

## **Status Jerapan dan Ketersediaan P Abu Terbang Batubara Akibat Penambahan Kotoran Ayam**

### ***The Status Of P Sorption and P Availability in Coal Fly Ash Caused by Chicken Manure Addition***

Agus Hermawan<sup>1)</sup>, Sabaruddin<sup>2)</sup>, Marsi<sup>2)</sup>, dan Renih Hayati<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Pascasarjana, Ilmu Pertanian, Universitas Sriwijaya.

<sup>2)</sup> Dosen Program Pascasarjana, Universitas Sriwijaya.

E-mail: agush\_unsri@yahoo.co.id. Mobile Phone: 08127824414.

#### **ABSTRAK**

Abu terbang batubara yang merupakan sisa pembakaran batubara dari PLTU dan kegiatan industri dengan batubara sebagai sumber energi berpotensi untuk memperbaiki kesuburan tanah. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa abu terbang batubara dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah yang dapat memperbaiki karakteristik fisika, kimia dan biologi tanah tanah terdegradasi dan sebagai sumber hara makro dan mikro tanaman. Secara umum, abu terbang batubara merupakan material kompleks yang mengandung mineral ferro-aluminosilikat dan kaya akan hara Ca, K, dan Na. Pencampuran abu terbang batubara dan pupuk organik akan dapat meningkatkan kualitasnya untuk memperbaiki karakteristik kimia tanah, seperti meningkatkan ketersediaan P dan menurunkan kapasitas jerapan P. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pencampuran abu terbang batubara dan kotoran ayam pada berbagai komposisi terhadap perubahan status jerapan dan ketersediaan P. Perlakuan yang diterapkan adalah perbandingan komposisi abu terbang batubara dan kotoran ayam, meliputi: 0% abu terbang batubara + 100% kotoran ayam; 25% abu terbang batubara + 75% kotoran ayam; 50% abu terbang batubara + 50% kotoran ayam; 25% abu terbang batubara + 75% kotoran ayam; dan 100 % abu terbang batubara + 0 % kotoran ayam, dengan 3 ulangan dan diinkubasi selama 45 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kotoran ayam dapat menurunkan jerapan P dan meningkatkan ketersediaan P campuran. Komposisi campuran 50% abu terbang batubara + 50% kotoran ayam memberikan nilai jerapan P terendah, dan komposisi campuran 25% abu terbang batubara + 75% kotoran ayam mempunyai kandungan P tersedia yang tertinggi.

---

Kata kunci: *abu terbang batubara, jerapan P, ketersediaan P, kotoran ayam*

#### **ABSTRACT**

Fly-ash products obtained after the burning of coal at power stations have the potential to ameliorate soil fertility. Several studies proposed that fly ash can be used as a soil-ameliorant that may improve physical, chemical and biological properties of the degraded soils and is a source of readily available plant micro- and macro-nutrients. Generally, fly ash is a ferro-alumino-silicate mineral containing considerable quantities of Ca, K, and Na. Mixing fly ash with organic manure may enhanced the quality of the ameliorant to improvement the soils chemical properties, such as increasing of P availability and decreasing of P sorption. In the present study, the possibility to improving

the status of P sorption and P availability in fly ash and chicken manure mixtures was investigated. Fly ash was mixed with chicken manure at 0% fly ash + 100% chicken manure; 25% fly ash + 75% chicken manure; 50% fly ash + 50% chicken manure; 25% fly ash + 75% chicken manure; dan 100 % fly ash + 0 % chicken manure, with 3 replicates and incubated for 45 days. The fly ash and chicken dung mixture tended to decrease of the P sorption status and increased P availability compared with the fly ash or chicken manure alone. Among the different combinations of fly ash and chicken manure mixtures, the 50% fly ash + 50% chicken manure mixture at 45 days incubations appeared to exhibit the lowest of the P sorption and highest soluble P compared with the other treatments.

---

Key words : *chicken manure, coal fly ash, P sorption, P availability*

## PENDAHULUAN

Abu batubara merupakan produk samping yang dihasilkan oleh PLTU dan kegiatan industri yang berbahan bakar batubara. Jumlahnya di Indonesia melimpah, pada tahun 2012 diperkirakan jumlahnya mencapai 4 juta ton dan akan terus meningkat pada tahun-tahun mendatang. Diketahui bahwa hanya sebagian kecil dari abu batubara dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti pada industri semen dan beton, sebagai adsorben pada pengolahan limbah cair industri, dan lain-lain, namun sebagian besar hanya digunakan sebagai pengisi pada galian bekas tambang atau ditimbun pada suatu tempat yang justru berpotensi untuk mencemari lingkungan (Pandey dan Singh, 2010).

