

KORELASI BOBOT KERING PUPUS TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DENGAN Al-dd, Fe- DAN P₂O₅ TERSEDIA PADA KOMBINASI MEDIA TANAM ABU VULKANIK MERAPI, PUPUK KANDANG SAPI DAN TANAH MINERAL

Nurlaeny, N. dan Simarmata, T.C.

Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21 Jatinangor 45363

E-mail: nenny_nurlaeny@yahoo.de

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi media tanam abu vulkanik Merapi, (AVM), pupuk kandang sapi (PKS) dan tanah mineral (TM) terhadap Al-dapat tukar (Al_{dd}), Fe- dan P₂O₅-tersedia serta berat kering pupus tanaman jagung. Percobaan dilaksanakan dari bulan Desember 2010-April 2011 dalam rumah kaca di Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran pada ketinggian ±740 m dpl. Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak kelompok yang terdiri atas satu faktor, sembilan kombinasi perlakuan dan tiga kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi media tanam AVM, PKS dan TM berpengaruh nyata terhadap P₂O₅-tersedia dan berat kering pupus tanaman jagung, tetapi tidak berpengaruh terhadap Al_{dd} dan Fe-tersedia. Berat kering tanaman jagung berkorelasi positif dengan ketersediaan P₂O₅ (R²= 0.209); tetapi berkorelasi negatif dengan Al_{dd} (R²= 0.053) dan Fe-tersedia (R² = 0.042).

Kata kunci: Abu vulkanik Merapi, Al-dapat tukar, Fe- dan P₂O₅-tersedia, pupuk kandang sapi

ABSTRACT

The research was conducted to find out the combination effects of Merapi volcanic ash (MVA), cow manure (CM) and mineral soil (MS) on exchangeable-Al, available Fe, P₂O₅ and dry weight of maize. The experiment was carried out from December 2010 - April 2011, in a screen house of Agriculture Faculty, Padjadjaran University ± 740 m above sea level. The experiment used a Randomized Block Design, which was arranged in one factor, nine treatments and three replications. Results of this research showed that there were significant effects of MVA, CM and MS on available P₂O₅ and dry weight of maize plant, but did not significantly affect exchangeable-Al and available Fe. Positive correlation between dry weight of maize plant and available P₂O₅ was determined by R² value = 0.209; while negative correlation was found between dry weight of maize plant with exchangeable-Al, available Fe (R² value = 0.053 and 0.042 respectively).

Key words: Merapi volcanic ash, exchangeable Al, available Fe, available P₂O₅, cow manure,

PENDAHULUAN

Erupsi Gunung Merapi yang terjadi pada tanggal 26 Oktober 2010 telah mengeluarkan limpahan material vulkanik yang menutupi seluruh areal lahan pertanian di sekitarnya. Dampak yang ditimbulkan oleh limpahan material ini di satu pihak berpengaruh

sangat positif karena mengandung berbagai unsur hara, seperti Ca, Mg, Na K dan P. Dalam interval waktu yang relatif lama, pengaruh positif yang berupa sumbangan unsur hara bagi lahan pertanian yang terdampak material vulkanik ini baru akan terlihat. Hal ini terjadi seiring dengan berlangsungnya mekanisme pelapukan (dekomposisi) dan mineralisasi yang dipicu oleh faktor-faktor penting yang mempengaruhi proses pembentukan tanah (Soepardi, 1983). Di lain pihak, material vulkanik juga berpengaruh negatif karena masih tingginya kandungan unsur-unsur seperti Si, Fe Al, Mn dan Ti (Tabel 1a) yang bersifat toksik bagi tanaman apabila dalam pemanfaatan lahan yang terdampak material vulkanik Merapi tersebut tidak ditangani dengan baik.

