G	Terak baja 5% dari berat tanah, dengan ukuran 1,7 $\mu$ m
8	H	Terak baja 6% dari berat tanah, dengan ukuran 1,7 $\mu$ m
9	I	Terak baja 7% dari berat tanah, dengan ukuran 1,7 $\mu$ m
10	J	Terak baja 8% dari berat tanah, dengan ukuran 1,7 $\mu$ m
11	K	Terak baja 9% dari berat tanah, dengan ukuran 1,7 $\mu$ m

yang diperoleh dari PT. Krakatau Steel Indonesia yang dihaluskan terlebih dahulu sampai berukuran  $1,7 \mu\text{m}$  di Laboratorium Riset Nanoteknologi dan Graphene (PrintG) Fakultas MIPA, Universitas Padjadjaran.

Persiapan media inkubasi dilakukan dengan mencampurkan tanah Andisol secara komposit. Tanah sebanyak 500 gram dicampurkan dengan terak baja dengan dosis sesuai perlakuan hingga merata, kemudian dimasukkan ke dalam *polybag* berukuran 2 kg. Selanjutnya disiram sampai dengan keadaan kapasitas lapang. Masing-masing *polybag* diikat dan diberi label sesuai perlakuan. Media inkubasi disimpan di Laboratorium Fisika Tanah Fakultas Pertanian UNPAD dan diinkubasikan selama 2 bulan.

Selama inkubasi dilakukan pengambilan sampel tanah setiap bulan sebanyak 100 gram dari setiap *polybag*. Sampel tanah yang sudah diambil kemudian ditutup dengan rapat dalam plastik yang sudah diberi label, sedangkan yang lainnya tetap diinkubasikan kembali. Sampel yang sudah diberi label dibawa ke laboratorium Kesuburan dan Nutrisi Tanaman Fakultas Pertanian UNPAD untuk dianalisis. Parameter yang diamati adalah retensi P dianalisis dengan metode *Blakemore* dan pH tanah dianalisis dengan metode elektrometri.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian terak baja dalam bentuk partikel

mikro berpengaruh nyata terhadap penurunan retensi P pada Andisol asal Ciater. Pengaruh pemberian partikel mikro terak baja terhadap retensi P setelah dua bulan inkubasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan data masing-masing perlakuan yang terdapat pada Tabel 2, secara umum nilai retensi P mengalami fluktuasi antar perlakuan. Devnita (2010) menyatakan bahwa fluktuasi nilai retensi P dapat terjadi dan tidak berhubungan linier dengan dosis terak baja.

Setelah dua bulan inkubasi dapat dilihat bahwa pemberian terak baja dengan ukuran partikel mikro memberikan pengaruh nyata terhadap retensi P. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan terak baja 5% ukuran  $1,7 \mu\text{m}$  yang mampu menurunkan retensi P dari 95% pada saat analisis tanah awal menjadi 73,85%. retensi P tertinggi terdapat pada perlakuan terak baja 5% ukuran 200 mesh yakni 95,01%. Meskipun dosis kedua perlakuan tersebut sama, namun ukuran partikel terak baja yang digunakan berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran partikel mempengaruhi reaksi kimia antara terak baja dengan Andisol. Dengan dosis yang sama, terak baja berukuran partikel mikro mampu menurunkan nilai retensi P lebih besar dibanding terak baja yang ukurannya tidak dimikrokkan. Pengubahan ukuran partikel menjadi berukuran mikro mampu mempercepat kelarutan unsur yang sukar

Tabel 2  
*Pengaruh Pemberian Mikro Partikel Terak Baja terhadap Retensi P setelah Dua Bulan Inkubasi*

Kode	Perlakuan	Retensi (%)
A	Tanpa terak baja)	83,09 b
B	Terak baja 5%, dengan ukuran 0,074 mm	95,01 c
C	Terak baja 1%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$	93,97 c
D	Terak baja 2%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$	94,62 c
E	Terak baja 3%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$	88,72 bc
F	Terak baja 4%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$	94,93 c
G	Terak baja 5%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$	73,85 a
H	Terak baja 6%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$	94,95 c
I	Terak baja 7%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$	82,03 ab
J	Terak baja 8%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$	93,70 c
K	Terak baja 9%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$	93,54 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

larut (Park & Yeo, 2002) sehingga bersifat lebih reaktif dan langsung mencapai sasaran karena luas permukaannya yang besar (Widowati dkk., 2011).

