

Pengaruh Abu Ketel Asal Pabrik Gula Terhadap Ketersediaan P, Al-dd, pH Tanah dan Si Tanah Pada Ultisol dan Histosol

The Effect of Boiler Ash from Sugar Factory on Availability of Phospor, Al-dd, Soil pH and Soil Silicat for Ultisol and Histosol

Meci Yuniastuti Rahma^{1*)}, Marsi²⁾, Nuni Gofar²⁾

¹Mahasiswa Program Studi Ilmu Tanaman Program Pascasarjana
Fakultas Pertanian Unsri

² Dosen Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

^{*)} Korespondensi author : eci_soilunsri13@yahoo.co.id

ABSTRACT

The aims of this research to study the effect of boiler ash from sugar factory on availability of phosphor, Al-dd, Soil pH and Soil Silicat for Ultisol and Histosol, then determine dose optimum boiler ash to increase pH, P-available and Soil Silicat for Ultisol and Histosol. The study was conducted at Faculty Sriwijaya University Indralaya, with a Complete Random Design Method (RAL), respectively for Ultisol and Histosol with three replications. Treatment consisted of 6 doses of boiler ash, : 0, 2, 4, 6, 8, 10 ton ha⁻¹. The results showed that the treatment dose of ash on Ultisol have real impact on pH, Al-dd, and Si-soluble, but effect on P-available is not significant, P-soluble and Si-available, whereas in Histosol only have real impact on Al-dd and Si-soluble. Optimum dose of boiler ash that causes P-available maximum are 5,78 ton ha⁻¹ for Ultisol and 4,47 ton ha⁻¹ for Histosol, there is an optimum dose that causes the boiler ash P-soluble maximum is 2,33 ton ha⁻¹ for Ultisol. There is an optimum dose that causes the boiler ash Si-available maximum are 4,25 ton ha⁻¹ for Ultisol and 6,46 ton ha⁻¹ for Histosol. Provision of boiler ash can be recommended as a substitute for agricultural lime to increase soil pH and decrease Al-dd, although not yet able to increase P-available, therefore the boiler ash application should be accompanied by both of phospor fertilization on Ultisol and Histosol.

Key words : ash, histosol, soil chemical, ultisol

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh abu ketel asal pabrik gula terhadap ketersediaan P, Al-dd, pH dan Si Tanah pada Ultisol dan Histosol serta menentukan dosis abu ketel yang optimal dalam meningkatkan pH, P-tersedia dan Si Tanah pada Ultisol dan Histosol. Penelitian ini dilaksanakan di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Indralaya, metode Rancangan Acak Lengkap (RAL), masing-masing untuk Ultisol dan Histosol dengan 3 ulangan. Perlakuan yang dicobakan terdiri dari 6 dosis abu ketel (A), yaitu : 0, 2, 4, 6, 8, 10 ton ha⁻¹. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dosis abu pada Ultisol berpengaruh nyata terhadap pH, Al-dd, dan Si-terlarut, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap P-tersedia, P-terlarut, dan Si-tersedia, sedangkan pada Histosol hanya berpengaruh nyata terhadap Al-dd dan Si-terlarut. Dosis optimum abu ketel yang menyebabkan P-tersedia maksimum adalah 5,78 ton ha⁻¹ untuk Ultisol dan 4,47 ton ha⁻¹ untuk Histosol, terdapat dosis optimum abu ketel yang menyebabkan P-terlarut maksimum adalah 2,33 ton ha⁻¹ untuk Ultisol. Terdapat dosis optimum abu ketel yang menyebabkan

Si-tersedia maksimum adalah 4,25 ton ha⁻¹ untuk Ultisol dan 6,46 ton ha⁻¹ untuk Histosol. Pemberian abu ketel dapat disarankan sebagai pengganti kapur pertanian karena dapat meningkatkan pH dan menurunkan Al-dd, walaupun belum mampu meningkatkan P-tersedia, aplikasi abu ketel sebaiknya disertai dengan pemupukan P baik pada Ultisol maupun Histosol.

Kata Kunci : abu, kimia tanah, histosol, ultisol.

PENDAHULUAN

Kekahatan fosfat merupakan kendala utama dan paling sering dijumpai pada sebagian besar tanah-tanah masam, baik pada tanah masam asal lahan kering seperti Ultisol maupun tanah masam asal lahan rawa seperti tanah gambut (Histosol). Menurut Foth (1998) Ultisol merupakan tanah lahan kering yang mempunyai kendala kemasaman tanah yang tinggi, kejenuhan Al tinggi dan kandungan bahan organik rendah sehingga P-tersedia rendah. Sedangkan Histosol dikenal sebagai tanah gambut, secara kimiawi ada dua masalah yakni kemasaman yang tinggi dan daya jerap P yang tinggi. Kondisi ini menyebabkan P menjadi tidak tersedia (Suryanto, 1994).

Pemberian abu ketel pabrik gula mengandung silikat yang mampu melepaskan fosfor terjerap dan mencegah terjadinya fiksasi P. Hal ini karena silikat dapat berkompetisi dengan ion fosfat dalam menduduki kompleks jerapan dengan proses pelepasan P oleh silikat yaitu $\text{CaHPO}_4 + \text{Si(OH)}_4 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_4$ (Mengel, 1985; Russel, 1988 dan Setijono, 1996).

