

KAJIAN PEMBERIAN ZEO FOSFO KOMPOS DAN MIKORHIZA TERHADAP RETENSI HARA DAN PERTUMBUHAN KEDELAI PADA ULTISOL

The Study of Zeo Phospho Compost and Mycorrhizal Application on Nutrient Retention and Soybean Growth in Ultisols

Oleh:

Muhammad Rif'an dan Bambang Siswo Susilo
Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Unsoed, Purwokerto

Alamat korespondensi: Muhammad Rif'an (rifan_unsoed@yahoo.com)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian Zeo fosfo kompos dan mikorhiza terhadap retensi hara di dalam tanah dan pertumbuhan kedelai pada Ultisol. Penelitian ini merupakan percobaan pot di rumah kaca, Fakultas Pertanian Unsoed. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAK). Ada 2 faktor yang dicoba, yaitu: (1) Zeo fosfo kompos terdiri atas 4 aras: 0, 12,5, 25, dan 37,5 g/pot; (2) Mikorhiza berupa inokulum VAM (*mycover*) terdiri atas 4 aras: 0, 5, 10, dan 15 g/pot. Unit percobaan adalah (4x4)x3 atau 48 pot percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian zeo fosfo kompos pada takaran 37,5 g/pot berpengaruh terhadap peningkatan pH(H₂O), pH(KCl), KTK, Ca tertukar, dan P tersedia tanah; sedang Al₂O₃ tanah mengalami penurunan. Pemberian zeo fosfo kompos pada takaran 37,5 g/pot meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang produktif. Pemberian mikorhiza pada takaran 15 g/pot berpengaruh terhadap peningkatan Ca tertukar dan P tersedia tanah serta tinggi tanaman. Interaksi antara zeo fosfo kompos dan mikorhiza pada pH(H₂O), Al₂O₃ dan Ca tertukar tanah. Pemberian zeo fosfo kompos pada takaran 37,5 g/pot dan mikorhiza pada takaran 15 g/pot paling berpengaruh terhadap peningkatan pH(H₂O) dan Ca tertukar tanah; sedang Al₂O₃ tanah paling banyak mengalami penurunan.

Kata kunci : zeo fosfo kompos, mikorhiza, retensi hara, ultisol

ABSTRACT

The objective of this research was to think the effect of zeo phospho compost and mycorrhizal on soil nutrient retention and soybean growth in ultisols. The research was a pot experiment had been conducted in green house, Agriculture Faculty, General Soedirman University. The research was used Completely Randomized Design (CRD). The two factors were used i.e.: (1) zeo phospho compost consist of 4 levels: 0, 12.5, 25.0, and 37.5 g/pot; (2) inoculum of mycorrhizal (mycover) consist of 4 levels: 0, 5, 10, and 15 g/pot. The treatment were arranged factorially with combination of treatment (4x4)x3 or 48 experiment units. The results of research showed application of zeo phospho compost at dosage 37.5 g/pot significantly effect to increase soil pH(H₂O), pH KCl, CEC, exchangeable Ca and available P; but exchangeable Al decrease. The application of zeo phospho compost at dosage 37.5 g/pot increase height of plant, number of leaves and number productive branch of plant. The application of mycorrhizal at dosage 15 g/pot increase exchangeable Ca, available P in soil and height of plant. The interaction between zeo phospho compost and mycorrhizal are soil pH(H₂O), exchangeable Al and Ca. The application of zeo phospho compost at dosage 37.5 g/pot and mycorrhizal 15 g/pot most significantly effect to increase soil pH (H₂O) and exchangeable Ca, but soil exchangeable Al most decreasing.

