

Mode: Similarity Report ▾

paper text:

PERUBAHAN JERAPAN P PADA ULTISOL AKIBAT PEMBERIAN CAMPURAN ABU TERBANG BATUBARA-KOTORAN AYAM (Changes of P Sorption on Ultisol due to Addition of Coal Fly Ash-Chicken Manure Mixture) Agus Hermawan1*), Sabaruddin1), Marsi1), Renih Hayati1), Warsito2) 1) Program Pascasarjana, 2) Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya *)Contact Author : agush_unsri@yahoo.co.id. ABSTRACT High soil P sorption which result in low P availability for plants is one of important constraints in Ultisols. The objective of current research was to study the effect of coal fly ash-chicken manure mixture (FA-CM) on the changes in P sorption and availability in Ultisols. Two treatments - FA-CM mixture (w/w of 1:1) at the rate of 0, 15, 30, 45 and 60 ton ha⁻¹, and P fertilization at the rate of 0, 87, 174, 261 and 348 kg P₂O₅ ha⁻¹ - were tested. These treatments were arranged according to Factorial Completely Random Design with three replicates. Results of current research showed that FA-CM and P rates and their interaction significantly affected the values of point of zero charge (PZC), pH and soil negative charges. FA-CM mixture as a soil ameliorant decreased P sorption but it increased available P in Ultisols by increasing both soil pH and negative charges. The application of FA-CM at 30 tons ha⁻¹ and P at 174 kg P₂O₅ ha⁻¹ resulted in better increases in soil charges than any other combinations. However, the lowest P sorption (127.07 mg kg⁻¹) and the highest available P (102.21 mg kg⁻¹) was resulted in by the applications of 42.64 tons of FA-CM ha⁻¹ and 261 kg P₂O₅ ha⁻¹. Keywords : Coal fly ash, chicken manure, P sorption, Ultisol

PENDAHULUAN Ultisol merupakan tanah mineral masam yang potensial untuk pengemb-angan tanaman pertanian, dengan luas mencapai 45,8 juta hektar atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia. Di Sumatera Selatan sebaran luasnya mencapai 1,27 juta hektar (Subagyo et al., 2004). Salah satu kendala utama dalam pemanfaatan Ultisol untuk pertanian adalah rendahnya keterse- diaan dan efisiensi P akibat tingginya jerapan P (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Tingginya jerapan P pada Ultisol antara lain disebabkan karena rendahnya muatan negatif pada permu- kaan koloid tanah (MarcanoMartinez dan McBride, 1989; Tan, 2008). Ultisol umumnya mempunyai kandungan bahan organik yang rendah dan fraksi liatnya didominasi oleh liat aktivitas rendah (low activity clay) seperti kaolinit, haloisit, serta oksida-hidrus Al dan Fe. Oleh karena itu, Ultisol umumnya mempunyai muatan negatif yang rendah dan titik muatan nol (TMN) yang tinggi atau mendekati nilai pH aktualnya (Uehara dan Gilman, 1981; Su dan Harsh, 1996). Tanah yang didominasi oleh liat aktifitas rendah umumnya mempunyai muatan terubahkan (variable charge), dimana koloid tanah dapat bermuatan positif, nol, atau negatif tergantung pada perubahan pH tanah. Peningkatan pH akan menyebabkan