Silikat dapat diperoleh dari beberapa sumber antara lain dari garam-garam silikat, asam silikat, terak baja, semen dan abu sekam (Soepardi *et al.*, 1982). Salah satu limbah padat dari tanaman tebu yang termasuk golongan abu seperti abu sekam adalah abu ampas yang berasal dari ketel. Jumlah abu ampas kurang lebih 0,3 % berat tebu, yang memiliki kadar Silikat yang cukup tinggi, yaitu sekitar 70% (Ghozi, 2001). Selain itu abu ketel mengandung pH yang tinggi yaitu 8 – 10, 71,0% SiO₂; 4,1% CaO; 3,2% MgO; 9,0% K₂O; 3,1% Al₂O₃; 3,7% Fe₂O₃, dan 2,4% P₂O₅ (Balai Penelitian Perusahaan Perkebunan Gula Indonesia, 2000). Dengan demikian pemberian abu ketel juga diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan P, Si Tanah, pH tanah dan menurunkan Al-dd. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh abu ketel asal pabrik gula terhadap ketersediaan P, Al-dd, pH dan Si Tanah pada Ultisol dan Histosol serta menentukan dosis abu ketel yang optimal dalam meningkatkan pH, P-tersedia dan Si Tanah pada Ultisol dan Histosol.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi, Kimia dan Kesuburan Tanah, Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Indralaya. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juli sampai Agustus 2009. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : 1) contoh tanah mineral (Ultisol), 2) contoh tanah gambut (Histosol), 3) abu ampas tebu dan 4) bahan-bahan untuk analisis tanah dan abu ampas tebu. Sedangkan alat-alat yang digunakan adalah : 1) alat-alat untuk pengambilan tanah (bor, cangkuk dan plastik), 2) tumbukan tanah, 3) ayakan bermata saring dengan diameter 2 mm, 4) erlenmeyer kapasitas 250 ml, 5) mesin pengocok, 6) spektrofotometer, 7) alat-alat tulis dan 8) alat-alat untuk analisis di laboratorium. Data penunjang disajikan dalam bentuk tabel, sedangkan data utama dianalisis dengan uji F dan apabila terdapat perbedaan yang

nyata dilanjutkan dengan uji BNT. Analisis regresi dilakukan untuk mempelajari hubungan antara dosis abu dengan pH, Al-dd, P-tersedia, P-terlarut, Si-tersedia, Si-terlarut serta antara pH dengan Al-dd, P-terlarut dengan P-tersedia, dan Si-terlarut dengan Si-tersedia.

Kedadaan Umum Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini dua macam tanah yang digunakan yaitu Ultisol dan Histosol. Contoh tanah Ultisol diambil di lahan perkebunan tebu PT. Perkebunan Nusantara VII (PTPN VII) Unit Usaha Cinta Manis Desa Ketiau Kecamatan Lubuk Keliat Kabupaten Ogan Ilir. Sedangkan contoh tanah Histosol diambil di Kebun Arboretum Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Indralaya. Adapun abu ketel diambil di pabrik gula PTPN VII.

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) masing-masing untuk Ultisol dan Histosol dengan 3 ulangan. Perlakuan yang dicobakan terdiri dari 6 dosis abu ketel (A), yaitu : $a_0 = 0 \text{ ton ha}^{-1}$; $a_1 = 2 \text{ ton ha}^{-1}$; $a_2 = 4 \text{ ton ha}^{-1}$; $a_3 = 6 \text{ ton ha}^{-1}$; $a_4 = 8 \text{ ton ha}^{-1}$; $a_5 = 10 \text{ ton ha}^{-1}$. Percobaan penentuan kisaran dosis abu ketel tebu berdasarkan hasil penelitian Ilyas *et al.*, (2000) bahwa dengan pemberian dosis abu sekam padi pada taraf 6 ton ha^{-1} dapat melepaskan P terjerap. Percobaan aplikasi menggunakan metode percobaan laboratorium yaitu *batch technique*.

Penelitian dilakukan dengan 3 (tiga) tahap pekerjaan, yaitu:

1). Persiapan:

Studi pustaka yaitu pengumpulan literatur yang mendukung penelitian yang akan dilaksanakan dan persiapan alat dan bahan yang digunakan untuk pelaksanaan penelitian.

2). Pengambilan contoh tanah di Lapangan:

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah mengambil contoh tanah dengan kedalaman 0-20 cm lebih kurang sebanyak 5 kg. Tanah yang diambil sesuai dengan lokasi yang telah ditentukan.

3). Pelaksanaan percobaan:

- a. Contoh tanah ditimbang sebanyak 35 g setara kering mutlak untuk jenis tanah Ultisol sedangkan jenis tanah Histosol sebanyak 15 g setara kering mutlak, lalu dimasukkan kedalam erlenmeyer kapasitas 250 mL,
- b. Kemudian ditambahkan abu ketel pabrik gula dosis $a_0 = 0 \text{ ton ha}^{-1}$; $a_1 = 2 \text{ ton ha}^{-1}$; $a_2 = 4 \text{ ton ha}^{-1}$; $a_3 = 6 \text{ ton ha}^{-1}$; $a_4 = 8 \text{ ton ha}^{-1}$; $a_5 = 10 \text{ ton ha}^{-1}$,
- c. Lalu volume larutan dijadikan 140 mL dengan penambahan aquadest sehingga perbandingan menjadi 1 : 4 untuk Ultisol dan volume larutan dijadikan 150 mL dengan penambahan aquadest sehingga perbandingan menjadi 1 : 10 untuk Histosol,
- d. Selanjutnya suspensi tanah dikocok selama 72 jam secara terus menerus menggunakan mesin pengocok pada kecepatan 200 rpm,
- e. Setelah dikocok maka dilakukan pengukuran pH suspensi tanah,
- f. Suspensi tanah disentrifusi dengan kecepatan 2500 rpm selama 20 menit untuk memisahkan supernatan dan tanah, kemudian supernatan disaring dengan kertas saring whatman No. 42,
- g. Supernatan hasil saringan ditampung dalam erlenmeyer 250 mL untuk digunakan dalam menentukan konsentrasi P dan Si larutan keseimbangannya,
- h. Tanah yang telah dipisahkan dari supernatan ditimbang dan tanah ini digunakan untuk menentukan P-tersedia, Si-tersedia, dan Al-dd.