Abu terbang batubara merupakan material kompleks yang mengandung mineral amorfus dan kristalin dan umumnya adalah mineral ferro-aluminosilikat, yang menyerupai aluminosilikat lainnya seperti liat (*clay*). Abu terbang batubara umumnya bersifat basa dan memiliki karakteristik kimia yang potensial untuk meningkatkan pH pada tanah masam (Mitra *et al.*, 2003). Pandey dan Singh (2010) mengemukakan bahwa abu terbang mengandung semua unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman, kecuali nitrogen. Secara kimia, 90-99% abu terbang batubara tersusun oleh unsur Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na dan K dengan Si dan Al sebagai penyusun utama (Kishor *et al.*, 2010). Sebagai ilustrasi, komposisi beberapa oksida yang terdapat pada abu terbang batu bara adalah sebagai berikut: SiO<sub>2</sub> 54,59 %; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3 1,69 %; MgO 4,38 %; CaO 4,27 % dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3,19 % (Jumaeri *et al.*, 2007). Ca ditemukan sebagai kation dominan pada abu terbang diikuti oleh Mg, Na dan K. Al di dalam abu terbang umumnya terikat pada struktur aluminosilikat larut, sehingga toksisitas biologisnya menjadi terbatas (Kishor *et al.*, 2010). Selanjutnya, abu terbang juga mengandung hara makro seperti P, K, Ca, Mg dan S dan hara mikro seperti Fe, Mn, Zn, Cu, Co, B dan Mo (Pandey dan Singh, 2010).

Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa abu batubara relatif aman untuk digunakan sebagai amelioran pada tanah pertanian dan diketahui dapat meningkatkan produksi tanaman (Mitra *et al.*, 2003; Aggarwal *et al.*, 2009; Venkatesh dan Eevera, 2008). US-EPA telah menetapkan bahwa abu batubara bukan merupakan limbah berbahaya (*non-hazardous*) karena kadar unsur-unsur pada abu terbang batubara relatif sama atau lebih rendah dibandingkan dengan yang terdapat dalam tanah pada umumnya (**American Coal Ash Association Educational Foundation, 2009**). Meskipun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis optimum untuk aplikasi abu terbang batubara pada tanah pertanian adalah dengan rasio 5 % sampai 20 % (Pathan *et al.*, 1999). Oleh karena itu, kendala utama dalam pemanfaatan abu terbang batubara adalah dosis abu yang diberikan relatif besar (mencapai 100 ton/ha atau lebih), sehingga muncul masalah transportasi dan metode pemberian yang membutuhkan biaya tinggi (Elliot dan Zhang, 2009).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk pemanfaatan abu terbang batubara adalah melalui pencampurannya dengan pupuk organik kotoran ayam, sehingga akan diperoleh pupuk kaya hara dan aman digunakan. Abu terbang batubara merupakan material kompleks yang dapat meningkatkan pH tanah dan berfungsi seperti bahan kapur serta kaya akan silika (Si) (Ricou *et al.*, 1999; Pandey dan Singh, 2010). Meningkatnya pH tanah masam dapat menurunkan jerapan P dan meningkatkan ketersediaannya bagi tanaman. Sementara itu, silika diketahui dapat menurunkan jerapan P, menggantikan P dari kompleks pertukaran, dan meningkatkan ketersediaan P (Gonzales-Batista *et al.*, 1982; Saha *et al.*, 1998; Savant *et al.*, 2002). Pemberian bahan amelioran seperti kotoran ayam diketahui dapat menurunkan jerapan P dan meningkatkan ketersediaan P (Uehara dan Gillman, 1981; Huang dan Schnitzer, 1986). Oleh karena itu, pada penelitian ini dikaji tentang pengaruh pencampuran abu terbang batubara dan kotoran ayam terhadap perubahan jerapan P dan ketersediaan P campuran. Melalui penelitian ini diharapkan akan diperoleh komposisi campuran abu terbang batubara dan kotoran ayam yang memiliki jerapan P rendah dan kandungan P yang tinggi. Produk penelitian ini diharapkan akan dapat digunakan sebagai amelioran untuk meningkatkan kualitas tanah dan produksi tanaman, khususnya tanah-tanah dengan jerapan P tinggi dan ketersediaan P rendah seperti Ultisol.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada bulan November 2012 sampai Maret 2013. Abu terbang batubara diperoleh dari PLTU Bukit Asam, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Kotoran ayam yang diperoleh dari tempat peternakan ayam di daerah Inderalaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan. Komposisi campuran abu terbang batubara dan kotoran ayam yang diterapkan terdiri dari 0 % abu terbang batubara + 100 % kotoran ayam (AP-1); 25 % abu terbang batubara + 75 % kotoran ayam (AP-2); 50 % abu terbang batubara + 50 % kotoran ayam (AP-3); 25 % abu terbang batubara + 75 % kotoran ayam (AP-4); dan 100 % abu terbang batubara + 0 % kotoran ayam (AP-5). Setiap faktor perlakuan ditata menurut Rancangan Acak Lengkap (CRD). Setiap perlakuan diulang 3 kali, sehingga terdapat 15 pot perlakuan. Berat campuran abu terbang batubara dan kotoran ayam dalam setiap pot adalah setara 1 kg atas dasar berat kering mutlak. Campuran diinkubasi selama 45 hari dan kadar air campuran dipertahankan pada kapasitas lapang.