terjadinya peningkatan muatan negatif atau TMN tanah akan menurun. Dengan demikian, jerapan P tanah akan turun dan ketersediaan P akan meningkat (Uehara dan Gilman, 1981; Shamshuddin dan Anda, 2008). Bahan-bahan yang potensial untuk digunakan dalam upaya untuk menurunkan jerapan P melalui peningkatan muatan negatif tanah, diantaranya adalah abu terbang batubara dan bahan organik. Abu batubara merupakan produk samping pembakaran batubara yang jumlahnya melimpah dan akan semakin meningkat dengan meningkatnya konsumsi batubara sebagai sumber energi. Laju daur-ulang global produk samping pembakaran batubara, termasuk abu terbang batubara sekitar 50% dan sisanya ditimbun pada lahan urug (landfill) yang justru berpotensi untuk mencemari lingkungan di sekitarnya (Heidrich et al., 2013). Abu terbang batubara diketahui dapat meningkatkan pH pada tanah masam karena kaya akan Ca dan Mg silikat, aluminosilikat dan oksida Ca dan Mg, (Brouwers dan Van Eijk, 2003; Yunusa et al., 2006; Murugan dan Vijayarangam, 2013). Reaksi hidrolisis senyawa oksida dan aluminosilikat pada abu terbang batubara yang menghasilkan muatan negatif (Brouwers dan Van Eijk, 2003), diduga akan dapat mempengaruhi status jerapan dan ketersediaan P tanah melalui perubahan nilai pH dan TMN tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis optimum untuk aplikasi abu terbang batubara pada tanah pertanian relatif sangat besar, yaitu 5 sampai 20 % berat tanah, sehingga muncul masalah transportasi dan metode pemberian yang membutuhkan biaya tinggi (Pathan et al., 2003; Elliot dan Zhang, 2005). Pencampuran abu terbang batubara dengan bahan organik merupakan alternatif yang dapat diterapkan untuk menurunkan dosis yang diberikan, selain juga akan dapat meningkatkan kualitas campuran yang dihasilkan. Asam-asam organik mempunyai gugus fungsional seperti $-COOH$, $-OH$ (fenolik, alkoholik) yang sangat reaktif dan melalui reaksi protonasi-deprotonasi akan menghasilkan muatan negatif yang akan mempengaruhi jerapan dan ketersediaan P (Haynes dan Mokolobate, 2001; Yang et al., 2013). Hasil penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa pencampuran abu terbang batubara dan kotoran ayam pada komposisi 1:1 (b/b) dengan waktu inkubasi selama 45 hari dapat menurunkan jerapan dan meningkatkan ketersediaan P pada campuran yang dihasilkan (Hermawan et al., 2013). Penelitian mengenai pengaruh pemberian campuran abu terbang batubara dan kotoran ayam terhadap karakteristik fisikokimia tanah, khususnya perubahan status jerapan dan ketersediaan P pada tanah bermuatan terubahkan, seperti Ultisol, relatif masih sedikit. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pemberian campuran abu terbang batubara-kotoran ayam terhadap perubahan status jerapan dan ketersediaan P pada Ultisol. BAHAN DAN METODE Tanah Ultisol yang digunakan pada penelitian ini diambil secara komposit dari lahan Arboretum Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Unsri, Inderalaya, pada kedalaman 0-20 cm. Contoh tanah tersebut terlebih dahulu dikering-anginkan, kemudian digerus dan disaring dengan ayakan berdiameter lubang 2,0 mm. Tanah yang digunakan pada penelitian (Tabel 1) merupakan tanah masam ($pH_{H_2O} = 4,54$), dengan nilai titik muatan nol (TMN) sebesar 4,25, kapasitas Tukar Kation (KTK) tergolong sedang, kandungan C-organik dan N-total tergolong sangat rendah, dan Aluminium dapat ditukar (Al-dd) sebesar 1,88 $cmol(+) kg^{-1}$. Kadar P- tersedia tanah tergolong rendah dengan kapasitas jerapan P maksimum sebesar 846,94 $mg kg^{-1}$. Kandungan basa dapat ditukar, seperti K dan Na tanah ini tergolong rendah, serta kandungan Ca dan Mg yang tergolong sangat rendah. Tekstur tanah tergolong liat dengan

kandungan liat sebesar 512,9 g kg⁻¹. Rendahnya ketersediaan hara tanaman, khususnya P, pada tanah ini diduga disebabkan oleh tingginya jerapan P akibat rendahnya muatan negatif tanah atau tingginya nilai TMN tanah. Abu terbang batubara diperoleh dari PLTU di Muara Enim, Sumatera Selatan. Kotoran ayam diambil dari tempat peternakan ayam di Inderalaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan. Abu terbang batubara dan kotoran ayam terlebih dahulu dikering-anginkan, kemudian digerus dan disaring masing-masing dengan ayakan berdiameter lubang 0,05 mm dan 2,0 mm. Hasil penelitian Tabel 1. Beberapa karakteristik tanah awal Peubah Satuan Hasil Analisis*)