Data penunjang karakteristik tanah yang digunakan dalam percobaan dilakukan analisis tanah awal terdiri dari : pH, Tekstur, Kadar Air, Bahan Organik, Al-dd, Si-

tersedia, P-tersedia (P-Bray I), KTK, Ca-dd, Mg-dd dan karakteristik abu ketel pabrik tebu meliputi pH, P-tersedia, Al-dd, Ca-dd, Mg-dd dan Si-tersedia. Data utama terdiri dari : pH, Al-dd, P-larutan, Si-larutan, P-tersedia (P-Bray I), dan Si-tersedia. Data penunjang disajikan dalam bentuk tabel, sedangkan data utama dianalisis dengan uji F dan apabila terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji BNT. Analisis regresi dilakukan untuk mempelajari hubungan antara dosis abu dengan pH, Al-dd, P-tersedia, P-terlarut, Si-tersedia, Si-terlarut serta antara pH dengan Al-dd, P-terlarut dengan P-tersedia, dan Si-terlarut dengan Si-tersedia.

HASIL

Karakteristik Kimia dan Fisik Tanah Awal Penelitian

Hasil karakterisasi sifat kimia dan fisik tanah awal penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik kimia dan fisik tanah awal penelitian

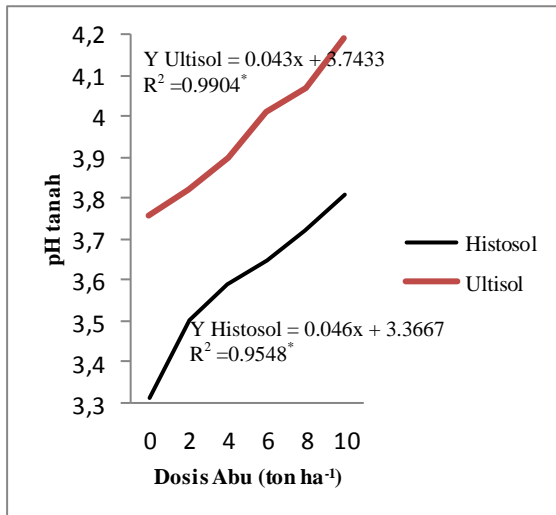
Jenis Analisis	Satuan	Ultisol (Mineral)		Histosol (Gambut)		Abu Pabrik Gula	
		Hasil*	Kriteria**	Hasil*	Kriteria**	Hasil*	Kriteria**
pH H ₂ O	-	4,62	Sangat masam	3,27	Sangat masam	9,52	Basa
C-organik	%	0,52	Sangat rendah	20,46	Sangat tinggi	-	-
B.O	%	0,89	-	35,28	-	-	-
Ca-dd	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	0,36	Sangat rendah	2,12	Sangat rendah	10,52	Sedang
Mg-dd	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	tu ^{a)}	-	0,01	Sangat rendah	0,30	Sangat rendah
P ₂ O ₅ tersedia	µg g ⁻¹	53,58	Sangat tinggi	19,23	Sangat rendah	158,69	Sangat tinggi
SiO ₂ tersedia	µg g ⁻¹	148,50	-	313,5	-	1839,75	-
KTK	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	10,88	Rendah	45,68	Sangat tinggi	-	-
Al-dd	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	0,40	-	1,96	-	tu ^{a)}	-
Kadar Air (Kering Angin)	%	2,19	-	118,25	-	20,18	-
Bobot Isi Ruang Pori	g cm ⁻³	1,23	-	0,16	-	-	-
Total	%	54 ^{b)}	-	89,33 ^{c)}	-	-	-
Kelas Tekstur	-	Lempung Liat Berpasir	-	-	-	-	-
Pasir	%	67,4	-	-	-	-	-
Debu	%	4	-	-	-	-	-
Liat	%	28,6	-	-	-	-	-

Keterangan : * Analisis Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Jurusan Tanah Fakultas Pertanian UNSRI

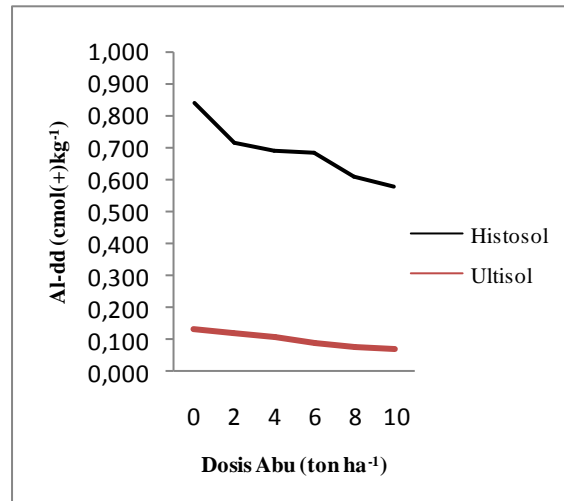
** Kriteria Pusat Penelitian Tanah (1983)

a) Tidak terukur, b) PD = Particle Density tanah mineral (2,65 g cm⁻³), c) PD = Particle Density tanah gambut (1,50 g cm⁻³) (Noor, 2001)