Key words : zeo phospho compost, mycorrhizal, nutrient retention, ultisols

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi kedelai nasional dapat ditempuh melalui ekstensifikasi lahan pertanian ke luar Pulau Jawa, yang sebagian besar terdiri atas tanah mineral masam. Salah satu tanah

mineral masam yang banyak penyebarannya di Indonesia adalah Ultisol. Kendala pemanfaatan Ultisol diantaranya adalah pada sifat kimia yang jelek, yaitu kahalat unsur hara makro N, P, K, S, Ca dan Mg, kekahatan unsur hara mikro Zn, Cu, B

dan Mo, kejenuhan basa rendah, serta kejenuhan Aluminium yang sangat tinggi, sehingga bersifat racun bagi tanaman (Radjagukguk, 1983). Kendala lainnya pada Ultisol adalah retensi hara termasuk rendah. Retensi hara merupakan kualitas tanah yang ditentukan oleh kapasitas tukar kation (KTK) tanah dan reaksi tanah.

Upaya perbaikan sifat kimia Ultisol dapat ditempuh dengan pemberian bahan amelioran yang berupa Zeo fosfo kompos. Zeo fosfo kompos merupakan bahan amelioran tanah yang dibuat dari Zeolit alam yang dicampur dengan Batuan Batuan Alam (BFA) dan kompos. Zeolit alam sebagai komponen pupuk Zeo fosfo kompos mempunyai peranan pada retensi hara, terutama perbaikan KTK tanah. Zeolit efektif sebagai penjerap dan sebagai pelepas-terkontrol dalam pupuk (*controlled-release fertilizer*). Banyaknya muatan negatif mengakibatkan KPK zeolit tinggi, sehingga potensial sebagai karier unsur hara tanaman, termasuk NH_4^+ , yang dilepaskannya secara perlahan untuk dapat diserap oleh tanaman (Sepaskhah and Yousefi, 2007 *cit.* Sepaskhah and Barzegar, 2010). Penjerapan ion-ion amonium ke dalam kompleks pertukaran pada zeolit, akan melindungi ion-ion tersebut dari bakteri nitrifikasi. Melalui mekanisme tersebut, pemberian zeolit akan mengurangi pelindian nitrat (Eberl, 2002 *cit.* Sepaskhah and Barzegar, 2010).

Nitrogen dalam bentuk NH_4^+ yang berasal dari pupuk kandang, kompos dan dari pupuk buatan (pabrik) dapat dijerap oleh zeolit alam, sehingga dapat mengurangi kehilangan N. Anion-anion dan kation-kation yang dilepaskan dari kompos setelah terdekomposisi dapat dijerap oleh zeolit alam yang telah teraktivasi (Campos and Buchler, 2007; Hafner *et al.*, 2006). Pelepasan unsur hara N secara perlahan atau pelepasan pupuk N terkendali dapat mengatur pelepasan unsur hara, sehingga akan meningkatkan hasil tanaman, efisiensi penggunaan pupuk N, dan ramah lingkungan (Carreres *et al.*, 2003 *cit.* Rodrigues *et al.*, 2010; Ji *et al.*, 2007; Xie *et al.*, 2006 *cit.* Tang *et al.*, 2007).

Peranan BFA sebagai komponen pupuk Zeo fosfo kompos adalah sebagai sumber unsur hara P. Dalam penggunaannya mengalami kendala yaitu tingkat kelarutannya sangat rendah. Kelarutan BFA dapat ditingkatkan melalui pemberian bahan organik, diantaranya adalah bahan kompos. Batuan fosfat alam yang dicampur pada saat pembuatan kompos, kelarutannya dapat meningkat (Odongo *et al.*, 2007; Biswas and Narayanasamy, 2006). Asam-asam organik yang dilepaskan dari bahan organik sangat penting untuk pelarutan batuan fosfat alam (Kpombrekou and Tabatabai, 2003). Hasil pengujian asidulasi BFA dengan berbagai

asam humat yang telah dilakukan oleh Rif'an *dkk.* (2009) menunjukkan bahwa asam humat yang diekstrak dari gambut paling efektif untuk asidulasi BFA secara hidrothermal.