Analisis karakteristik kimia campuran yang dilakukan meliputi: pH H<sub>2</sub>O dan pH KCl (1:1), C-organik (Walkley-Black), kapasitas tukar kation (KTK) (NH<sub>4</sub>OAc pH 7) dan P tersedia (Bray I). Selanjutnya pengukuran pH menggunakan pH meter, P dan KTK dengan *spectrophotometer* (Sulaeman *et al.*, 2005). Penetapan jerapan P dilakukan menurut Fox dan Kamprath (1970). Contoh masing-masing campuran ditimbang 2 g dan dimasukkan ke dalam botol kocok, lalu ditambahkan 20 ml larutan CaCl<sub>2</sub> 0.001 M yang masing-masing mengandung P dengan konsentrasi : 0, 10, 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm P dari KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. Ekstraksi campuran diinkubasi selama enam hari dan dikocok dua kali sehari, masing-masing selama 30 menit pada pagi dan sore hari. Setelah inkubasi larutan disaring dan ekstrak jernih digunakan untuk pengukuran P menggunakan *spectrophotometer*.

Perhitungan jerapan P dilakukan menggunakan model Langmuir (Fox dan Kamprath, 1970) dengan persamaan:  $x/m = kbC / (1+kC)$ . Dimana:  $x/m$  = jumlah P yang dijerap per satuan bobot campuran;  $k$  = konstanta yang berkaitan dengan energi ikatan;  $b$  = daya jerap P maksimum; dan  $C$  = konsentrasi C dalam keseimbangan. Persamaan tersebut diubah menjadi :  $C/x/m = 1/kb + 1/b C$ . Kurva antara  $C/x/m$  dengan  $C$  akan menghasilkan garis

lurus dengan persamaan regresi  $Y = p + qX$ . Nilai  $q$  persamaan regresi tersebut sama dengan  $1/b$  persamaan di atas, sehingga nilai  $b$  dapat ditentukan dan nilai  $k$  dapat dihitung. Nilai  $b$  merupakan jerapan maksimum dan  $k$  merupakan nilai konstanta energi ikatan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Abu Terbang Batubara dan Kotoran Ayam

Hasil analisis laboratorium terhadap contoh abu terbang batubara dan kotoran ayam disajikan pada Tabel 1. Abu batubara yang digunakan pada penelitian ini bersifat basa (pH 8,75), dengan kandungan basa-basa seperti Na, Ca, Mg dan K yang relatif tinggi. Kapasitas tukar kation (KTK) dan kelarutan Al pada abu terbang batubara yang digunakan relatif rendah ( $9,53 \text{ Cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$ ), demikian juga dengan kadar C-organik dan N-total. Proses pembakaran batubara pada suhu tinggi mengakibatkan kadar C organik dan nitrogen pada abu yang dihasilkan menurun dengan drastis (Bhattacharya dan Chattopadhyay, 2004). Sementara itu, kadar P tersedia pada abu terbang batubara relatif rendah, dan sebagian besar P berada dalam bentuk ikatan dengan Al, Fe dan P-organik, serta kapasitas jerapan P sebesar 626,61  $\mu\text{g/g}$ . Kadar P pada abu terbang batubara umumnya rendah dan karena itu dalam pemanfaatannya untuk produksi tanaman diperlukan upaya untuk meningkatkan ketersediaan P (Kumar et al., 1998; Bhattacharya dan Chattopadhyay, 2002) Disamping itu, abu terbang batubara yang digunakan didominasi oleh partikel berukuran debu dan liat (71,20%) dan sisanya berukuran pasir.