pH H₂O - 4,54 (m) pH KCl - 3,93 TMN - 4,25 C-Organik g kg⁻¹ 1,70 (sr) N-total g kg⁻¹ 0,20 (sr) P₂O₅-Bray I mg kg⁻¹ 6,60 (r) K-dd cmol(+) kg⁻¹ 0,35 (r) Na-dd cmol(+) kg⁻¹ 0,22 (r) Ca-dd cmol(+) kg⁻¹ 0,80 (sr) Mg-dd cmol(+) kg⁻¹ 0,13 (sr) KTK cmol(+) kg⁻¹ 17,40 (s) Al-dd Jerapan P cmol(+) kg⁻¹ 1,88 mg kg 846,94 Tekstur Liat Pasir g kg⁻¹ 415,60 Debu g kg⁻¹ 71,50 Liat g kg⁻¹ 512,90 Ket: *) Kriteria menurut Soeprapto-hardjo et al. (1983): m = masam; sr = sangat rendah; r = rendah, s = sedang sebelumnya Hermawan et al. (2013) menunjukkan bahwa pencampuran kedua bahan ini dengan perbandingan 1:1 (b/b) dan diinkubasi selama 45 hari memberikan karakteristik terbaik, yaitu pH H₂O = 7,77, kapasitas jerapan P sebesar 570,55 mg kg⁻¹, dan kandungan P-tersedia sebesar 94,80 mg kg⁻¹ Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 3 ulangan. Perlakuan yang diuji adalah pemberian campuran abu terbang batubara-kotoran ayam (ATB-KA) dan pemupukan P. Karena pencampuran ATB-KA dengan rasio 1: 1 memberikan hasil terbaik (Hermawan et al., 2013), maka komposisi tersebut digunakan dalam penelitian ini dengan takaran 0, 15, 30, 45, dan 60 ton ha⁻¹. Pupuk P diberikan dengan takaran 0, 87, 174, 261, dan 348 kg P₂O₅ ha⁻¹. Dosis pupuk P sebesar 174 kg P₂O₅ ha⁻¹ merupakan kebutuhan P baku tanaman yang ditetapkan berdasarkan jumlah P yang dibutuhkan untuk mencapai konsentrasi 0.2 µg P mL⁻¹ dalam larutan keseimbangan (Fox dan Kamprath, 1970; Sanchez dan Uehara, 1980). Pupuk P yang digunakan adalah pupuk TSP (46% P₂O₅). Tanah Ultisol yang digunakan adalah sebanyak 10 kg pot⁻¹, dicampur merata dengan perlakuan yang diterapkan dan kemudian ditanami jagung sebagai tanaman indikator. Pada saat fase anthesis tanaman jagung (52 hari) dilakukan analisis contoh tanah yang diambil dari setiap perlakuan meliputi: pH H₂O dan pH KCl (1:1), titik muatan nol (TMN), C-organik, jerapan P dan P tersedia. pH H₂O dan pH KCl (1:1) ditetapkan dengan menggunakan pH meter, status TMN ditetapkan menggunakan metode titrasi garam (Sakurai et al., 1988). C-organik dengan metode Walkley dan Black dan P-tersedia ditetapkan dengan menggunakan pengekstrak Bray I (Sulaeman et al., 2005). Jerapan P tanah dianalisis dengan metode indeks jerapan P yang dimodifikasi (Sims, 2009). Analisis secara statistik dilakukan terhadap data pada setiap peubah yang diamati melalui analisis keragaman (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji BNJ pada taraf uji P<0,05. Selain itu, juga dilakukan uji regresi dan korelasi untuk mengetahui keeratan hubungan perlakuan dan peubah yang diamati..

HASIL DAN PEMBAHASAN Perubahan Status Muatan Negatif Tanah Perlakuan dosis ATB-KA, perlakuan dosis pupuk P, serta interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap nilai pH, TMN dan muatan negatif tanah (P < 0,001). Pada tanah yang didominasi oleh muatan terubahkan seperti Ultisol, perubahan pH akan menyebabkan terjadinya perubahan muatan negatif dan selanjutnya akan mempengaruhi nilai TMN tanah (Uehara dan Gilman, 1981; Shamshuddin dan Anda, 2008).

Hasil uji BNJ (Tabel 2) menunjukkan bahwa diantara kombinasi perlakuan ATB-KA dosis 45 dan 60 ton ha-1 pada setiap dosis pupuk P mempunyai nilai TMN yang tidak berbeda nyata, dan mempunyai nilai TMN yang nyata lebih tinggi dibanding nilai TMN pada kombinasi perlakuan yang lain. Kecenderungan yang sama juga terlihat pada nilai pH H₂O, dimana nilai pH H₂O di antara kombinasi perlakuan ATB-KA dosis 45 dan 60 ton ha-1 dengan semua dosis pupuk P tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, tetapi nyata lebih tinggi dibanding nilai pH H₂O pada kombinasi dengan dosis ATB-KA yang lebih rendah (Tabel 2). Kondisi ini menunjukkan adanya pengaruh interaksi antara perlakuan pupuk P dan ATB-KA dalam mempengaruhi status TMN tanah. Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai pH dan TMN tanah meningkat secara linier dengan meningkatnya dosis ATB-KA, masing-masing dengan koefisien determinasi (R²) sebesar 0,95 dan 0,93. Terdapat kecenderungan bahwa nilai TMN menjadi semakin lebih rendah dari nilai pH atau ΔpH menjadi lebih besar dan mencerminkan terjadinya peningkatan muatan negatif (ΔpH) tanah. Sposito (2008) mengemukakan bahwa nilai TMN yang lebih rendah dari pH aktualnya mencirikan besarnya muatan negatif pada permukaan koloid tanah. Gambar 1 juga menunjukkan bahwa muatan negatif (ΔpH) tanah cenderung mengalami peningkatan secara linier (R² = 0,55).