Ketersediaan unsur hara tanaman yang telah dihasilkan dari Zeo fosfo kompos akan dapat dimanfaatkan tanaman kedelai secara optimal, bila tanah diinokulasi dengan mikorhiza. Cendawan mikorhiza dapat berasosiasi dengan akar tanaman kedelai, sehingga kemampuan akar tanaman dalam menyerap unsur hara akan meningkat. Hifa pada mikorhiza dapat mengeluarkan eksudat yang berupa asam-asam asetat dan oksalat serta senyawa lainnya (Sun *et al.*, 1999) yang diduga akan berpengaruh pada peningkatan kelarutan BFA dalam pupuk Zeo fosfo kompos.

Pemberian mikorhiza pada tanah-tanah masam, termasuk Ultisol dapat meningkatkan kelarutan mineral dan menurunkan toksisitas mineral terhadap tanaman (Bethlenfalvay, 1992; Liderman, 1992, 1994; Marschner, 1991; Sieverding, 1991; Sylvia and Williams, 1992 *cit.* Clark *et al.*, 1999). Keuntungan lainnya dalam penggunaan mikorhiza adalah akan meningkatkan luas permukaan akar efektif dengan adanya hifa dari mikorhiza. Pemberian mikorhiza dapat meningkatkan kecepatan penyerapan unsur hara tanaman (Muthukumar and Udaiyan, 2000).

Mikorhiza mempunyai kontribusi pada penyerapan unsur hara makro dan mikro, sehingga diduga akan meningkatkan efisiensi penggunaan unsur hara. Kontribusi tersebut yaitu pada penyerapan unsur hara makro P, N serta unsur hara mikro Zn, Cu, Mn dan Fe oleh tanaman (Liu *et al.*, 2000).

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk: (1) mengetahui pengaruh pemberian Zeo fosfo kompos dan mikorhiza terhadap retensi hara, efisiensi penggunaan unsur hara P, pertumbuhan serta produksi kedelai di tanah Ultisol dan (2) menentukan takaran Zeo fosfo kompos dan mikorhiza yang diperlukan agar tercapai penggunaan unsur hara P yang paling efisien oleh tanaman kedelai di tanah Ultisol.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penyediaan pupuk P dan N, sehingga kebutuhan pupuk P dan N pabrik dapat ditekan sekecil mungkin. Zeo fosfat kompos dapat dimanfaatkan sebagai pemasok unsur hara N, P serta unsur hara mikro, sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah Ultisol.

METODE PENELITIAN

Penelitian telah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah dan rumah kaca,

Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Karangwangkal, Purwokerto.

Bahan penelitian meliputi tanah Ultisol, Zeo fosfo kompos, mikorhiza serta pupuk dasar yang mengandung unsur hara makro dan mikro. Tanah mineral masam yang digunakan termasuk dalam ordo Ultisol diambil dari daerah Krumpit, Banyumas. Zeo fosfo kompos dibuat dari campuran 30 % Zeolit alam, 40 % BFA dan 30 % kompos. Zeolit alam berasal dari Tasik, Jawa Barat. Batuan Fosfat Alam berasal dari deposit Ajibarang, yaitu diambil dari daerah Karst wilayah Ajibarang, Banyumas. Zeolit alam dan BFA tersebut dihaluskan sehingga akan lolos dalam mata saring ayakan 60 mesh, kemudian dicampur dengan kompos secara homogen. Mikorhiza yang digunakan adalah tipe cendawan versikular-arbuskular mikorhiza (VAM), yang diperoleh dari Pusat Penelitian Bioteknologi IPB, Bogor. Tanaman kedelai yang digunakan adalah Varietas Slamet yang merupakan kedelai toleran tanah masam. Pupuk dasar yang digunakan terdiri atas unsur hara makro N dan K serta unsur hara mikro Zn dan Cu yang masing-masing diberikan dengan takaran 50 kg N/ha, 40 kg K/ha, 15 kg Zn/ha, dan 15 kg Cu/ha.