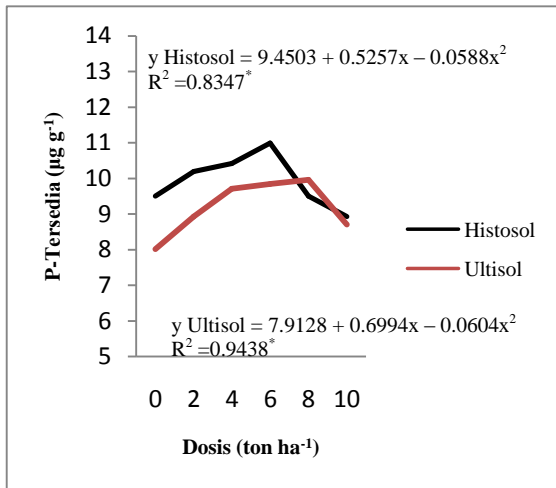
Berdasarkan hasil karakterisasi sifat tanah pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa jenis tanah Ultisol dan Histosol yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai tingkat kesuburan yang rendah.



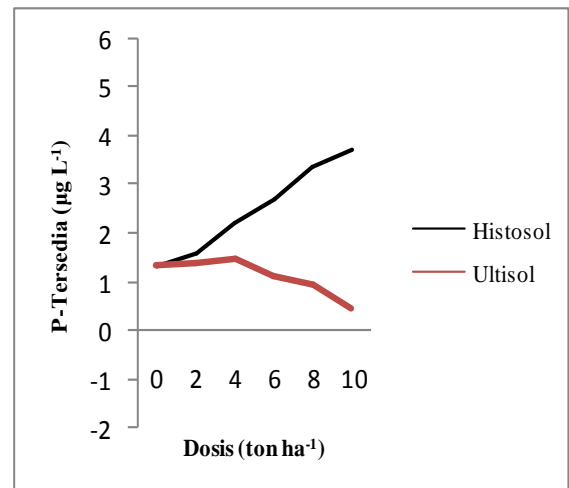
Gambar 1. Grafik hubungan antara dosis abu terhadap pH tanah



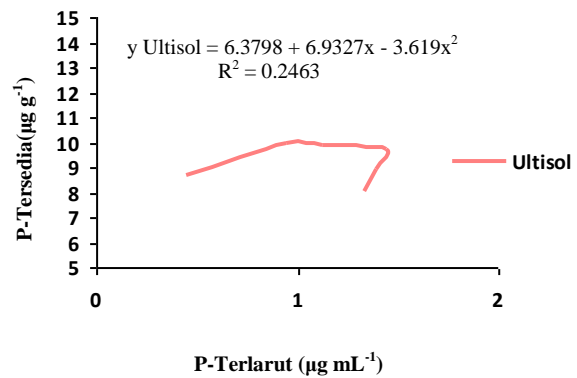
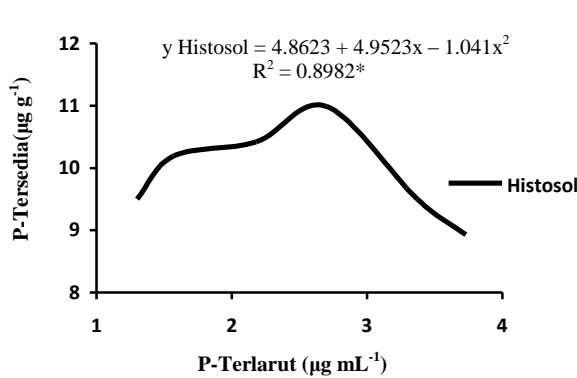
Gambar 2. Grafik hubungan antara dosis abu terhadap Al-dd



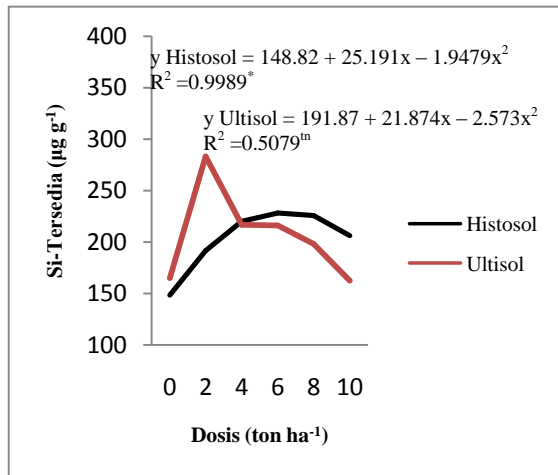
Gambar 4. Grafik hubungan antara dosis abu dengan P-tersedia



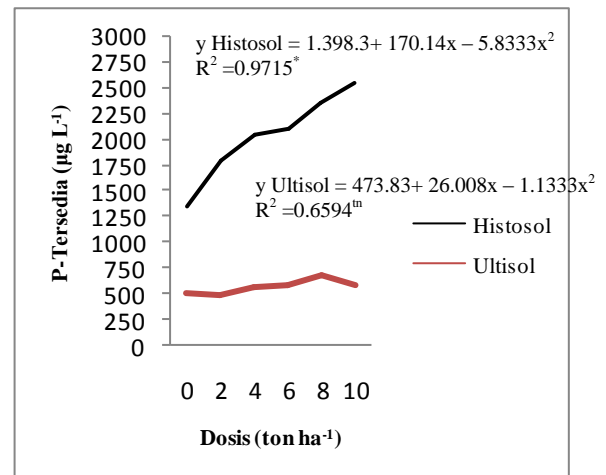
Gambar 5. Grafik hubungan antara dosis abu dengan P-terlarut