Tabel 2. Pengaruh pemberian campuran abu terbang batubara-kotoran ayam dan pupuk P terhadap perubahan nilai TMN, pH H₂O dan ΔpH tanah

Dosis Pupuk P (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)	ATB-KA P0 (0)	P1 (87)	P2 (174)	P3 (261)	P4 (348)
Titik Muatan Nol (TMN)	A0 (0 ton ha ⁻¹) 4,00 ab 3,97 a 3,83 a 3,82 a 3,81 a	A1 (15 ton ha ⁻¹) 4,70 c 4,63 c 4,68 c 4,65 c 4,61 bc	A2 (30 ton ha ⁻¹) 5,57 e-h 5,41 dg 4,86 cd 5,15 c-f 5,04 cde	A3 (45 ton ha ⁻¹) 6,33 ij 6,02 g-j 5,99 g-j 5,85 ghi 5,72 f-i	A4 (60 ton ha ⁻¹) 6,49 j 6,12 hij 6,09 hij 6,05 hij 5,92 g-j
BNJ(0,05)	0,62	A0 (0 ton ha ⁻¹)			
pH H ₂ O (1:1)	4,28 a 4,30 a 4,34 a 4,25 a 4,23 a	A1 (15 ton ha ⁻¹) 5,12			

b 5, 10 b 5, 20 b 5,23 b

14

5,29 b A2 (30 ton ha-1) 6,06 c 6,33 c 6,17 c 6,38 c 6,29 c A3 (45 ton ha-1) 6,98 d 7,10 d 7,01 d 6,94 d 6,90 d A4 (60 ton ha-1) 7,19 d 7,10 d 7,25 d 7,23 d 7,21 d BNJ(0,05) = 0,47 A0 (0 ton ha-1) ΔpH (pH H₂O – TMN) 0,27 a 0,33 ab 0,51 a-f 0,43 a-d 0,42 a-d A1 (15 ton ha-1) 0,41 abc 0,47 a-e 0,52 a-f 0,58 a-f 0,68 a-f A2 (30 ton ha-1) 0,49 a-f 0,91 a-f 1,28 f 1,22 def 1,26 ef A3 (45 ton ha-1) 0,66 a-f 1,07 a-f 1,02 a-f 1,09 b-f 1,18 def A4 (60 ton ha-1) 0,70 a-f 0,99 a-f 1,16 c-f 1,17 c-f 1,29 f BNJ(0,05) = 0,80 Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata (P<0,05) Tabel 2 menunjukkan bahwa muatan negatif (ΔpH) tanah cenderung meningkat dengan meningkatnya dosis ATB-KA dan pupuk P yang diberikan. Interaksi perlakuan ATB-KA dosis 30 ton ha-1 dan pupuk P dosis 174 kg P₂O₅ ha-1 memberikan muatan negatif (ΔpH) yang berbeda tidak nyata dibandingkan dengan nilai ΔpH pada semua kombinasi perlakuan yang lain, dan nyata lebih tinggi dibanding nilai ΔpH pada kombinasi perlakuan ATB-KA dosis 15 ton ha-1 dan pupuk P dosis 0 dan 87 kg P₂O₅ ha-1, serta kombinasi perlakuan tanpa ATB-KA dan pupuk P dosis 0, 87, 261 dan 348 kg P₂O₅ ha-1. Peningkatan muatan negatif tanah ini antara lain dapat disebabkan oleh reaksi disosiasi senyawa aluminosilikat dan oksida- oksida basa pada abu