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAK), 2 faktor yaitu Zeo fosfo kompos

terdiri atas 4 aras: 0, 12,5, 25,0, dan 37,5 g/pot; mikorhiza terdiri atas 4 aras: 0, 5, 10, dan 15 g/pot. Faktor tersebut dirancang dalam bentuk perlakuan faktorial, sehingga diperoleh $(4 \times 4) \times 3$ atau 48 unit percobaan. Data dianalisis dengan sidik ragam (*analysis of variance*), apabila efek perlakuan berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut DMRT pada jenjang murad 5%.

Peubah yang diamati yaitu: (1) retensi hara dan unsur hara tersedia tanah terdiri atas: pH-H₂O dan pH-KCl (nisbah tanah : larutan 1 : 2,5), KTK (ekstrak Amonium Asetat pada pH=7,0), N-tersedia (metode Rajendra dan Prasad), P-tersedia (metode Bray-II), K, Na, dan Ca tersedia (Flamefotometer, pengekstrak amonium asetat); dan (2) pertumbuhan tanaman terdiri atas : tinggi tanaman (cm), Jumlah daun tanaman (helai/tanaman), Jumlah cabang produktif tanaman (buah/tanaman), dan Jumlah cabang tidak produktif tanaman (buah/tanaman).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan terhadap Variabel Retensi Hara dan Aldd Tanah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian zeo fosfo kompos berpengaruh nyata terhadap peningkatan pH(H₂O), pH(KCl) dan KTK tanah, sedang Aldd tanah mengalami penurunan (Tabel 1 dan Tabel 2).

Tabel 1. Hasil sidik ragam pengaruh perlakuan terhadap retensi hara dan Aldd tanah

Sumber Keragaman	Retensi hara tanah			Aldd tanah
	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	CTC	
Pengaruh Mandiri (Z)	sn	sn	sn	sn
M	sn	tn	sn	n
Interaksi M x Z	n	tn	tn	n

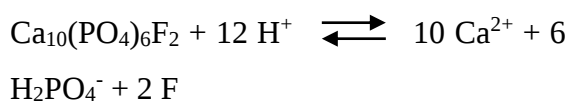
Keterangan: tn: tidak nyata, n: nyata, sn: sangat nyata, Z: zeo fosfo kompos, dan M: mikorhiza

Tabel 2. Hasil Uji Berganda Duncan pengaruh perlakuan terhadap retensi hara dan Aldd tanah

No.	Pengaruh Mandiri	Retensi hara tanah			Aldd cmol(+).kg ⁻¹
		pH (H ₂ O) (1:2,5)	pH (KCl) (1:2,5)	CTC (cmol(+).kg ⁻¹)	
1.	Z ₀	4,78 d	3,94 c	22,93 b	9,15 a
2.	Z ₁	4,88 c	4,03 b	23,45 b	6,37 b
3.	Z ₂	4,97 b	4,08 b	24,09 b	5,18 c
4.	Z ₃	5,16 a	4,19 a	25,39 a	3,53 d
5.	M ₀	4,94 b	4,06 a	22,95 b	6,70 a
6.	M ₁	4,92 b	4,05 a	23,56 b	6,22 a
7.	M ₂	4,93 b	4,06 a	23,85 b	5,97 ab
8.	M ₃	5,01 a	4,09 a	25,50 a	5,34 b

Keterangan: Angka-angka pada kolom dan macam faktor yang sama, bila diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada tingkat kesalahan 5 %.

Pemberian zeo fosfo kompos pada takaran 37,5 g/pot dapat meningkatkan pH(H₂O) tanah dari 4,78 sampai 5,1 atau pH(H₂O) tanah meningkat sebesar sampai 7,95 % atau 0,38 unit. Pada takaran zeo fosfo kompos yang sama pH(KCl) mengalami peningkatan sebesar 6,35 % atau sebesar 0,25 unit (Tabel 1 dan 2). Zeo fosfo kompos merupakan bahan pembenah tanah yang dibuat dari zeolit alam, batuan fosfat alam dan kompos. Pemberian zeo fosfo kompos dapat meningkatkan pH tanah, terutama diakibatkan oleh kandungan batuan fosfat alam dalam bahan tersebut melalui reaksi sebagai berikut.