Tabel 1. Hasil analisis awal abu terbang batubara dan kotoran ayam

Jenis Analisis	Satuan	Hasil Analisis	
		Abu Terbang Batubara	Kotoran Ayam
pH H <sub>2</sub> O (1:1)	-	8,75	8,14
pH KCl (1:1)	-	8,70	7,54
C-Organik	%	0,11	9,22
N-total	%	0,04	1,12
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Bray I	$\mu\text{g/g}$	10,35	109,05
K-dd	$\text{Cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$	0,06	31,95
Na-dd	$\text{Cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$	2,72	21,75
Ca-dd	$\text{Cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$	4,80	0,28
Mg-dd	$\text{Cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$	21,00	1,80
KTK	$\text{Cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$	9,53	39,15
Al-dd	$\text{Cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$	ttd	ttd
H-dd	$\text{Cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$	ttd	ttd
Fe-dd	$\mu\text{g/g}$	10,73	18,82
Jerapan P	$\mu\text{g/g}$	626,61	657,82
Al-P	$\mu\text{g/g}$	1,13	19,13
Fe-P	$\mu\text{g/g}$	16,5	37,95
P-Organik	$\mu\text{g/g}$	19,34	31,20
Fraksi			
Pasir	%	28,80	
Debu	%	56,13	
Liat	%	15,07	

Selanjutnya, kotoran ayam yang digunakan dalam penelitian ini juga mempunyai pH yang tergolong basa (pH 8,14), kadar P-tersedia dan basa-basa yang tinggi, kelarutan Al,

Fe dan C/N rasio yang rendah. Kapasitas tukar kation (KTK) kotoran ayam yang digunakan relatif tinggi (31,95 Cmol<sub>(+)</sub> kg<sup>-1</sup>). Sementara itu, kapasitas jerapan P kotoran ayam yang digunakan relatif tinggi (657,82 µg/g). Meskipun demikian, ketersediaan P tergolong tinggi dan sebagian P berada dalam bentuk ikatan sebagai Al-P, Fe-P dan P-organik. Pencampuran abu terbang batubara dan kotoran ayam dengan karakteristik yang relatif berbeda ini diharapkan akan dapat meningkatkan kualitasnya sebagai amelioran untuk meningkatkan kualitas tanah dan produksi tanaman.

### **Pengaruh Pencampuran Abu Terbang Batubara dan Kotoran Ayam Terhadap P tersedia dan Beberapa Karakteristik Kimia Campuran**

Hasil analisis kadar P tersedia dan beberapa karakteristik kimia perlakuan campuran abu terbang batubara dan kotoran ayam pada 15 dan 45 hari inkubasi (HI) disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan data hasil analisis tersebut, diketahui bahwa terjadi peningkatan kadar P tersedia pada campuran akibat penambahan kotoran ayam, baik pada 15 maupun 45 HI, dan komposisi campuran 75% kotoran ayam memiliki P tersedia yang tertinggi. Meskipun demikian, kadar C organik dan kapasitas tukar kation campuran cenderung menurun seiring dengan menurunnya persentase penambahan kotoran ayam. Sementara itu, pH campuran cenderung menurun hingga penambahan kotoran ayam sebesar 50%. Dekomposisi bahan organik akan menghasilkan anion-anion organik yang dapat menggantikan unsur P dari kompleks jerapan, sehingga ketersediaan P meningkat (Uehara dan Gillman, 1981; Huang dan Schnitzer, 1986). Selanjutnya, aktifitas mikroorganisme dilaporkan mengalami peningkatan dengan adanya penambahan abu terbang batubara dan menyebabkan terjadinya peningkatan P tersedia (Bhattacharya dan Chattopadhyay, 2002; Sajwan *et al.*, 2006). Selain itu, kadar P tersedia pada kotoran ayam relatif tinggi (Tabel 1), sehingga memberikan sumbangan terhadap peningkatan ketersediaan P pada campuran. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kotoran ayam pada abu terbang batubara akan meningkatkan kadar P tersedia.

Tabel 2. Pengaruh pencampuran abu terbang batubara dan kotoran ayam terhadap P tersedia dan beberapa karakteristik kimia campuran pada 15 dan 45 HI (hari inkubasi)

Perlakuan	15 HSI					45 HSI				
	pH		C-org (%)	KTK (Cmol <sub>(+)</sub> kg <sup>-1</sup> )	P-ters (ppm)	pH		C-org (%)	KTK (Cmol <sub>(+)</sub> kg <sup>-1</sup> )	P-ters (ppm)
H <sub>2</sub> O	KCl	H <sub>2</sub> O				KCl				
AP-1 (0% Kotoran Ayam)	9,02	8,91	0,11	12,75	6,00	8,81	8,70	0,14	14,70	14,25
AP-2 (25% Kotoran Ayam)			2,62	18,00	44,40	7,93	7,70	2,98	19,28	51,55
AP-3 (50% Kotoran Ayam)	8,34	8,07	4,25	23,50	77,70	7,77	7,45	4,82	26,10	94,80
AP-4 (75% Kotoran Ayam)	8,28	8,13	6,91	28,73	88,65	7,81	7,48	7,80	39,15	118,35
AP-5 (100% Kotoran Ayam)	8,34	8,09	9,22	35,25	98,40	7,96	7,62	9,93	45,68	133,95