terbang batubara yang menghasilkan muatan negatif (Brouwers dan Van Eijk, 2003; Yunusa et al., 2006), menyebabkan pH dan muatan negatif (ΔpH) menjadi meningkat, dan mengakibatkan nilai TMN tanah menjadi semakin lebih rendah dari pH aktualnya. Disamping itu, bahan organik dari kotoran ayam pada campuran ATB-KA juga memberikan pengaruh terhadap status pH, TMN dan muatan negatif (ΔpH) tanah. Hal ini ditunjukkan dengan adanya hubungan positif yang sangat erat antara kandungan C-organik tanah dengan status pH, TMN dan muatan negatif (ΔpH) tanah, masing-masing dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,88**, 0,85** dan 0,71** ($P < 0,01$). Peningkatan pH dan muatan 8.0 7.0 TMN / pH H₂O $y = 0,05x + 4,45$, $R^2 = 0,95$ (pH H₂O) 6.0 5.0 $y = 0,04x + 4,01$, $R^2 = 0,93$ (TMN) 4.0 3.0 0 15 30 45 60 1.0 ΔpH (pH H₂O - TMN) 0.8 0.6 0.4 $y = 0,01x + 0,37$, $R^2 = 0,55$ 0.2 0.0 0 15 30 45 60 Dosis ATB-KA (ton ha⁻¹) Gambar 1. Hubungan antara dosis ATB-KA dengan pH H₂O, TMN dan ΔpH tanah pada berbagai dosis pupuk TSP negatif tanah ini dapat terjadi melalui reaksi netralisasi muatan positif tanah oleh gugus fungsional asam organik, seperti -COOH, -OH (fenolik, alkoholik), baik melalui kompleksasinya dengan ion logam seperti Al dan Fe, melalui reaksi protonasi gugus fungsional asam organik, maupun jerapan spesifik asam organik pada permukaan hidrus-oksida Al atau Fe (Haynes dan Mokolobate, 2001; Ano dan Ubochi, 2007; Sukla et al., 2011). Perubahan Status Jerapan dan Keter- sediaan P Tanah Perlakuan dosis ATB-KA secara nyata menurunkan jerapan P dan meningkatkan P-tersedia tanah, masing-masing dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar -0,54** dan 0,71** ($P < 0,01$). Meningkatnya pH dan menurunnya TMN tanah (Tabel 2) menjadi lebih rendah dari pH larutan, sehingga muatan koloid tanah menjadi lebih negatif diduga menjadi penyebab menurunnya jerapan P tanah. Hal ini ditunjukkan dengan adanya hubungan negatif yang sangat erat antara jerapan P tanah dengan pH H₂O, TMN, dan muatan negatif tanah, masing-masing dengan nilai r sebesar 0,59**, 0,51**, dan 0,67** ($P < 0,01$). Salah satu dampak penurunan jerapan P tanah ini adalah peningkatan ketersediaan P tanah. Jerapan P tanah ini mempunyai hubungan negatif sangat erat dengan P tersedia tanah ($r = -0,68$ **, $P < 0,01$). Selain itu, kandungan P-tersedia tanah mempunyai hubungan positif sangat erat dengan pH H₂O, TMN, dan muatan 160 Jerapan P (mg kg⁻¹) 150 140 130 120 110 100 $y = 0,008x^2 - 0,60x + 145,3$, $R^2 = 0,94$ (P0,0) $y = 0,002x^2 - 0,32x + 145,4$, $R^2 = 0,59$ (P87) $y = 0,008x^2 - 0,73x + 144,7$, $R^2 = 0,62$ (P174) $y = 0,007x^2 - 0,60x + 139,8$, $R^2 = 0,56$ (P261) $y = 0,004x^2 - 0,39x + 139,5$, $R^2 = 0,89$ (P348) 120 0 15 30 45 60 P-tersedia (mg kg⁻¹) 100 80 60 40 20 0 $y = -0,025x^2 + 2,80x + 2,83$, $R^2 = 0,97$ (P0,0) $y = -0,033x^2 + 3,15x + 12,01$, $R^2 = 0,99$ (P87) $y = -0,029x^2 + 2,79x + 15,96$, $R^2 = 0,91$ (P174) $y = -0,048x^2 + 3,96x + 20,70$, $R^2 = 0,96$ (P261) $y = -0,026x^2 + 1,97x + 54,45$, $R^2 = 0,89$ (P348) 0 15 30 45 60 Dosis ATB-KA (ton ha⁻¹) Dosis Pupuk P (kg P2O5 ha⁻¹): 0,0 87,0 174,0 261,0 Gambar 2. Hubungan antara dosis ATB-KA dan jerapan P tanah pada berbagai dosis pupuk P negatif (ΔpH) tanah, dengan nilai r berturut-turut sebesar 0,81**, 0,73**, dan 0,93**, ($P < 0,01$). Peningkatan pH pada tanah yang didominasi muatan terubahkan, seperti Ultisol akan menyebabkan terjadinya peningkatan muatan negatif dan penurunan TMN tanah menjadi semakin lebih rendah dari pH larutan (Sollins et al., 1988; Shamshuddin dan Anda, 2008). Gambar 2 menunjukkan bahwa pemberian campuran ATB-KA, pupuk P dan kombinasi keduanya hingga dosis 45 ton ha⁻¹ dan dosis 261 kg P2O5 ha⁻¹ cenderung menurunkan jerapan P dan meningkatkan P-tersedia tanah. Meningkatnya dosis yang diberikan cenderung tidak lagi menurunkan