Tabel 1a. Komposisi kimia abu vulkanik Merapi

No.	Parameter	Nilai
1.	SiO ₂ (%)	54,56
2.	Al ₂ O ₃ (%)	18,37
3.	Fe ₂ O ₃ (%)	18,59
5.	MgO (%)	2,45
6.	Na ₂ O (%)	3,62
7.	K ₂ O (%)	2,32
8.	MnO (%)	0,17
9.	TiO ₂ (%)	0,92
10.	P ₂ O ₅ (%)	0,32
11.	Kadar air (%)	0,11
12.	pH H ₂ O (1:2,5)	7,60
13.	pH KCl 1 N (1:2,5)	7,31
14.	SO ₄ (mg kg ⁻¹)	801
15.	Ca (mg kg ⁻¹)	442
17.	Mg (mg kg ⁻¹)	152
16.	C-organik (%)	0,63
17.	N total (%)	0,14
18.	KTK (cmol kg ⁻¹)	10,57
Tekstur:		
19.	Pasir (%)	70,2
20.	Debu (%)	10,0
21.	Liat (%)	19,8

Ket.: Hasil analisis Pusat Penelitian & Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara, 2010.

Menurut Ismunadji dan Partohardjono (1985), tingginya kandungan Al berpengaruh buruk terutama terhadap sistem perakaran yang meliputi pertumbuhan akar terhambat, pendek, tebal, percabangan tidak normal, tudung akar rusak dan berwarna coklat atau merah. Semua varietas tanaman baik yang rentan maupun yang resisten terhadap Al akan mengalami kerusakan pada konsentrasi Al sebesar 10 mg kg⁻¹ (IRRI 1979, dalam Sutaryo dkk., 2005). Kandungan Al berlebih dalam tanah selain dapat mengakibatkan

keracunan pada tanaman juga dapat mempengaruhi ketersediaan unsur P di dalam tanah, karena Al dapat mengikat P menjadi bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman. Pengikatan P oleh Al merupakan salah satu penyebab rendahnya ketersediaan unsur P dalam tanah. Demikian juga dengan unsur Fe yang merupakan salah satu unsur hara mikro esensial, diperlukan oleh tanaman jagung dalam jumlah sedikit $\pm 15 \text{ mg kg}^{-1}$ (Sanchez, 1992). Apabila konsentrasi Fe di dalam tanah terdapat dalam jumlah berlebih, dapat berpengaruh kurang baik bagi tanaman yaitu mengurangi penyerapan Mn, dan terutama sekali akan mempengaruhi ketersediaan P di dalam tanah sehingga kebutuhan P untuk pertumbuhan tanaman menjadi tidak terpenuhi.

Menyikapi dampak permasalahan yang ditimbulkan pada lahan-lahan pertanian akibat limpahan material vulkanik tersebut, diperlukan adanya suatu alternatif yang mampu meminimalisasi dampak negatif abu vulkanik tersebut. Hal ini ditujukan terutama agar areal pertanian terdampak dapat segera dimanfaatkan kembali. Dengan kata lain material vulkanik harus dapat dimanfaatkan secara maksimal sebagai kontributor unsur hara, sementara pengaruh negatif dari kandungan unsur kimia yang berlebih dan bersifat toksik bagi tanaman harus bisa dikurangi atau dikhelat oleh bahan-bahan pembenah tanah (amelioran). Menurut Syekhfhani (2000 dalam Santoso dkk., 2010) pupuk kandang memiliki sifat yang alami dan tidak merusak tanah, menyediakan unsur hara makro (nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, dan belerang) dan hara mikro (besi, seng, boron, kobalt, dan molibdenum). Pupuk kandang juga berfungsi untuk meningkatkan daya menahan air, aktivitas mikroba tanah, nilai kapasitas tukar kation dan memperbaiki struktur tanah. Hasil perombakan bahan organik yang berupa asam humat dan asam fulvat memegang peranan penting, sebab mempunyai daya khelasi yang kuat terhadap Fe dan Al (Soedarsono 1982 dalam Lengkong dan Kawuluan, 2008).