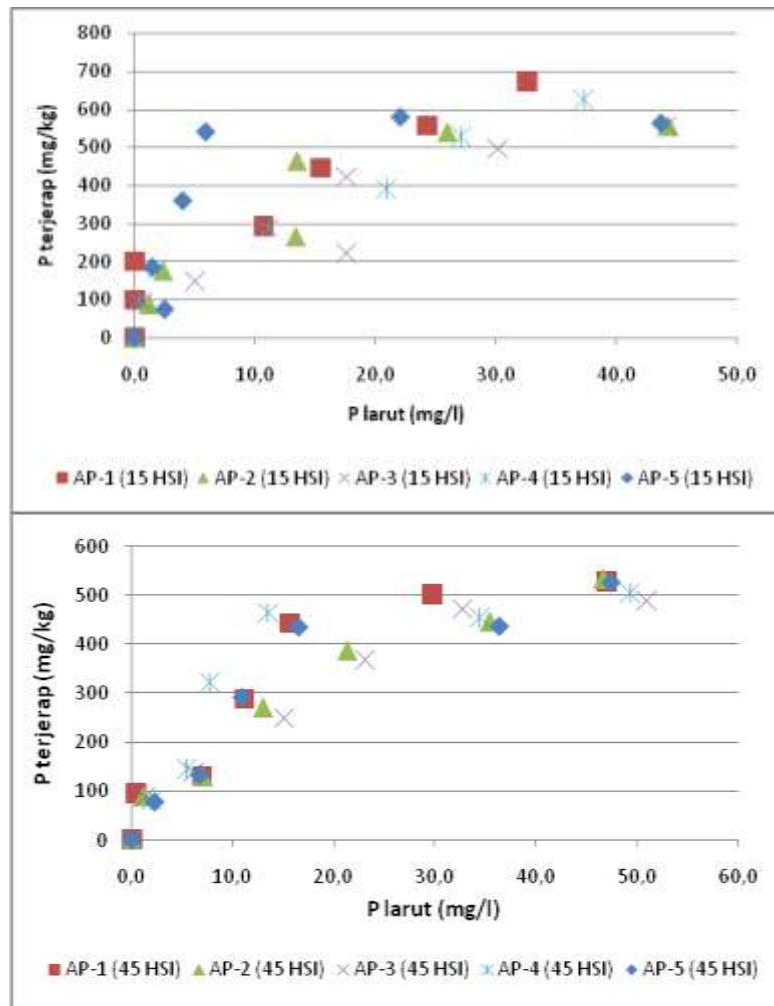
### **Pengaruh Pencampuran Abu Terbang Batubara dan Kotoran Ayam Terhadap Jerapan P**

Kurva jerapan P tanah dapat digunakan untuk menduga kemampuan tanah dalam menyediakan hara P bagi tanaman. Komposisi perlakuan 75% kotoran ayam dan 25% abu

terbang batubara terlihat dapat menggeser kurva jerapan P lebih ke kanan (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan hingga 75% kotoran ayam mampu meningkatkan jumlah P larut yang dapat langsung diserap oleh tanaman (cepat tersedia).

Pencampuran abu terbang batubara dan kotoran ayam memberikan pengaruh terhadap kurva hubungan antara rasio P larut dengan P terjerap  $[C/(x/m)]$  dengan P larut (C) baik pada 15 maupun 45 HI (Gambar 1). Nilai konstanta kurva (p) mengalami perubahan dengan meningkatnya persentase penambahan kotoran ayam (Tabel 3). Nilai konstanta kurva pada 15 HSI cenderung meningkat dengan meningkatnya persentase penambahan kotoran ayam maupun abu terbang batubara, yaitu berkisar antara  $0,442 \times 10^{-2}$  pada perlakuan 100% abu terbang batubara atau tanpa penambahan kotoran ayam hingga  $1,559 \times 10^{-2}$  pada perlakuan 50% kotoran ayam dan 50% abu terbang batubara.

Sementara itu, nilai konstanta kurva pada 45 HI cenderung mengalami perubahan yang lebih rendah dibanding pada 15 HI. Pencampuran abu terbang batubara dan kotoran ayam ini cenderung tidak mempengaruhi daya sangga terhadap P yang ditunjukkan oleh nilai koefisien arah kurva (q) yang tidak banyak mengalami perubahan, baik pada 15 HI maupun pada 45 HI.