Kandungan batuan fosfat alam dalam zeo fosfo kompos akan melepaskan ion-ion OH⁻ dalam larutan tanah, sehingga konsentrasi ion tersebut akan meningkat, akibatnya pH tanah meningkat. Reaksi di atas akan menuju ke kanan, apabila terjadi peningkatan konsentrasi ion-ion H⁺ (protonasi) dalam tanah. Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa tanah masam dan proses pemasaman, baik yang berasal dari asam organik dan anorganik dapat meningkatkan kelarutan batuan fosfat alam.

Kondisi pH rendah, Ca tertukar dan konsentrasi P yang rendah, umumnya banyak ditemukan pada tanah tropika yang telah mengalami pelapukan lanjut. Tanah

tersebut merupakan tanah masam yang sangat kondusif untuk meningkatkan kelarutan batuan fosfat alam dibandingkan dengan tanah alkalin (Hammond *et al.*, 1986b *cit.* Van Straaten, 2002).

Peningkatan pH tanah pada pemberian zeo fosfo kompos akan berpengaruh terhadap penurunan serapan P dalam kompleks jerapan tanah, sehingga P yang tersedia dalam larutan tanah akan meningkat. Peningkatan pH tanah yang terlalu tinggi, misalnya dengan pengapuran, justru akan meningkatkan serapan P dalam tanah, sehingga konsentrasi P dalam larutan tanah akan menurun. Pemberian bahan pembenah tanah yang dapat meningkatkan pH tanah, harus dilakukan secara hati-hati agar kelarutan batuan fosfat alam tidak terhambat.

Pemberian zeo fosfo kompos akan berpengaruh terhadap peningkatan pH dan KTK tanah, sedang Aldd tanah mengalami penurunan. Kapasitas tukar kation tanah akan meningkat dengan peningkatan pH tanah, karena pada pH tanah yang lebih tinggi akan meningkatkan ketersediaan kation-kation basa pada kompleks jerapan tanah. Banyaknya muatan negatif pada kristal zeolit dan asam-asam humat dari kompos yang bermuatan negatif mengakibatkan KPK meningkat (Sepaskhah *and* Yousefi, 2007 *cit.* Sepaskhah *and* Barzegar, 2010). Berat

molekul yang tinggi dan banyaknya muatan negatif pada gugus fungsional polimer humat, akan meningkatkan KPK tanah. Penambahan asam humat ke dalam suspensi yang mengandung lempung kaolinit menunjukkan adanya perubahan muatan dari positif ke negatif dan adanya peningkatan stabilitas koloidal di dalam suspensi lempung (Kretzschmar *et al.*, 1998 *cit.* Tombacz *et al.*, 2004).

Peningkatan pH tanah pada pemberian Zeo fosfo kompos akan diikuti dengan penurunan Aldd tanah, karena sebagian Al mengendap. Pemberian zeo fosfo kompos pada takaran 37,5 g/pot meningkatkan KTK tanah dari 22,93 cmol(+).kg⁻¹ menjadi 25,39 cmol(+).kg⁻¹ atau KTK tanah meningkat sebesar 10,73%; sedang Aldd tanah mengalami penurunan dari 9,15 cmol(+).kg⁻¹ menjadi 3,53 cmol(+).kg⁻¹ atau sebesar 159,21 % (Tabel 1 dan 2).