Inceptisols merupakan salah satu jenis tanah yang belum matang (*immature soils*) yang meliputi: i) tanah-tanah berkembang dari bahan induk yang sangat resisten terhadap hancuran iklim; ii) bahan induk abu vulkan; iii) tanah-tanah pada posisi *landscape* yang ekstrim di wilayah curam sampai sangat curam atau di cekungan/depresi; dan iv) permukaan geomorfik muda, seperti lereng vulkan dan daerah endapan sungai yang membatasi perkembangan tanah (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 2000). Sebagian besar Inceptisols menunjukkan kelas besar butir ber-liat dengan kandungan liat cukup tinggi (35-78%), meskipun sebagian termasuk kelas berlempung halus dengan kandungan liat lebih rendah (18-35%). Dominasi sifat fisik terutama fraksi koloid dan tekstur liat pada Inceptisols diharapkan dapat memberikan kontribusinya sebagai penukar/tapak jerapan bagi kation-kation yang dihasilkan dari proses pelapukan dan mineralisasi material vulkanik Merapi. Adanya senyawa-senyawa organik yang berasal dari dekomposisi bahan organik akan bereaksi dengan logam Al dan Fe sehingga terbentuk senyawa khelat, yang akan mengurangi kemampuan logam dalam mengikat unsur P (Kaya, 2009). Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengamati keeratatan hubungan antara bobot kering

pupus tanaman jagung (*Zea mays* L.) sebagai tanaman indikator dengan konsentrasi Al-dd, Fe dan P₂O₅ yang tersedia pada berbagai kombinasi media tanam abu vulkanik Merapi, pupuk kandang sapi dan tanah mineral Inceptisol asal Jatinangor.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dalam pot plastik volume 10 kg dilaksanakan pada bulan Desember 2010-April 2011 dalam rumah kaca (*screen house*) di kebun percobaan Fakultas Pertanian Unpad Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat dengan ketinggian tempat 740 m dpl. Material vulkanik Merapi diambil pada tanggal 18-19 Desember 2010 dari Dusun Somoketro, Kecamatan Salam, Kabupaten Magelang ($\pm 21 \text{ km}$ arah Utara dari kaki G. Merapi); pupuk kandang sapi berasal dari peternakan sapi PEDCA Jatinangor (Tabel 1b) dan tanah mineral ordo Inceptisol asal Jatinangor diambil dari lapisan subsoil (Tabel 1c). Setelah dilakukan penyaringan terhadap material vulkanik Merapi dan tanah mineral dengan ayakan berukuran 2 mm, seluruh bahan penelitian dicampurakan sesuai dengan kombinasi perlakuan. Tanaman indikator yang digunakan adalah jagung hibrida varietas Bisi-16 (*Zea mays* L.) dengan dosis pupuk dasar Urea (300 kg ha⁻¹), SP-18 (200 kg ha⁻¹), KCl (100 kg ha⁻¹).

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan metode eksperimen dalam Rancangan Acak Kelompok faktor tunggal dengan sembilan perlakuan dan tiga ulangan sehingga total kombinasi perlakuan berjumlah 27 pot. Pengamatan pertumbuhan tanaman jagung dilakukan sampai fase vegetatif akhir (8 minggu setelah tanam, MST) yang meliputi parameter komponen pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang) dalam interval mingguan, berat kering pupus (g pot⁻¹), konsentrasi Al dapat ditukar (Al_{dd}) dengan metode pengekstrak KCl 1N, Fe-tersedia dengan metode pengekstrak Morgan Venema dan P₂O₅ tersedia dengan metode Olsen. Sebagai data penunjang, selain data iklim selama fase pertumbuhan tanaman, juga digunakan data hasil analisis awal di laboratorium terhadap komposisi kimia abu vulkanik Merapi, pupuk kandang sapi dan tanah mineral Inceptisol (Tabel 1a - c).

Tabel 1b. Komposisi kimia pupuk kandang sapi

No.	Parameter	Nilai
1.	pH H ₂ O	7,99
2.	KTK (cmol kg ⁻¹)	18,50
3.	C organik (%)	38,38
5.	N total (%)	1,69
6.	P total (%)	0,41
7.	C/N	23
8.	K total (%)	0,55
9.	Ca total (%)	3,27
10.	Mg total (%)	0,36
11.	Kadar Air (%)	8,40
12.	Asam Humat-Fulvat (%)	0,42

Ket.: Hasil analisis Laboratorium Kimia Tanah-Fakultas Pertanian Unpad, 2011.