Penurunan retensi P terjadi karena afinitas anion P pada permukaan alofan menurun akibat pemberian terak baja. Ion  $\text{SiO}_4^{4-}$  pada terak baja mampu mensubstitusi ion negatif fosfat yaitu  $\text{HPO}_4^{2-}$  dan  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  yang terjerap oleh mineral liat non kristalin (Fiantis, Hakim, & Van, 2005). Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Sukmawati (2011) yang menyatakan bahwa silikat merupakan salah satu anion yang dapat melepaskan P dari kompleks jerapan dengan cara mengisi tapak jerapan alofan sehingga mampu menurunkan retensi P.

Kemasaman tanah merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Sebagian unsur hara mudah larut di dalam larutan tanah pada saat nilai pH netral (Hardjowigeno, 2007). Hasil analisis tanah awal menunjukkan bahwa Andisol asal Ciater memiliki pH yang masam yakni 4,53. Pemberian terak baja diharapkan mampu meningkatkan pH Andisol asal Ciater hingga mendekati netral. Peningkatan pH tanah juga diharapkan dapat berkorelasi positif dengan penurunan retensi P. Sukmawati (2011) menyatakan bahwa persentase P yang diretensi oleh alofan dipengaruhi oleh pH, sehingga umumnya retensi P akan menurun apabila pH tanah meningkat.

Hasil analisis uji statistik menunjukkan bahwa pemberian terak baja dalam bentuk partikel mikro berpengaruh nyata terhadap peningkatan pH pada Andisol asal Ciater. Pengaruh pemberian partikel mikro terak baja terhadap pH Andisol setelah dua bulan inkubasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan data pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin tinggi dosis terak baja yang diberikan maka semakin tinggi pula nilai pH tanah. Sejalan dengan hasil penelitian Yoseph (2014) yang menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis terak baja yang diberikan, maka pH tanah cenderung semakin meningkat. Setelah dua bulan inkubasi, terak baja dosis 7% ukuran

1,7  $\mu\text{m}$  mampu meningkatkan pH tanah menjadi 7,99 dari 4,53 pada saat analisis tanah awal. Nilai tersebut menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol maupun perlakuan terak baja dosis 5% ukuran 200 mesh yang nilainya berturut-turut 4,93 dan 7,30. Peningkatan pH tanah terjadi karena adanya kandungan CaO dan MgO dalam terak baja. Senyawa CaO akan bereaksi dengan  $\text{H}_2\text{O}$  dalam tanah menghasilkan ion-ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{OH}^-$ . Selanjutnya ion  $\text{OH}^-$  tersebut akan menetralkan ion  $\text{H}^+$  dalam larutan tanah, sehingga terjadilah kenaikan pH tanah (Gultom, 2012).

Tabel 3  
*Pengaruh Pemberian Partikel Mikro Terak Baja terhadap Kemasaman Tanah setelah Dua Bulan Inkubasi*

Kode	Perlakuan	Nilai pH
A	A (Tanpa terak baja)	4,93 a
B	B (Terak baja 5%, dengan ukuran 0,074 mm)	7,30 cd
C	C (Terak baja 1%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$ )	6,30 b
D	D (Terak baja 2%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$ )	6,92 c
E	E (Terak baja 3%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$ )	7,09 cd
F	F (Terak baja 4%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$ )	7,65 de
G	G (Terak baja 5%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$ )	7,63 de
H	H (Terak baja 6%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$ )	7,54 cde
I	I (Terak baja 7%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$ )	7,99 e
J	J (Terak baja 8%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$ )	8,12 e
K	K (Terak baja 9%, dengan ukuran 1,7 $\mu\text{m}$ )	8,02 e