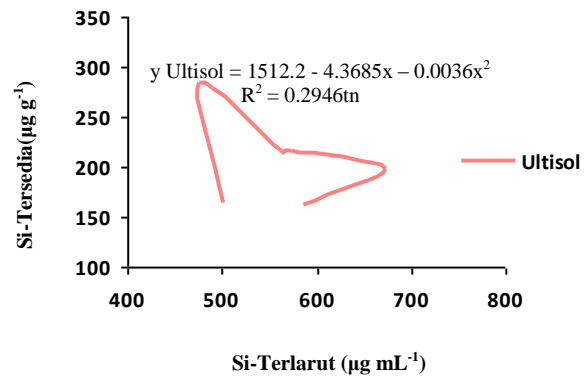
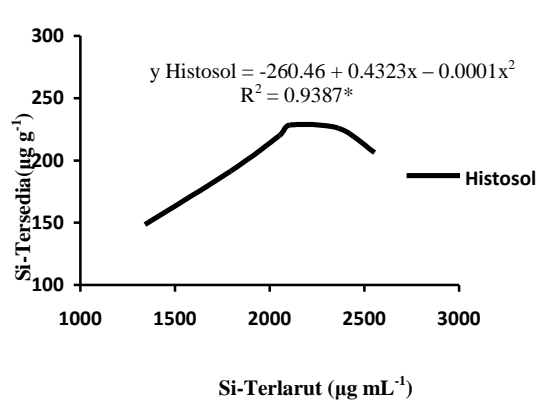
Gambar 6. Grafik hubungan antara P-terlarut dan P-tersedia



Gambar 7. Grafik hubungan antara dosis abu dengan Si-tersedia



Gambar 8. Grafik hubungan antara dosis abu dengan Si-terlarut



Gambar 9. Grafik hubungan antara Si-terlarut dengan Si-tersedia

PEMBAHASAN

Pengaruh dosis abu ketel terhadap pH dan Al-dd

Hasil analisis keragaman terhadap pH tanah menunjukkan bahwa dosis abu berpengaruh nyata terhadap pH tanah pada Ultisol tetapi berpengaruh tidak nyata pada Histosol. Walaupun mampu meningkatkan pH tanah, namun pH tanah tersebut hanya 3,76 – 4,19 untuk Ultisol dan 3,32 – 3,81 untuk Histosol dan masih tergolong sangat masam.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa dosis abu ketel berpengaruh nyata terhadap kandungan Al-dd pada Ultisol dan Histosol. Pada Ultisol dan Histosol, Al-dd terendah dicapai dengan pemberian abu 10 ton ha⁻¹ yang berbeda nyata dengan Al-dd pada dosis abu 0, 2, 4, 6 ton ha⁻¹, namun tidak berbeda nyata pada dosis abu 8 ton ha⁻¹ (Tabel 2). Hal ini dikarenakan sebagian Al³⁺ bereaksi dengan ion OH⁻ akibat peningkatan pH tanah pada pemberian abu ketel yang meningkat.

Hubungan antara dosis abu ketel dengan pH tanah ditunjukkan dengan persamaan : $Y = 3,7433 + 0,043x$ untuk Ultisol dengan nilai $R^2 = 0,9904$ dan $Y = 3,3667 + 0,046x$ untuk Histosol dengan nilai $R^2 = 0,9548$. Hubungan positif antara dosis abu dengan pH tanah ini diartikan bahwa peningkatan dosis abu diikuti oleh peningkatan pH tanah baik pada Ultisol maupun Histosol. Berdasarkan nilai R^2 (koefisien determinasi) tersebut dosis abu ketel sangat menentukan peningkatan pH tanah pada Ultisol dan Histosol (Gambar 1). Sesuai dengan pernyataan Sumner dan Farina (1986) bahwa reaksi silikat dalam tanah akan sama seperti yang terjadi pada proses pengapuran yang mengakibatkan terjadinya peningkatan pH tanah.

Hubungan regresi antara dosis abu ketel dengan Al-dd ditunjukkan dengan persamaan : $Y = 0,1299 - 0,0063x$ dengan nilai $R^2 = 0,9933$ untuk Ultisol dan $Y = 0,8014 - 0,0235x$ dengan nilai $R^2 = 0,9164$ untuk Histosol. Hubungan negatif antara dosis abu dengan Al-dd ini diartikan bahwa peningkatan dosis abu diikuti oleh penurunan Al-dd baik pada Ultisol maupun Histosol. Berdasarkan nilai R^2 (koefisien determinasi) tersebut dosis abu ketel sangat menentukan penurunan Al-dd pada Ultisol dan Histosol (Gambar 2). Dari berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan pH tanah akan mengakibatkan sebagian Al^{3+} bereaksi dengan OH^- sehingga Al^{3+} diketahui menjadi bentuk $Al(OH)^{2+}$, $Al(OH)_2^+$ dan $Al(OH)_3$ yang bersifat kurang reaktif dibandingkan dengan ion Al^{3+} (Coleman dan Thomas, 1967).