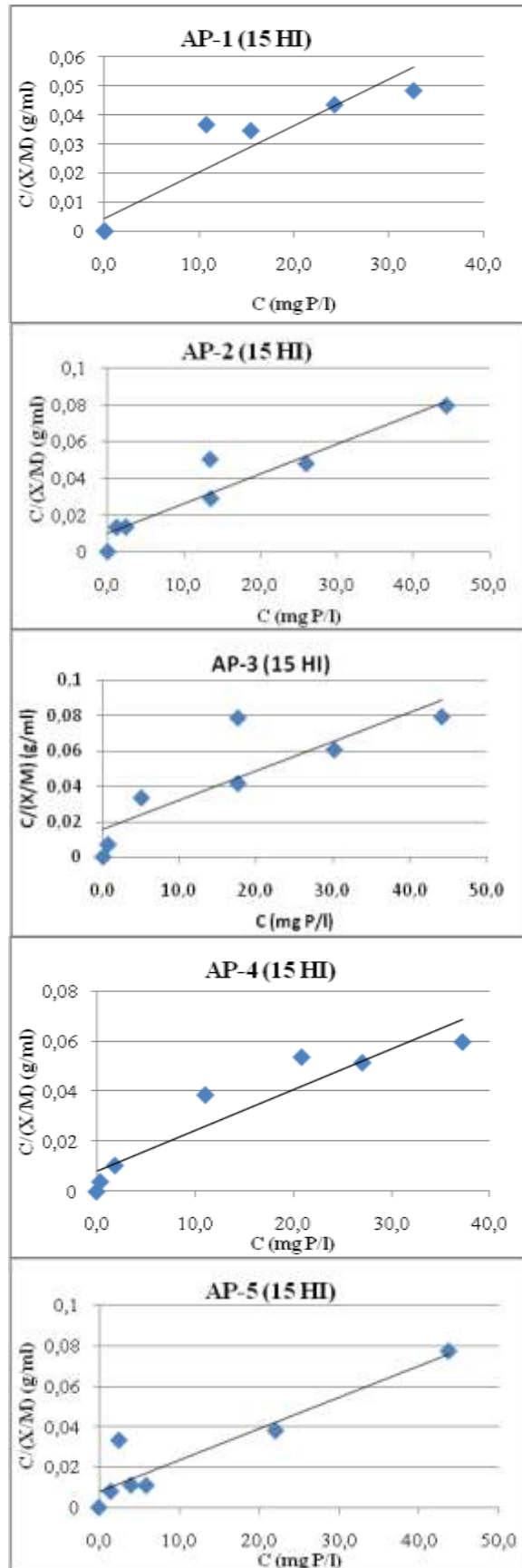
Gambar 1. Pengaruh pencampuran abu terbang batubara dan kotoran ayam terhadap kurva jerapan P pada 15 dan 45 HI (hari inkubasi)

Tabel 3. Pengaruh pencampuran abu terbang batubara dan kotoran ayam terhadap Jerapan P pada 15 dan 45 HI (hari inkubasi)