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

## SIMPULAN

Pemberian terak baja dengan ukuran partikel mikro berpengaruh nyata terhadap penurunan retensi P dan peningkatan nilai pH pada Andisol asal Ciater, Jawa Barat. Terak baja dosis 5% ukuran 1,7  $\mu\text{m}$  mampu menurunkan retensi P dari 95% menjadi 73,8% setelah dua bulan inkubasi. Sedangkan dosis terbaik dalam meningkatkan pH yakni 7% terak baja dengan ukuran 1,7  $\mu\text{m}$  mampu meningkatkan pH dari 4,53 menjadi 7,99 setelah dua bulan inkubasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bohn, H. L., McNeal, B. L., & O'Connor, G. A. (1985). *Soil Chemistry*. New York, Chichester: John Wiley and Sons.
- Devnita, R. (2010). *Pengaruh berbagai bahan amelioran terhadap  $pH_p$ , retensi P dan KTK pada beberapa andisol di Jawa Barat* (Laporan Penelitian). Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Devnita, R., Hudaya, R., & Rosana, F. (2014). Effects of steel slag and bokahi of rice husk on physical properties of andisols. *Agrologia*, 3(1), 1-9.
- Fiantis, D., Hakim, N., & Van, R. E. (2005). Properties and utilisation of andisols in Indonesia. *Journal of integrated field science*, 2, 29-37.
- Gultom, P. R. (2012). *Pengaruh terak baja terhadap sifat-sifat kimia tanah sulfat masam dan produksi padi (Oryza sativa L.)* (Skripsi). Program Studi Manajemen Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hardjowigeno, S. (2007). *Ilmu tanah*. Jakarta: Pusaka Utama.
- Hawkes, C. V., DeAngelis, K. M., & Firestone, M. K. (2007). Root interactions with soil microbial communities and processes. Dalam Z. G. Cordon, & J. L. Whitbeck (Eds.), *The rhizosphere: An ecological perspective* (pp. 1-30). New York: Academic Press.
- Kristen, M., & Erstad, K. (1996). Converter slag as liming material on organic soil. *Norwegian J. Agri. Sci.*, 10, 83-93.
- National Slag Association. (2010). *Blast-furnace slag as an agricultural liming material and source of minor plant nutrient*. Diunduh dari [http://nationalslag.org/archive/legacy/nsa\\_1855\\_bf\\_slag\\_as\\_agricultural\\_liming\\_material.pdf](http://nationalslag.org/archive/legacy/nsa_1855_bf_slag_as_agricultural_liming_material.pdf).
- Ottinger, J. L. (2013). *Chemical characterization and anion exchange properties of a West Tennessee Loess Soil* (Thesis master tidak diterbitkan). University of Tennessee.
- Park, K., & Yeo, Y. (2002). Micro-encapsulation technology encyclopedia of pharmaceutical technology. *GEPT*, 6(2), 67-85.
- Soil Survey Staff. (2014). *Keys to soil taxonomy* (12<sup>th</sup> ed.). Natural Resources Conservation Service.
- Subagyo, H., Suharta, N., & Siswanto, A. B. (2000). Tanah-tanah pertanian di Indonesia. Dalam Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, *Sumber daya lahan Indonesia dan pengelolaannya* (pp. 21-66). Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Sukmawati, S. (2011). Jerapan P pada andisol yang berkembang dari tuff vulkan beberapa gunung api di Jawa Tengah dengan pemberian asam humat dan asam silikat. *Media Litbang Sulteng*, IV(1), 30-36.
- Widowati, L. R., Husnain, & Hartatik, W. (2012, Juni). *Peluang formulasi pupuk berteknologi nano*. Makalah

dipresentasikan pada Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.  
Ginting, Y. A. (2014). *Efek sisa pemberian terak baja dan bokashi sekam padi*

*terhadap pH, retensi P, P-tersedia dan hasil cabai (Capsicum annum L.) pada andisol Lembang, Jawa Barat (Skripsi tidak diterbitkan). Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Bandung.*