Peningkatan pH tanah dapat mereduksi daya meracun (ketoksinan) aluminium terhadap akar tanaman, tetapi akan menurunkan konsentrasi ion H⁺, akibatnya kelarutan batuan fosfat alam akan menurun. Peningkatan pH tanah disatu sisi mereduksi ketoksinan aluminium, tetapi disisi lain akan mereduksi kelarutan batuan fosfat alam (Van Straaten, 2002). Peningkatan ketersediaan P dari batuan fosfat alam dapat melalui pertukaran ion. Selama

proses kelarutan batuan fosfat alam, ion yang dilepaskan, khususnya Ca^{2+} dapat diikat oleh zeolit alam, akibatnya konsentrasi ion tersebut dalam larutan tanah akan menurun. Kondisi tersebut akan meningkatkan kelarutan batuan fosfat alam.

Adanya kompos dalam zeo fosfo kompos akan menghasilkan asam organik yang dapat menambah kelarutan batuan fosfat alam. Pemberian kompos dapat melepaskan unsur hara P yang dapat diserap oleh tanaman. Kompos juga dapat menghasilkan grup fungsional organik atau anion yang dapat mengkhelat ion-ion Ca^{2+} , sehingga ion-ion Ca^{2+} dalam larutan tanah menurun. Akibatnya kelarutan batuan fosfat alam akan meningkat.

Pemberian mikorhiza memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan pH(H_2O) dan KTK tanah, sedang Aldd tanah juga mengalami penurunan (Tabel 1 dan 2). Hifa pada mikorhiza dapat mengeluarkan eksudat yang berupa asam-asam asetat dan oksalat serta senyawa lainnya, yang akan berpengaruh pada peningkatan kelarutan BFA dalam pupuk Zeo fosfo kompos. Pemberian mikorhiza meningkatkan kelarutan BFA, yaitu dapat meningkatkan Ca tertukar dan P tersedia tanah (Tabel 3 dan 4). Peningkatan kelarutan BFA tersebut akan

meningkatkan pH tanah, yang berakibat pada peningkatan KTK tanah dan penurunan Aldd tanah.

Pengaruh Perlakuan terhadap Perubahan Unsur Hara Tersedia Tanah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian zeo fosfo kompos maupun mikorhiza berpengaruh terhadap peningkatan Ca tertukar dan P tersedia tanah. Batuan fosfat alam dalam pupuk tersebut mengandung Ca dan P yang mengalami pelarutan, sehingga akan meningkatkan Ca tertukar, P tersedia dan P total tanah. Pemberian zeo fosfo kompos 37,5 g/pot mampu meningkatkan Ca tertukar dari 1,91 sampai 5,34 $\text{cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ atau sebesar 179,58 %; dan P tersedia meningkat dari 1,71 sampai 3,09 ppm P_2O_5 atau sebesar 80,70 % (Tabel 3 dan 4).

Pemberian mikorhiza dengan takaran 15 g/pot meningkatkan Ca tertukar tanah dari 2,97 menjadi 4,37 $\text{cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ atau sebesar 47,14 % dan P tersedia tanah meningkat dari 2,10 menjadi 2,46 ppm P_2O_5 atau sebesar 17,14 %. (Tabel 3 dan 4) Pengaruh pemberian zeo fosfo kompos terhadap peningkatan Ca tertukar dan P tersedia tanah lebih besar dibandingkan dengan pemberian mikorhiza, karena zeo fosfo kompos berpengaruh secara langsung terhadap ketersediaan dan kandungan unsur tersebut.

Tabel 3. Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap kation-kation tertukar, unsur hara tersedia dan P total tanah

Sumber Keragaman	Kation-kation tertukar			Unsur hara tersedia	
	K	Na	Ca	N	P
Pengaruh Mandiri Z	tn	tn	sn	tn	sn
M	tn	tn	n	tn	sn
Interaksi M x Z	tn	tn	sn	tn	tn

Keterangan: tn: tidak nyata, n: nyata, sn: sangat nyata, Z: zeo fosfo kompos, dan M: mikorhiza

Tabel 4. Hasil Uji Berganda Duncan pengaruh perlakuan terhadap unsur hara tersedia dan P total tanah