jerapan P atau meningkatkan P-tersedia tanah. Koloid liat maupun organik yang bermuatan negatif juga dapat menjerap P melalui mekanisme reaksi pertukaran ligan atau jembatan kation (cation bridging) (Sollins, 1991; Tan, 1998; Djuniwati et al., 2012). Mekanisme reaksi ini diduga menyebabkan jerapan P tanah cenderung tidak menurun pada dosis campuran ATB-KA dan dosis pupuk P yang tinggi. Jerapan P terendah sebesar 127,07 mg kg⁻¹ dan P-tersedia maksimum, yaitu sebesar 102,21 mg kg⁻¹ diperoleh pada dosis ATB-KA sebesar 42,64 ton ha⁻¹ dan pupuk P dosis 261 kg tanah. Interaksi perlakuan ATB-KA dosis P205 ha⁻¹ (Gambar 2). 30 ton ha⁻¹ dan pupuk TSP dosis 174 kg Hasil ini menunjukkan bahwa P205 ha⁻¹ dapat meningkatkan muatan pemberian campuran abu terbang negatif tanah yang nyata lebih tinggi batubara-kotoran ayam dapat dibanding pada kombinasi dengan dosis menurunkan jerapan P dan yang lebih rendah, tetapi berbeda tidak meningkatkan ketersediaan P tanah. nyata dibanding pada kombinasi dengan Hidrolisis senyawa oksida seperti CaO, dosis yang lebih tinggi. Jerapan P MgO, Na₂O, K₂O, serta senyawa silanol minimum sebesar 127,07 mg kg⁻¹ dan P-(Si-OH) pada abu terbang batubara yang tersedia maksimum sebesar 102,21 mg menghasilkan muatan negatif (Brouwers kg⁻¹ diperoleh pada dosis ATB-KA dan Van Eijk, 2003) dapat menetralkan sebesar 42,64 ton ha⁻¹ dan pupuk P muatan positif pada permukaan koloid dosis 261 kg P205 ha⁻¹. Interaksi tanah sehingga jerapan P tanah menjadi perlakuan ATB-KA dosis 30 ton ha⁻¹ dan berkurang. Penurunan jerapan P dengan pupuk TSP dosis 174 kg P205 ha⁻¹ pemberian bahan organik disebabkan merupakan kombinasi perlakuan terbaik oleh terbentuknya senyawa kompleks dalam meningkatkan muatan negatif organo-metal antara asam organik tanah, dan kombinasi perlakuan terbaik dengan ion logam seperti Al, Fe dan Mn untuk mencapai jerapan P minimum dan yang menjerap P atau dapat pula P-tersedia maksimum diperoleh pada disebabkan oleh proses pertukaran dosis yang lebih tinggi, yaitu pada dosis anion atau terjadinya kompetisi antara ATB-KA sebesar 42,64 ton ha⁻¹ dan asam organik dengan P dalam pupuk P dosis 261 kg P205 ha⁻¹. memperebutkan tapak pertukaran (Djuniwati et al., 2012; Marsi dan Sabaruddin, 2012; Yang et al., 2013). Penurunan jerapan P akibat perlakuan pupuk P dapat terjadi melalui pelepasan ion hidroksil (OH⁻) dari pupuk yang dapat bersenyawa dengan kation Al dan Fe atau melalui mekanisme jerapan H₂PO₄⁻ oleh hidrus oksida Al dan Fe (Tan, 1998).

UCAPAN TERIMA KASIH Data yang disajikan pada makalah ini merupakan sebagian data dari kegiatan penelitian yang didanai melalui Program Penelitian Unggulan Kompetitif Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2013, untuk itu kami ucapkan terimakasih. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Sdr. Yuda Nopriandi dan Ricky F Sembiring,

KESIMPULAN Campuran abu terbang batubara- kotoran ayam (ATB-KA) dapat digunakan sebagai amelioran untuk menurunkan jerapan P dan meningkatkan mahasiswa tingkat akhir pada Jurusan Tanah FP Unsri yang telah membantu dan terlibat langsung dalam pelaksanaan penelitian ini. ketersediaan P pada Ultisol melalui peningkatan pH dan muatan negatif

DAFTAR PUSTAKA Ano, A.O. and C.I. Ubochi. 2007. Neutralization of soil acidity by animal manures: mechanism of reaction. *Afr. J. Biotechnol* 6(4): 364-368 Brouwers, H.J.H. and R.J. Van Eijk. 2003. Chemical reaction of fly ash. *Proceedings of the 11th International Congress on the Chemistry of Cement (ICCC)*. The Cement and Concrete Institute of South Africa, p.791-800. Durban, South Africa Djuniwati, S., B. Nugroho, and H.B. Pulunggono. 2012. The changes of P-fractions and solubility of phosphate rock in

Ultisol treated by organic matter and phosphate rock. J Trop Soils, 17(3): 203-210 Elliot, A.D and D. Zhang. 2005.
Controlled Release Zeolite Fertilisers: A Value Added Product Produced from Fly Ash. 2005

World of Coal Ash (WOCA) Conference. Lexington, KY,

6

USA.