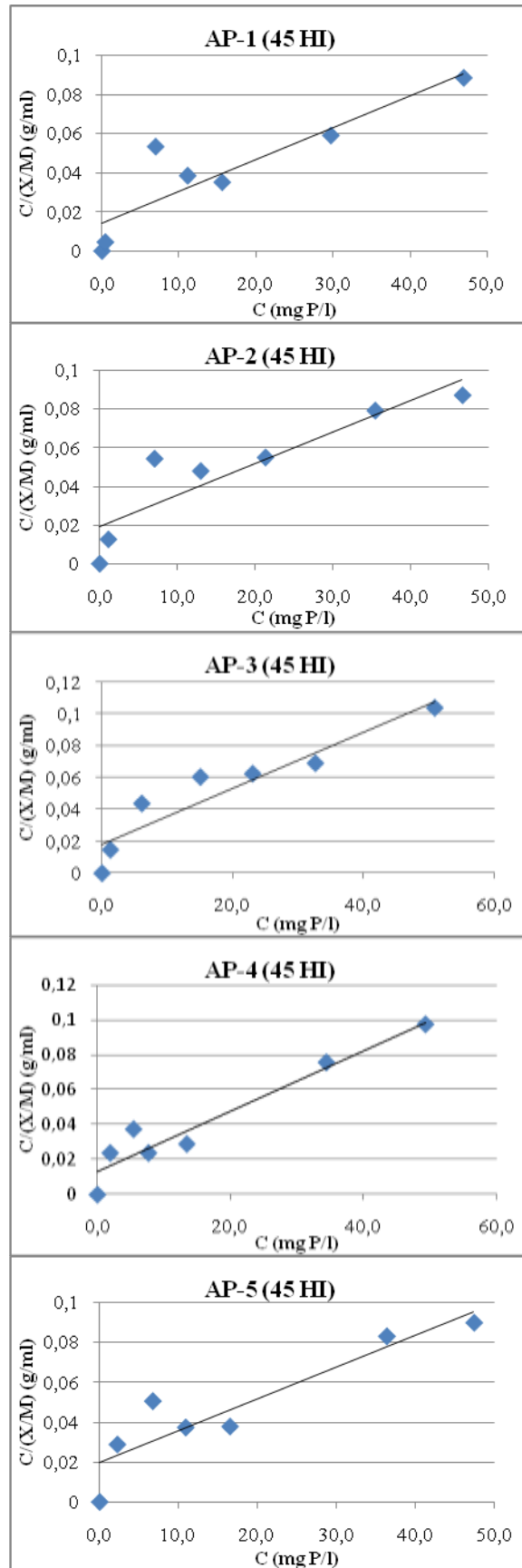
Perlakuan	15 HI					45 HI				
	Persamaan Kurva		Variabel Jerapan			Persamaan Kurva		Variabel Jerapan		
	p	q	R <sup>2</sup>	b	k	p	q	R <sup>2</sup>	b	k
	..... 10 <sup>-2</sup>					..... 10 <sup>-2</sup>				
	.....					.....				
AP-1 (0% Kotoran Ayam)	0,442	0,159	0,87	629,00	0,35	1,416	0,163	0,79	615,25	0,11
AP-2 (25% Kotoran Ayam)	1,007	0,162	0,89	617,45	0,16	1,901	0,163	0,81	612,08	0,09
AP-3 (50% Kotoran Ayam)	1,559	0,166	0,72	605,33	0,11	1,820	0,175	0,84	570,55	0,10
AP-4 (75% Kotoran Ayam)	0,803	0,163	0,88	614,03	0,20	1,317	0,173	0,92	578,56	0,13
AP-5 (100% Kotoran Ayam)	0,797	0,155	0,86	646,59	0,21	1,954	0,159	0,83	631,36	0,08

$Y = p + qX$  setara dengan  $C/(x/m) = 1/kb + C/b$ ; dimana p = konstanta, q = koefisien arah, R<sup>2</sup> = koefisien determinan, C = P larut (mg/l), x/m = P terjerap (mg/kg), b = jerapan P maksimum (mg/kg), dan k = konstanta energi ikatan P

Jerapan P maksimum campuran abu terbang batubara dan kotoran ayam pada 15 HI berkisar antara 605,33 mg kg<sup>-1</sup> pada perlakuan 50% kotoran ayam dan 50% abu terbang batubara hingga 646,59 mg kg<sup>-1</sup> pada perlakuan 100% kotoran ayam dan 50% abu terbang batubara. Konstanta energi ikatan cenderung tidak menunjukkan perbedaan yang besar diantara berbagai komposisi campuran, dan cenderung mengalami penurunan jika dibandingkan dengan konstanta energi ikatan pada 15 HI, yaitu berkisar antara 0,08 pada perlakuan 100% kotoran ayam hingga 0,10 pada perlakuan 50% kotoran ayam dan 50% abu terbang batubara (Tabel 3). Dengan demikian, pencampuran abu terbang batubara dan kotoran ayam dapat meningkatkan ketersediaan P dan menurunkan jerapan maksimum P. Abu terbang batubara yang kaya akan silika (Ricou *et al.*, 1999; Pandey dan Singh, 2010; Savant *et al.*, 2002) dan kotoran ayam sebagai sumber bahan organik yang menghasilkan asam-asam organik (Uehara dan Gillman, 1981; Huang dan Schnitzer, 1986) menyebabkan jerapan P menurun dan ketersediaan P meningkat. Meskipun demikian, adanya reaksi keseimbangan antara P dalam larutan dan P yang terjerap menyebabkan P yang terjerap pada saat yang sama juga mengalami peningkatan, sehingga daya sangga terhadap P cenderung tidak mengalami perubahan yang berarti.