No.	Pengaruh Mandiri	Unsur hara tersedia dalam tanah				
		K (cmol(+).kg ⁻¹)	Na (cmol(+).kg ⁻¹)	Ca (cmol(+).kg ⁻¹)	N (%N)	P (ppm P ₂ O ₅)
1.	Z ₀	1,00 a	1,13 a	1,91 b	0,0177 a	1,71 d
2.	Z ₁	1,01 a	1,10 a	2,53 b	0,0192 a	2,02 c
3.	Z ₂	0,94 a	1,17 a	4,46 a	0,0187 a	2,36 b
4.	Z ₃	1,17 a	1,17 a	5,34 a	0,0385 a	3,09 a
5.	M ₀	1,01 a	1,10 a	2,97 b	0,0185 a	2,10 b
6.	M ₁	1,05 a	1,11 a	3,40 b	0,0371 a	2,29 ab
7.	M ₂	1,06 a	1,17 a	3,51 ab	0,0192 a	2,34 a
8.	M ₃	1,10 a	1,19 a	4,37 a	0,0194 a	2,46 a

Keterangan: Angka-angka pada kolom dan macam faktor yang sama, bila diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada tingkat kesalahan 5 %.

Pengaruh Perlakuan terhadap Peubah Pertumbuhan Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian zeo fosfo kompos maupun mikorhiza berpengaruh terhadap peningkatan tinggi tanaman. Tinggi tanaman meningkat dari 42,5 menjadi 74,7 cm atau sebesar 75,76 % dengan pemberian zeo fosfo kompos pada takaran 37,5 g/pot. Pemberian zeo fosfo kompos pada takaran 37,5 g/pot berpengaruh terhadap peningkatan jumlah daun dan jumlah cabang produktif, masing-masing sebesar 310,45% dan 368,22 % (Tabel 5 dan 6). Pemberian zeo fosfo kompos pengaruhnya sangat tinggi terhadap

variabel pertumbuhan tanaman, karena tanah Ultisol yang digunakan untuk penelitian merupakan tanah yang sangat miskin unsur hara, sehingga sangat responsif terhadap pemupukan.

Zeo fosfo kompos dapat memberikan sumbangan terhadap ketersediaan unsur hara N dan P dalam tanah, sehingga akan berpengaruh terhadap peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah cabang produktif tanaman. Nitrogen mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan tanaman, perkembangan akar dan pembentukan protein. Fosfor dalam tanaman mempunyai peranan penting

dalam metabolisme energi, pembentukan fosfolipida dalam selaput sel, berbagai nukleotida dan ko-enzim (Soepardi, 1983).

Interaksi antara Zeo Fosfo Kompos dengan Mikorhiza

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa ada interaksi antara zeo fosfo kompos dengan mikorhiza pada pH(H₂O) dan Al₂O₃ tanah (Tabel 1), Ca tertukar (Tabel 3). Interaksi antara zeo fosfo kompos dan mikorhiza menunjukkan bahwa semakin meningkat kedua perlakuan tersebut berpengaruh terhadap peningkatan pH (H₂O) tanah. Pemberian zeo fosfo kompos pada takaran 37,5 g/pot dan mikorhiza pada takaran 15 g/pot paling berpengaruh terhadap peningkatan

pH(H₂O) tanah. Pada perlakuan tersebut pH (H₂O) tanah meningkat dari 4,77 menjadi 5,30 atau pH meningkat 0,53 unit atau sebesar 11,11 % (Tabel 7).

Interaksi antara zeo fosfo kompos dan mikorhiza menunjukkan bahwa semakin meningkat kedua perlakuan tersebut berpengaruh terhadap penurunan Al₂O₃ tanah. Pemberian zeo fosfo kompos pada takaran 37,5 g/pot dan mikorhiza pada takaran 15 g/pot paling berpengaruh terhadap penurunan Al₂O₃ tanah. Pada perlakuan tersebut Al₂O₃ tanah mengalami penurunan dari 11,14 menjadi 2,69 atau Al₂O₃ tanah mengalami penurunan 8,41 unit atau 312,64 % (Tabel 8).