Fox, R. L. and Kamprath, E. J. 1970. Phosphate sorption isotherm for evaluating the phosphate requirements of soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 34: 902-907

9

Haynes, R.J., and M.S. Mokolobate. 2001. Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. Nutr. Cycl Agroecosyst 59: 47-63

2

Heidrich, C., H. Feuerborn, and A. Weir. 2013. Coal combustion products: a global perspective. 2013 World of Coal Ash (WOCA) Conference. Lexington, KY

6

Hermawan, A., Sabaruddin, Marsi, and R. Hayati. 2013. Status jerapan dan ketersediaan P abu terbang batubara akibat penambahan kotoran ayam. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal. Hal 245-255. Palembang.
MarcanoMartinez,

E., and M.B. McBride. 1989. Comparison of the titration and ion adsorption methods for surface charge measurements in Oxisols. Soil Sci. Soc. Am. J. 53: 1040-1045

4

Marsi and Sabaruddin. 2011. Phosphate adsorption capacity and organic matter effect on dynamics of P availability in upland Ultisol and lowland Inceptisol. J Trop Soils 16(2): 107-114 Murugan, S and M.Vijayarangam. 2013.

And Crop Productivity-A Review. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 2(12): 54-60

Pathan, S. M., L. A. G. Aylmore, and T. D. Colmer. 2003. Properties of several fly ash materials in relation to use as soil amendments. J. Environ. Qual. 32: 687-693 Prasetyo, B.

H. dan D.A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. J. Litbang Pertanian, 25(2):39-46. Sakurai, K., Y. Ohdate, and K. Kyuma.

1988. Comparison of salt titration and potentiometric titration methods for the determination of zero point of charge (ZPC). Soil Sci. Plant Nutr., 34(

2): 171-182

Sanchez, P. A. and Uehara. G. 1980. Management considerations for acid soils with phosphorus fixation capacity. In.

The

Role of Phosphorus in Agriculture. ASA- CSSA-SSSA. Madison.

Shamshuddin, J. and M. Anda. 2008. Charge properties of soils in Malaysia dominated by kaolinite, gibbsite, goethite and hematite. Bulletin of the Geological Society of Malaysia 54: 27-31

Sims, J.T. 2009. A phosphorus sorption index. p. 20-21. In: Kovar, **J.L., and G.M. Pierzynski** (eds). **Methods for Phosphorus Analysis for Soils, Sediments, Residuals, and Waters**

– 2nd Edition. Southern Cooperative Series Bulletin No. 408. Virginia Tech University. Soepraptohardjo, M., Subagyo, H. Suhardjo, Ismangun, Marsoedi, DS, A. Hidayat, Yunus, D, Abdurachman, A., S. Abujamin, M. Supartini, Mursidi, dan J.S. Adiningsih. 1983. Survei kapabilitas tanah. P3MT. Pusat Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.

Sollins, P., G. P. Robertson, and G. Uehara. 1988. Nutrient mobility in variable-and permanent-charge soils. Biogeochemistry 6: 181-199

11

Sollins, P. 1991. Effects of phosphorus sorption on soil microstructure in soils of the humid tropics. Proc. of **Phosphorus Cycles Terrestrial And Aquatic Ecosystems Workshop. H. Tiessen, D. Lopez- Hernandez and I.H. Salcedo (Eds),**

7

pp: 168-176. SCOPE and UNEP, Maracay, Venezuela

Sposito, G. 2008. The chemistry of soils. Second Edition. **Oxford University Press, Inc.** **New York.** Su, **C.**

15

and J.B. Harsh. 1996. Alteration of imogolite, allophane and acidic soil clays by chemical extractants.

Soil Sci. Soc. Am. J. 60:

4

77-85 Subagyo, H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2004. Tanah-tanah pertanian di Indonesia. Dalam A. Adimihardja, L.I. Amien, F. Agus, D. Djaenudin (Eds.). Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor. Sukla, K.P., S. Sharma,

10

N.K. Singh, V. Singh, K. Tiwari, and S. Singh. 2011. **Nature and role of root exudates: Efficacy in bioremediation.** Afr. J. Biotechnol. 10(48): 9717-9724

Sulaeman, Suparto, dan Eviati. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian..

Tan, K.H. 1998. Principles of Soil Chemistry.

16

Third Edition. Revised and Expanded. Marcel Dekker, Inc., New York.

Tan, K.H. 2008. Soils in the Humid Tropics and Monsoon Region of Indonesia. CRC Press.

13

Taylor & Francis Group. **Boca Raton,**

New York.

Uehara, G and G.P. Gillman. 1981. The mineralogy, chemistry and physics of tropical soils with variable charge clays. Westview Press.