Tabel 1c. Komposisi kimia lapisan subsoil tanah mineral Inceptisol

No.	Parameter	Nilai
1.	pH H ₂ O (1 : 2,5)	7,06
2.	pH KCl 1 N (1 : 2,5)	6,85
3.	C-Organik (%)	0,49
5.	N-total (%)	0,12
6.	C/N	4
7.	P ₂ O ₅ Olsen (mg kg ⁻¹)	5,12
8.	P ₂ O ₅ HCl 25% (mg 100 g ⁻¹)	5,02
9.	K ₂ O HCl 25% (mg 100 g ⁻¹)	*tt)
Kation Dapat Ditukar:		
10.	Ca (cmol kg ⁻¹)	3,4
11.	Mg (cmol kg ⁻¹)	4,2
12.	K (cmol kg ⁻¹)	0,1
13.	Na (cmol kg ⁻¹)	0,1
14.	KTK (cmol kg ⁻¹)	21,14
15.	Kejenuhan Basa (%)	36,90
16.	Al ³⁺ (cmol kg ⁻¹)	0,03
17.	H ⁺ (cmol kg ⁻¹)	0,37
Tekstur:		
18.	Pasir (%)	7,3
19.	Debu (%)	31,2
20.	Liat (%)	61,5

Ket.: Hasil analisis Laboratorium Kimia Tanah-Fakultas Pertanian Unpad, 2011. * tt) = tidak terukur

Pengaruh kombinasi perlakuan terhadap parameter yang diamati, diuji secara statistik menggunakan analisis sidik ragam pada taraf nyata (5%) sesuai rancangan percobaan yang digunakan. Perbedaan nilai rata-rata diantara kombinasi perlakuan diuji dengan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%. Korelasi antara bobot kering pupus tanaman jagung hibrida dengan konsentrasi Al-dapat ditukar (Al_{dd}), Fe dan P₂O₅ tersedia diuji dengan analisis regresi-korelasi (Gomez dan Gomez, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adanya perbedaan kombinasi media tanam menghasilkan komponen pertumbuhan tanaman jagung hibrida yang beragam (Tabel 2). Pertumbuhan tanaman terbaik dengan tinggi tanaman 200,3 cm, jumlah daun terbanyak (14 helai) dan diameter batang terbesar (3,20 cm) dihasilkan dari kombinasi 30% abu vulkanik Merapi, 50% pupuk kandang sapi dan 20% tanah mineral.

Sifat fisik media tanam yang mempunyai nisbah fraksi liat dan pasir yang berimbang, didukung oleh tingginya kandungan bahan organik pada kombinasi perlakuan tersebut menyebabkan daya pegang air, reaksi kimia dan proses penyerapan unsur hara oleh tanaman dapat berjalan dengan baik. Hal ini juga mendukung pernyataan Musfal (2010), bahwa banyaknya jumlah daun tanaman jagung berbanding lurus dengan pertumbuhan tinggi tanaman. Adanya peranan daun yang merupakan tempat terjadinya proses fotosintesis sehingga fotosintat akan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman, maka tanaman dengan jumlah daun yang optimal akan memberikan pertumbuhan tinggi dan diameter batang yang proporsional.

Tabel 2. Pengaruh Kombinasi Abu Vulkanik Merapi, Pupuk Kandang Sapi dan Tanah Mineral terhadap Komponen Pertumbuhan Tanaman Jaguai Umur 8 Minggu

	Kombinasi Perlakuan (% volume)	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Diameter Batang (cm)
I	0 % AVM + 50 % PKS + 50 % TM	177,6	13	3,22
II	40 % AVM + 10 % PKS + 50 % TM	117,0	11	2,23
III	30 % AVM + 20 % PKS + 50 % TM	141,2	12	2,53
IV	20 % AVM + 30 % PKS + 50 % TM	162,0	12	2,63
V	10 % AVM + 40 % PKS + 50 % TM	183,5	12	2,82
VI	40 % AVM + 50 % PKS + 10 % TM	172,1	12	2,96
VII	30 % AVM + 50 % PKS + 20 % TM	200,3	14	3,20
VIII	20 % AVM + 50 % PKS + 30 % TM	185,8	13	3,17
IX	10 % AVM + 50 % PKS + 40 % TM	182,5	12	3,03