Pengaruh dosis abu ketel terhadap P-tersedia dan P-terlarut

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa dosis abu berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan P-tersedia pada Ultisol dan Histosol. P-tersedia menjadi menurun dibandingkan dengan P-tersedia pada analisis tanah awal (Tabel 1), kriteria P-tersedia tergolong sangat rendah $8,02 - 9,96 \mu g g^{-1}$ untuk Ultisol dan kriteria P-tersedia tergolong sangat rendah hingga rendah $8,93 - 10,99 \mu g g^{-1}$ untuk Histosol. Penurunan P terjadi karena diduga bahwa abu mengandung Ca tergolong sedang yang mampu mengikat P, fiksasi P dilakukan oleh kalsium (Ca) dan terbentuk ikatan Ca-P yang bersifat sukar larut (Sanyal *et al.*, 1991).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa dosis abu berpengaruh tidak nyata terhadap P-terlarut pada Ultisol dan Histosol (Tabel 3). Sesuai dengan Indranada (1994) bahwa Fosfor selalu diserap tanaman sebagai $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} yang terutama berada di dalam larutan tanah, kelarutan fosfat dalam larutan tanah sangat rendah dikarenakan ion fosfat bersifat sangat reaktif serta mudah berikatan dan berikatan secara kuat dengan komponen tanah seperti ion Al^{3+} , Fe^{3+} serta matrik tanah seperti bahan organik dan liat.

Hubungan antara dosis abu ketel dengan P-tersedia ditunjukkan dengan persamaan : $Y = 7,9128 + 0,6994x - 0,0604x^2$ dengan nilai $R^2 = 0,9438$ untuk Ultisol dan $Y = 9,4503 + 0,5257x - 0,0588x^2$ dengan nilai $R^2 = 0,8347$ untuk Histosol. Berdasarkan nilai R^2 (koefisien determinasi) tersebut dosis abu ketel sangat menentukan P-tersedia pada Ultisol tetapi tidak menentukan P-tersedia pada Histosol. Dosis optimum yang menyebabkan P-tersedia maksimum yaitu $5,78 \text{ ton ha}^{-1}$ yang menghasilkan P-tersedia sebesar $9,93 \mu g g^{-1}$ untuk Ultisol dan $4,47 \text{ ton ha}^{-1}$ yang menghasilkan P-tersedia sebesar $10,62 \mu g g^{-1}$ untuk Histosol (Gambar 4).

Hubungan antara dosis abu ketel dengan P-terlarut ditunjukkan dengan persamaan : $Y = 1,3281 + 0,0762x - 0,0163x^2$ dengan nilai $R^2 = 0,9793$ untuk Ultisol dan $Y = 1,225 + 0,2265x + 0,0032x^2$ dengan nilai $R^2 = 0,9910$ untuk Histosol. Berdasarkan nilai R^2 (koefisien determinasi) tersebut dosis abu ketel sangat menentukan P-terlarut pada Histosol maupun Ultisol (Gambar 5). Dosis optimum yang menyebabkan P-terlarut maksimum yaitu $2,33 \text{ ton ha}^{-1}$ yang menghasilkan P-terlarut sebesar $1,41 \mu g mL^{-1}$ untuk Ultisol. Sedangkan untuk Histosol, berdasarkan persamaan regresi diatas tidak diperoleh dosis optimum yang menghasilkan P-terlarut maksimum (Gambar 5).

Hubungan antara P-terlarut dengan P-tersedia ditunjukkan dengan persamaan : $Y = 6,3798 + 6,9327x - 3,619x^2$ dengan nilai $R^2 = 0,2463$ untuk Ultisol dan $Y = 4,8623 + 4,9523x - 1,041x^2$ dengan nilai $R^2 = 0,8982$ untuk Histosol (Gambar 6). Berdasarkan nilai R^2 (koefisien determinasi) tersebut P-terlarut tidak menentukan P-tersedia pada Ultisol tetapi sangat menentukan pada Histosol. Menurut Zuhdi *et al.* (1998) fiksasi P disebabkan adanya tapak jerapan yang bermuatan positif yang terdiri dari aluminium dan besi terlarut sehingga memiliki mekanisme pertukaran anion. Semakin banyak P terjerap dan semakin kecil kelarutan P, maka upaya meningkatkan muatan negatif pada tapak jerapan akan membantu meningkatkan ketersediaan P.

Pengaruh dosis abu ketel terhadap Si-tersedia dan Si-terlarut

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa dosis abu berpengaruh tidak nyata terhadap Si-tersedia pada Ultisol dan Histosol (Tabel 4). Ultisol merupakan jenis tanah yang kadar aluminosilikatnya tinggi dalam tanah, beda halnya Histosol merupakan jenis tanah yang kadar mineral aluminosilikatnya rendah (Sutanto, 2005). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa dosis abu berpengaruh nyata terhadap Si-terlarut pada Ultisol dan Histosol.

Hubungan antara dosis abu ketel dengan Si-tersedia ditunjukkan dengan persamaan : $Y = 191,87 + 21,874x - 2,5732x^2$ dengan nilai $R^2 = 0,5079$ untuk Ultisol dan $Y = 148,82 + 25,191x - 1,9479x^2$ dengan nilai $R^2 = 0,9989$ untuk Histosol (Gambar 7). Berdasarkan nilai R^2 (koefisien determinasi) tersebut dosis abu ketel tidak menentukan Si-tersedia pada Ultisol tetapi dosis abu sangat menentukan Si-tersedia pada Histosol. Dosis optimum yang menyebabkan Si-tersedia maksimum yaitu $4,25 \text{ ton ha}^{-1}$ yang menghasilkan Si-tersedia sebesar $238,35 \mu\text{g g}^{-1}$ untuk Ultisol dan $6,46 \text{ ton ha}^{-1}$ yang menghasilkan Si-tersedia sebesar $230,26 \mu\text{g g}^{-1}$ untuk Histosol (Gambar 7).