12

Colorado. Yang, S., Z. Zhang, L. Cong, X. Wang, and S. Shi. 2013. Effect of fulvic acid on the phosphorus availability in acid soil. J. Soil Sci and Plant Nutr. 13(3): 526-533 Yunusa,

I. A. M., Eamus, D., DeSilva, D.L., Murray, B.R., Burchett, M.D., Skilbeck, G. C, and C. Heidrich. 2006. **Fly-ash: An exploitable resource for management of Australian agricultural soil. Fuel. 85:**

3

2337-2344 Perubahan Jerapan P pada Ultisol ... Hermawan et al. Perubahan Jerapan P pada Ultisol ...
Hermawan et al. Perubahan Jerapan P pada Ultisol ... Hermawan et al. Perubahan Jerapan P pada Ultisol ...
Hermawan et al. Perubahan Jerapan P pada Ultisol ... Hermawan et al. Perubahan Jerapan P pada Ultisol ...
Hermawan et al. Perubahan Jerapan P pada Ultisol ... Hermawan et al. Perubahan Jerapan P pada Ultisol ...
Hermawan et al. Perubahan Jerapan P pada Ultisol ... Hermawan et al. Sains Tanah – Jurnal Ilmu Tanah dan

Agroklimatologi 11 (1) 2014 1 2 Sains Tanah – Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi 11 (1) 2014 Sains Tanah
– Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi 11 (1) 2014 3 4 Sains Tanah – Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi
11 (1) 2014 Sains Tanah – Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi 11 (1) 2014 5 6 Sains Tanah – Jurnal Ilmu
Tanah dan Agroklimatologi 11 (1) 2014 Sains Tanah – Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi 11 (1) 2014 7 8
Sains Tanah – Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi 11 (1) 2014 Sains Tanah – Jurnal Ilmu Tanah dan
Agroklimatologi 11 (1) 2014 9 10 Sains Tanah – Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi 11 (1) 2014

sources:

1

38 words / 1% - ProQuest

[Saha, Soumen. "Phosphate Sorption / Desorption Characteristics of Some Acidic Soils in Relation to Fertilizer Efficiency of Some Sparingly Soluble Phosphorus Sources.", Bidhan Chandra Krishi Viswavidyalaya University \(India\), 2020](#)

2

38 words / 1% - ProQuest

[Tanganelli, Kaliana Moro. "Sequential fractionation and water soluble phosphorus methods to investigate soil phosphorus in a long-term manure application", Proquest, 20111108](#)

3

33 words / 1% - ProQuest

[Li, Ling. "Production of a new wastewater treatment coagulant from fly ash with concomitant sulfur dioxide removal from flue gas", Proquest, 20111004](#)

4

33 words / 1% - ProQuest

[Arcelay, Carmen Lis. "Nitrogen retention and movement in a variable charge soil", Proquest, 20111108](#)

5

32 words / 1% - ProQuest

[Webber, David Franklin. "Vegetative filter strip buffer effects on runoff, sediment, and nutrient losses from a grazing and windrow composting site", Proquest, 20111109](#)

6

31 words / 1% - ProQuest

[Zhu, Kaize. "Beneficial Use of Carbon Dioxide to Transform Landfilled Ash Into a Hydraulic Cement with Desired Hazardous Waste Immobilization Qualities.", Michigan State University, 2017](#)

7

28 words / 1% - Publications

[Memon, Mehruinsa. "Role of Fe-oxides for predicting phosphorus sorption in calcareous soils", Universitätsverlag Karlsruhe, Karlsruhe, 2008.](#)

8

27 words / 1% - Publications

[University of Tennessee, Knoxville](#)

9

25 words / 1% - ProQuest

[Banik, Ganesh Chandra. "A Study on Retention, Diffusion and Organo-arsenic Interactions in Selected Arsenic Affected Soils of West Bengal.", Bidhan Chandra Krishi Viswavidyalaya University \(India\), 2020](#)

10

22 words / < 1% match - ProQuest

[Hortin, Joshua. "Behavior of Copper Oxide Nanoparticles in Soil Pore Waters as Influenced by Soil Characteristics, Bacteria, and Wheat Roots.", Utah State University, 2018](#)

11

21 words / < 1% match - ProQuest

[Dubinsky, Eric Anderson. "Environmental controls on microbial community structure and iron redox dynamics in upland soils", Proquest, 20111004](#)

12

21 words / < 1% match - ProQuest

[van Huysen, Tiffany L. "Nitrogen and phosphorus dynamics during decomposition of multiple litter types in temperate coniferous forests", Proquest, 20111004](#)

13

18 words / < 1% match - ProQuest

[Matson, Christopher Cody. "Paleoenvironments of the Upper Cretaceous Dinosaur Park Formation in southern Alberta, Canada", Proquest, 20111109](#)

14

15 words / < 1% match - ProQuest

[Oladeji, Olawale Olusegun. "Management of phosphorus sources and water treatment residuals \(WTR\) for environmental and agronomic benefits", Proquest, 20111109](#)

15

13 words / < 1% match - ProQuest

[Mukherjee, A. "Physical and chemical properties of a range of laboratory-produced fresh and aged biochars", Proquest, 2013.](#)

16

8 words / < 1% match - Publications

[Farias, Wisley Moreira\(Martins, Éder de Souza and Santos Neto, Pedro Murrieta\). "Processos evolutivos de intemperismo químico e sua ação no comportamento hidromecânico de solos do Planalto Central", RIUnB, 2012.](#)