Ket.: AVM = abu vulkanik Merapi; PKS = pupuk kandang sapi; TM = tanah mineral

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi abu vulkanik Merapi, pupuk kandang sapi dan tanah mineral tidak berpengaruh nyata baik terhadap konsentrasi Al-dd maupun Fe yang tersedia di dalam media tanam (Tabel 3). Abu vulkanik Merapi yang digunakan dalam bentuk *recent material* dan belum melapuk sempurna merupakan penyebab kandungan Al total pada semua kombinasi perlakuan masih berada dalam jumlah yang cukup tinggi. Adanya pupuk kandang sapi sebagai penyedia asam-asam organik ternyata belum mampu menurunkan kadar Al total dalam media tanam. Menurut Mukhtar dkk., (1998) perbedaan jumlah dan jenis asam organik serta gugus fungsional yang aktif dalam proses khelasi dapat mempengaruhi konsentrasi Al dapat dipertukarkan (Al-dd) yang akan dinetralisasi oleh bahan organik.

Tingginya nilai pH masing-masing komponen penyusun media tanam (Tabel 1a-c) menyebabkan Al total di dalam tanah berada dalam keadaan tidak larut, sehingga menyebabkan konsentrasi Al-dd yang rendah (Tabel 2). Demikian pula dengan ion Fe³⁺, dimana kecepatan/daya larut pada pH rendah akan semakin tinggi, sehingga keberadaan ion-ion tersebut dalam larutan tanah hanya sedikit jika tanah mempunyai nilai pH yang relatif tinggi (Soepardi, 1983).

Perlakuan kombinasi abu vulkanik Merapi, pupuk kandang sapi dan tanah mineral sangat nyata mempengaruhi ketersediaan P₂O₅ dalam media tanam (Tabel 3). Secara keseluruhan perlakuan dengan persentase pupuk kandang sapi yang lebih tinggi (50%), memberikan nilai P₂O₅ tersedia yang lebih tinggi pula. Sebagai akibat dari pemberian pupuk kandang sapi yang merupakan bahan organik dan mengandung berbagai unsur hara, asam-asam organik yang dihasilkan melalui

Tabel 3. Pengaruh Kombinasi Abu Vulkanik Merapi, Pupuk Kandang Sapi dan Tanah Mineral terhadap Al-dd, Fe- dan P₂O₅ tersedia serta Bobot Kering Pupus Tanaman Jagung

Kombinasi Perlakuan (% volume)		Al _{dd} (cmol kg ⁻¹)	Fe tersedia (mg kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ tersedia (mg kg ⁻¹)	Bobot kering pupus (g tanaman ⁻¹)
I	0 % AVM + 50 % PKS + 50% TM	0,34 a	0,59 a	157,44 cd	263,49 d
II	40 % AVM + 10 % PKS + 50% TM	0,31 a	0,76 a	85,94 ab	63,89 a
III	30 % AVM + 20 % PKS + 50% TM	0,34 a	0,61 a	117,50 bc	119,43 ab
IV	20 % AVM + 30 % PKS + 50% TM	0,20 a	0,79 a	51,00 a	171,84 bc
V	10 % AVM + 40 % PKS + 50% TM	0,29 a	0,72 a	182,47 d	209,77 cd
VI	40 % AVM + 50 % PKS + 10% TM	0,19 a	0,80 a	134,54 bcd	222,29 cd
VII	30 % AVM + 50 % PKS + 20% TM	0,28 a	0,89 a	200,67 e	277,90 d
VIII	20 % AVM + 50 % PKS + 30% TM	0,29 a	0,69 a	155,97 cd	283,27 d
IX	10 % AVM + 50 % PKS + 40% TM	0,17 a	0,96 a	184,30 d	227,48 cd