Hubungan antara dosis abu ketel dengan Si-terlarut ditunjukkan dengan persamaan : $Y = 473,83 + 26,008x - 1,1333x^2$ dengan nilai $R^2 = 0,6594$ untuk Ultisol dan $Y = 1398,3 + 170,14x - 5,8333x^2$ dengan nilai $R^2 = 0,9715$ untuk Histosol (Gambar 8). Berdasarkan persamaan regresi di atas tidak diperoleh dosis optimum yang menghasilkan Si-terlarut maksimum baik pada Ultisol maupun Histosol. Perpindahan silika dalam bentuk larutan atau bentuk yang terdispersi hanya penting pada tanah garaman (salin) dan kondisi iklim tropika humida, sedangkan pada kondisi asam, Si tidak bersifat mobil sehingga Ultisol relatif kaya Si (Sutanto, 2005).

Hubungan antara Si-terlarut terhadap Si-tersedia ditunjukkan dengan persamaan : $Y = 1512,2 - 4,3685x + 0,0036x^2$ dengan nilai $R^2 = 0,2946$ untuk Ultisol dan $Y = -260,45 + 0,4323x - 0,0001x^2$ dengan nilai $R^2 = 0,9387$ untuk Histosol (Gambar 9). Berdasarkan nilai R^2 (koefisien determinasi) tersebut Si-terlarut tidak menentukan Si-tersedia pada Ultisol tetapi menentukan Si-terlarut pada Histosol.

Hubungan P-tersedia dengan pH, Al-dd, P-terlarut, Si-tersedia dan Si-terlarut

Faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan P antara lain pH, Al-dd, P-terlarut, Si-tersedia, Si-terlarut. Hubungan antara P-tersedia dengan pH tanah, Al-dd, P-terlarut, Si-tersedia, dan Si-terlarut pada Ultisol ditunjukkan dengan persamaan regresi berikut :

$$\hat{Y} = -51,85 + 15,02 X_1 + 50,21 X_2 + 0,70 X_3 + 0,0003 X_4 - 0,007 X_5$$

dengan nilai $R^2 = 0,359^{\text{th}}$

dimana :

\hat{Y} = P-tersedia

X_2 = Al-dd

X_4 = Si-tersedia

X_1 = pH tanah

X_3 = P-terlarut

X_5 = Si-terlarut

Hasil uji regresi berganda menunjukkan bahwa pH, Al-dd, P-terlarut, Si-tersedia, dan Si-terlarut secara bersama-sama berpengaruh tidak nyata terhadap P-tersedia melalui persamaan regresi diatas. Ultisol dengan muatan negatif yang rendah akan menyebabkan terjadinya jerapan kation bervalensi rendah (valensi 1 dan 2) pada kompleks lingkaran luar (*outer-sphere complex*). Kondisi ini akan menyebabkan ion Al^{3+} membentuk kompleks dengan ion OH^- yang tersedia akibat peningkatan pH setelah pemberian abu silikat (Susanti, 2006). Reaksi silikat dalam tanah sama seperti yang terjadi pada proses pengapuran dapat meningkatkan pH tanah. Proses reaksi antara silikat yang ada dalam abu dapat mengganti kedudukan ion fosfat terjerap (Sumner dan Farina, 1986). Menurut Bromfield (1959), Russel (1988) dan Setijono (1996) bahwa silikat dapat mengganti kedudukan fosfat pada kompleks jerapan. Pada penelitian ini pH tanah hanya sedikit meningkat dan diikuti dengan penurunan Al-dd serta silikat yang meningkat seiring dengan peningkatan dosis abu. Namun hasil diatas berpengaruh tidak nyata terhadap P-tersedia. Hal ini diduga ada faktor lain yang mempengaruhi fosfor dalam tanah, diantaranya kadar Ca-dd dalam abu yang tergolong sedang yaitu $10,52 \text{ cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$, kemungkinan membentuk Ca-P setelah pemberian abu yang menyebabkan P menjadi tidak tersedia.

Hubungan antara P-tersedia dengan pH tanah, Al-dd, P-terlarut, Si-tersedia, dan Si-terlarut pada Histosol ditunjukkan dengan persamaan regresi berikut :

$$\hat{Y} = 16,586 - 1,716 X_1 - 0,977 X_2 - 0,144 X_3 - 0,008 X_4 + 0,001 X_5$$

dengan nilai $R^2 = 0,159^{\text{th}}$

dimana :

\hat{Y} = P-tersedia

X_2 = Al-dd

X_4 = Si-tersedia

X_1 = pH tanah

X_3 = P-terlarut

X_5 = Si-terlarut

Hasil uji regresi berganda menunjukkan bahwa pH, Al-dd, P-terlarut, Si-tersedia, dan Si-terlarut secara bersama-sama berpengaruh tidak nyata terhadap P-tersedia melalui persamaan regresi diatas. Berdasarkan uji regresi diatas, pada kenyataannya pH tanah memang meningkat diikuti dengan penurunan Al-dd, silikat yang meningkat seiring dengan peningkatan dosis abu namun berpengaruh tidak nyata terhadap P-tersedia. Kadar Ca dalam abu yang tinggi dapat mengikat ion fosfat.