Gambar 2. Pengaruh pencampuran abu terbang batubara dan kotoran ayam terhadap kurva hubungan antara C dan C/(X/M) pada 15 dan 45 HI (hari inkubasi)

## **KESIMPULAN**

Abu terbang batubara dan kotoran ayam mempunyai karakteristik yang dapat menurunkan jerapan P dan meningkatkan ketersediaan P. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kotoran ayam dapat menurunkan jerapan P dan meningkatkan ketersediaan P campuran setelah 45 hari inkubasi. Komposisi campuran 50% abu terbang batubara + 50% kotoran ayam memberikan nilai jerapan P terendah, dan komposisi campuran 25% abu terbang batubara + 75% kotoran ayam mempunyai kandungan P tersedia yang tertinggi. Pencampuran abu terbang batubara dengan kotoran ayam dapat meningkatkan kualitasnya sebagai amelioran untuk memperbaiki kesuburan tanah, dan untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Data yang disajikan pada makalah ini merupakan sebagian data dari kegiatan penelitian dengan dana Penelitian Unggulan Kompetitif Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2013, untuk itu kami mengucapkan terimakasih. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada sdr. Yuda Nopriandi dan Ricky F Sembiring, mahasiswa tingkat akhir pada Jurusan Tanah FP Unsri yang telah membantu dan terlibat langsung dalam pelaksanaan penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Aggarwal, S, G.R. Singh and B.R. Yada. 2009. Utilization of fly ash for crop production: Effect on the growth of wheat and sorghum crops and soil properties. *J. Agricultural Physics*, 9:20-23.
- American Coal Ash Association Educational Foundation. 2009. CCP Fact Sheet 2: Coal Combustion Products: Not a Hazardous Waste. ACAA.
- Bhattacharya, S. S. and G. N. Chattopadhyay. 2002. Increasing bioavailability of phosphorus from fly ash through vermicomposting. *J. Environ. Qual.* 31:2116-2119
- Bhattacharya, S.S and G.N. Chattopadhyay. 2004. Transformation of nitrogen during vermicomposting of fly ash. *Waste Manag Res.* 22; 488.
- Elliot, A.D and D. Zhang. 2009. Controlled Release Zeolite Fertilisers: A Value Added Product Produced from Fly Ash. 2009 World of Coal Ash (WOCA) Conference - May 4-7, 2009 in Lexington, KY, USA.
- Fox, R. L. and Kamprath, E. J. 1970. Phosphate sorption isotherm for evaluating the phosphate requirements of soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34:902-907
- Gonzales-Batista, J.M. Hernandez-Moreno, E. Fernandes-Caldas, and A.J. Herbillon. 1982. Influence of silica content on surface charge characteristics of allophanic clays. *Clay and minerals*, 2:103-119.
- Huang, P.M. and M. Schnitzer. 1986. Interaction of soil minerals with natural organics and microbes. *Soil Sci. Am. Inc., USA*
- Jumaeri, W. Astuti dan W.T.P. Lestari. 2007. Preparasi dan karakterisasi zeolit dari abu layang batubara secara alkali hidrotermal. *Reaktor*, 11(1):38-44.
- Kishor P, A.K. Ghosh and D. Kumar. 2010. Use of flyash in agriculture: A way to improve soil fertility and its productivity. *Asian Journal of Agricultural Research*, 4(1):1-14.
- Kumar, A., A.K. Sarkar, R.P. Singh, and V.N. Sharma. 1998. Characterization of fly ash from steel plants of eastern India. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 46:459-461.

- Mittra, B. N., S. Karmakar, D. K. Swain, and B. C. Ghosh. 2003. Fly ash - a potential source of soil amendment and a component of integrated plant nutrient supply system. 2003 Internasional Ash Utilization Symposium. University of Kentucky, Paper #28.
- Pandey, V.C and N. Singh. 2010. Impact of fly ash incorporation in soil systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 136:16–27.
- 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.
- Ricou, P., V. Hequet, I. Lecuyer and P. Le Cloirec. 1999. Influence of operating condition on heavy metal cation removal by fly ash in aqueous solution. 1999 Internasional Ash Utilization Symposium. University of Kentucky, Paper #42.
- Sajwan, K.S, S. Paramasivam, A.K. Alva and S.V. Sahi. 2006. Fly ash-organik byproduct mixture as soil amandment. *Soil and Water Pollution Monitoring, Protection and Remediation*, 3–23.
- Saha, U. K., Hiradate, S. and Inoue, K. 1998. Retention of phosphate by hydroxyaluminumsilicate- and hydroxyaluminumsilicate- montmorillonite complexes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:627 – 632
- Savant, N. K., Korndorfer, G. H., Datnoff L. E. and Snyder G. H. 1999. Silicon nutrition and sugarcane production : a review. *J. Plant Nutr.* 22(12):1853- 1903.
- Sulaeman, Suparto, dan Eviati. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Uehara, G and G.P. Gillman. 1981. *The mineralogy, chemistry and physics of tropical soils with variable charge clays*. Westview Press. Colorado.
- Venkatesh, R.M. And T. Eevera. 2008. Mass reduction and recovery of nutrients through vermicomposting of fly ash. *Applied Ecology and Environmental Research* 6(1):77-84.