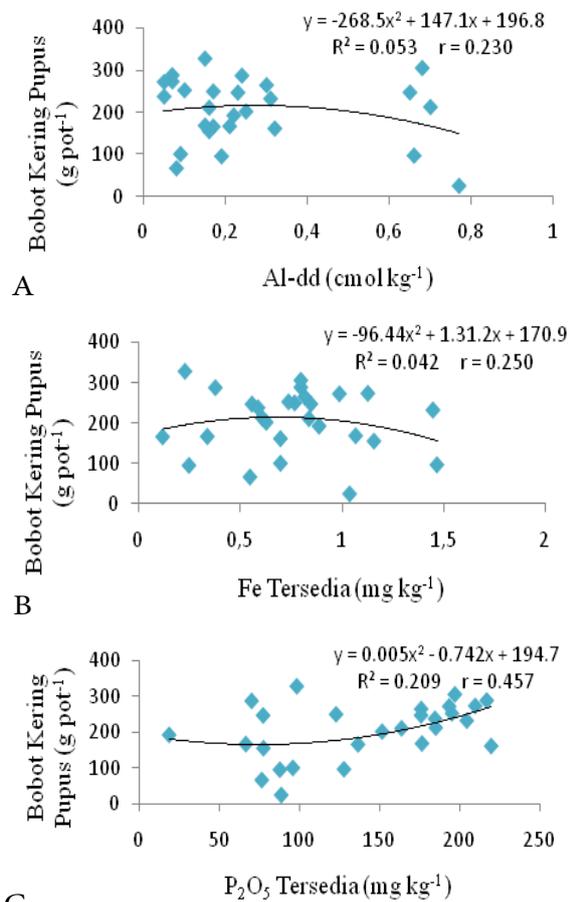
Ket.: AVM = abu vulkanik Merapi; PKS = pupuk kandang sapi; TM = tanah mineral Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%

proses dekomposisinya dapat menurunkan fiksasi P oleh kation-kation yang terdapat di dalam media tanam, serta mampu menambah kelarutan P dari pupuk buatan sehingga P menjadi lebih tersedia (Utami dan Handayani 2003).

Melalui uji statistik terbukti bahwa perlakuan kombinasi abu vulkanik Merapi, pupuk kandang sapi dan tanah mineral berpengaruh nyata terhadap bobot kering pupus tanaman jagung hibrida (Tabel 3). Hubungan antara bobot kering pupus tanaman jagung (Gambar 1) dengan konsentrasi Al-dd, dan Fe-tersedia masing-masing memperlihatkan suatu korelasi negatif yang ditunjukkan oleh persamaan regresi $Y = -268.5X^2 + 147.1X + 196.8$ ($R^2 = 0.053$); dan $Y = -96.44X^2 + 131.2X + 170.9$ ($R^2 = 0.042$). Nilai korelasi negatif dari kedua persamaan tersebut membuktikan bahwa kelarutan Al yang masih tinggi dalam media tanam dapat menghambat perkembangan jaringan, pemanjangan akar dan pembelahan sel-sel akar sehingga menghambat pertumbuhan dan selanjutnya berpengaruh terhadap bobot kering pupus tanaman. Demikian juga dengan unsur Fe yang merupakan hara mikro esensial, diperlukan oleh tanaman hanya dalam jumlah sedikit. Selain dapat mengikat unsur P, bila konsentrasi Fe di dalam media tanam berlebih, maka Fe dapat menjadi racun bagi tanaman. Akibatnya, daya serap perakaran tanaman menurun sehingga kebutuhan hara tanaman tidak terpenuhi, pertumbuhan menjadi terhambat dan akhirnya berpengaruh terhadap bobot kering pupus tanaman.

Sebaliknya, bobot kering pupus tanaman jagung mempunyai korelasi positif dengan P₂O₅ tersedia yang ditunjukkan oleh persamaan regresi $Y = 0.005X^2 - 0.742X + 194.7$ ($R^2 = 0.209$).