KESIMPULAN

Aplikasi abu ketel pada Ultisol berpengaruh nyata terhadap pH, Al-dd, dan Si-terlarut, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap P-tersedia, P-terlarut, dan Si-tersedia, sedangkan pada Histosol hanya berpengaruh nyata terhadap Al-dd dan Si-terlarut. Dosis optimum abu ketel yang menyebabkan P-tersedia maksimum adalah $5,78 \text{ ton ha}^{-1}$ untuk Ultisol dan $4,47 \text{ ton ha}^{-1}$ untuk Histosol, terdapat dosis optimum abu ketel yang menyebabkan P-terlarut maksimum adalah $2,33 \text{ ton ha}^{-1}$ untuk Ultisol. Terdapat dosis optimum abu ketel yang menyebabkan Si-tersedia maksimum adalah $4,25 \text{ ton ha}^{-1}$ untuk Ultisol dan $6,46 \text{ ton ha}^{-1}$ untuk Histosol. Secara bersama-sama peubah pH tanah, Al-dd, P-terlarut, Si-tersedia dan Si-terlarut berpengaruh tidak nyata terhadap P-tersedia pada Ultisol maupun Histosol.

Pemberian abu ketel dapat disarankan sebagai pengganti kapur pertanian karena dapat meningkatkan pH dan menurunkan Al-dd, walaupun belum mampu meningkatkan P-tersedia, oleh sebab itu, aplikasi abu ketel sebaiknya disertai dengan pemupukan P baik pada Ultisol.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penelitian Perusahaan Perkebunan Gula Indonesia (P3GI). 2000. Potensi Limbah Pabrik Gula Sebagai Sumber Bahan Organik. (<http://www.google.com>, diakses tanggal 5 Mei 2009).
- Bromfield, S.M. 1959. The Effect of Siliceous Component of Decomposing Rice Hull on The Solubility of Phospate. *Aust. J. Agric. Res.* 10 : 353 – 363.
- Coleman, N.T. and G.W. Thomas. 1967. The basic chemistry of soil acidity. *In* R.W. Pearson and F. Adams *ed* Soil acidity and liming. *Amer. Soc. Agron.* 12 : 1 – 14.
- Foth, H.D. 1998. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Rajawali Grafindo, Jakarta.
- Ghozi, M. 2001. Pemanfaatan Abu Ampas Tebu untuk Campuran Semen Pada Beton. Tesis Teknik Sipil Institut Teknologi Sebelas Maret. (<http://www.google.com>, diakses tanggal 21 Juni 2009).
- Hanafiah, K.A. 2005. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Rajawali Press, Jakarta.
- Ilyas, Syekhfani, dan P. Sugeng. 2000. Analisis Pemberian Limbah Pertanian Abu Sekam Sebagai Sumber Silikat Pada Andisol dan Oxisol Terhadap Pelepasan Fosfor Terjerap Dengan Teknik Perunut ³²P. Universitas Brawijaya, Malang. (<http://www.google.com>, diakses tanggal 21 Juni 2009).
- Indranada, H. K. 1994. Pengelolaan Kesuburan Tanah. Bumi Aksara, Jakarta.
- Mengel, K. 1985. Dynamics and Availability of Major Nutrients in Soils. *In* B.A. Stewart (ed). *Advances in Soil Science.* (2). Springer, Verlag.
- Noor, M. 2001. Pertanian Lahan Gambut Potensi dan Kendala. Kanisius, Yogyakarta.
- Russel, E. W. 1988. Soil Conditions and Plant Growth. Longman, New York.
- Sanyal, S. K. and S. K. De Datta. 1991. Chemistry of Phosphorus Transformation *In* Soil. *Adv. Soil Sci.* 16 : 1-120.
- Setijono, S. 1996. Intisari Kesuburan Tanah. IKIP Malang, Malang.
- Soepardi, G., I. A. Chaniago, dan Sudarsono. 1982. Pemanfaatan Sekam, Terak dan Pasir Kuarsa Sebagai Sumber Silikat bagi Pertumbuhan Tanaman Padi. Laporan Penelitian. Ditjend. PT. Depdikbud dan IPB, Bogor.
- Sumner, M.E. and M.P.W. Farina. 1986. Phosphorus Interaction with Other Nutrients and Lime in Field Cropping Systems. *In* B. A. Stewart (ed.). *Advances in Soil Science.* (5). Springer, Verlag.
- Suryanto. 1994. Improvement of the P Nutrient Status of Tropical Ombrogenous Peat Soils from Pontianak, West Kalimantan, Indonesia. PhD Thesis. University Gent. West Kalimantan. 216 hal.
- Susanti, A. 2006. Kemampuan Kapur dalam Melepaskan P-terikat pada Tanah Asal Lahan Kering, Rawa Lebak dan Rawa Pasang Surut. Skripsi. Universitas Sriwijaya, Indralaya (tidak dipublikasikan).
- Sutanto, R. 2005. Dasar-dasar Ilmu Tanah Konsep dan Kenyataan. Kanisius, Yogyakarta.
- Zuhdi, M., A.R. Arsyad, dan H. Henny. 1998. Peranan Anion Silikat Dalam Mengisi Tapak Jerapan Untuk Meningkatkan Ketersediaan Fosfat Pada Ultisol. Fakultas Pertanian, Jambi. (<http://www.google.com>, diakses tanggal 21 Juni 2009).