Nilai korelasi positif dalam persamaan tersebut menunjukkan bahwa pupuk kandang sapi yang mengalami proses dekomposisi dalam kombinasi media tanam, menghasilkan asam-asam organik yang dapat mengkhelat Al dan Fe, sehingga melepaskan unsur P yang terikat oleh Al serta Fe, dan menjadi tersedia bagi tanaman (Kaya, 2003). Dengan meningkatnya ketersediaan P dalam media tanam, maka serapan P oleh akar tanaman terutama pada kombinasi perlakuan



Gambar 1. Hubungan antara bobot kering pupus tanaman jagung dengan konsentrasi (a) Al_{dd}, (b) Fe-tersebut dan (c) P₂O₅ tersedia pada berbagai kombinasi media tanam

30% AVM + 50% PKS + 20% TM semakin tinggi sehingga bobot kering pupus tanaman jagung juga meningkat. Unsur P sangat dibutuhkan oleh tanaman terutama untuk pembelahan sel, memperkuat batang agar tidak mudah roboh, perkembangan akar, memperbaiki kualitas tanaman, ketahanan terhadap penyakit, membentuk nucleoprotein, RNA dan DNA, metabolisme karbohidrat, serta menyimpan dan memindahkan energi (Hardjowigeno, 2003).

SIMPULAN

Kombinasi perlakuan abu vulkanik Merapi, pupuk kandang sapi dan tanah mineral Inceptisol memberikan pengaruh yang nyata ($\alpha.05$) terhadap P_2O_5 tersedia dan bobot kering pupus tanaman jagung hibrida. Korelasi positif antara bobot kering pupus tanaman jagung dengan P_2O_5 tersedia dinyatakan dengan nilai $R^2 = 0,209$; sedangkan bobot kering pupus tanaman jagung berkorelasi negatif dengan konsentrasi Al-dd ($R^2 = 0,053$) dan Fe- tersedia ($R^2 = 0,042$).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Agus Haryono, SP., dan Haryo Putro Utomo, SP., serta Kepala Dusun Somoketro, Desa Somoketro, Kecamatan Salam, Kabupaten Magelang dan stafnya yang telah membantu peneliti dalam pengambilan material abu vulkanik Merapi pada bulan Desember 2010.

DAFTAR PUSTAKA

- Gomez, K.A. & Gomez, A.A. 1995. Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian (Terjemahan). Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Hardjowigeno, S. 1993. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Ismunadji, M. & Partohardjono, S. 1985. Program Hasil Penelitian Pengapuran Tanah Masam untuk Peningkatan Produksi Tanaman Pangan Balittan. Puslitbangtan. 31 pp.
- Kaya, E. 2009. Ketersediaan Fosfat, Serapan Fosfat dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) akibat Pemberian Bokashi Ela Sagu dengan Pupuk Fosfat pada Ultisols. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan 9 (1): 30-36.
- Lengkong, J.E. & Kawuluan, R.I. 2008. Pengelolaan Bahan Organik Untuk Meme-lihara Kesuburan Tanah. Soil Environment 6(2): 91-97.
- Muktamar, Z., Chozin, M. & Chandra, I. 1998. Pengurangan Keracunan Aluminium Teradsorpsi pada Tanaman Kedelai melalui Pupuk Kandang Kotoran Sapi pada Tanah Masam. Jurnal Penelitian Universitas Bengkulu. 11 (2): 39-44.
- Musfal. 2010. Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskula untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Jagung. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 29 (4).
- Pusat Penelitian Tanah & Agroklimat. 2000. Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Sanchez, P.A. 1992. Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika. (Terjemahan Johara T. Jayadinata). Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Santoso, B., Haryanti F. & Kadarsih, S.A. 2010. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Serat Tiga Klon Rami di Lahan Aluvial Malang. Online: <http://balittas.litbang.deptan.go.id/ind/images/kapasrami/pengaruh%20pemberian%20pk.pdf>.
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian IPB, Bogor
- Sutaryo, B., Purwantoro, A. & Nasrullah. 2005. Seleksi Beberapa Kombinasi Persilangan Padi Untuk Ketahanan terhadap Keracunan Aluminium. Ilmu Pertanian 12 (1): 20-31.
- Utami, S.N.H. & Handayani S. 2003. Sifat Kimia Entisol pada Sistem Pertanian Organik. Ilmu Pertanian 10 (2): 63-69.