Tabel 5. Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap variabel pertumbuhan tanaman

Sumber Keragaman	Tinggi tanaman	Jumlah daun	Jumlah cabang	
			Produktif	Tidak produktif
Pengaruh Mandiri Z	sn	sn	sn	tn
M	sn	tn	tn	tn
Interaksi M x Z	tn	tn	tn	tn

Keterangan: tn: tidak nyata, n: nyata, sn: sangat nyata, Z: zeo fosfo kompos, dan M: mikorhiza

Tabel 6. Hasil Uji Berganda Duncan pengaruh perlakuan terhadap variabel pertumbuhan tanaman

No.	Pengaruh Mandiri	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (helai)	Jumlah cabang (buah)	
				Produktif	Tidak produktif
1.	Z ₀	42,5 d	13,4 c	2,58 c	1,42 a
2.	Z ₁	57,1 c	44,9 b	8,83 b	1,83 a
3.	Z ₂	62,4 b	49,1 ab	11,33 a	1,50 a
4.	Z ₃	74,7 a	55,0 a	12,08 a	1,42 a
5.	M ₀	53,7 c	43,0 a	8,08 a	1,33 a
6.	M ₁	58,7 b	41,0 a	8,25 a	1,58 a
7.	M ₂	59,3 b	37,8 a	8,92 a	1,75 a
8.	M ₃	65,0 a	40,7 a	9,58 a	1,50 a

Keterangan: Angka-angka pada kolom dan macam faktor yang sama, bila diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada tingkat kesalahan 5 %

Tabel 7. Interaksi zeo fosfo kompos dan mikorhiza pada pH (H₂O) tanah

Interaksi	Z ₀	Z ₁	Z ₂	Z ₃
M ₀	4,77 a (D)	4,90 a (C)	5,01 a (B)	5,08 b (A)
M ₁	4,76 a (C)	4,89 a (B)	4,94 a (B)	5,11 b (A)
M ₂	4,76 a (C)	4,80 b (C)	4,98 a (B)	5,16 b (A)
M ₃	4,83 a (C)	4,93 a (B)	4,97 a (B)	5,30 a (A)

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama, bila diikuti oleh huruf kecil yang sama; sedang angka-angka pada baris yang sama, bila diikuti oleh huruf besar yang sama, berarti tidak berbeda nyata pada tingkat kesalahan 5 %.

Tabel 8. Interaksi zeo fosfo kompos dan mikorhiza pada Al₂O₃ tanah (cmol(+).kg⁻¹)

Interaksi	Z ₀	Z ₁	Z ₂	Z ₃
M ₀	11,14 a (A)	7,84 a (B)	5,14 a (BC)	2,67 a (C)
M ₁	9,13 a b (A)	6,22 ab (B)	5,22 a (B)	4,30 a (B)
M ₂	8,12 b (A)	6,12 ab (B)	5,18 a (B)	4,45 a (B)
M ₃	8,19 b (A)	5,31 b (B)	5,19 a (B)	2,69 a (C)

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama, bila diikuti oleh huruf kecil yang sama; sedang angka-angka pada baris yang sama, bila diikuti oleh huruf besar yang sama, berarti tidak berbeda nyata pada tingkat kesalahan 5 %.

Tabel 9. Interaksi zeo fosfo kompos dan mikorhiza pada Ca tertukar tanah (cmol(+).kg⁻¹)

Interaksi	Z ₀	Z ₁	Z ₂	Z ₃
M ₀	1,64 a (B)	1,55 b (B)	5,41 a (A)	3,28 c (B)
M ₁	2,22 a (B)	2,16 ab (B)	3,22 a (B)	5,99 ab (A)
M ₂	2,17 a (B)	2,70 ab (AB)	4,88 a (A)	4,30 bc (AB)
M ₃	1,62 a (B)	3,70 a (B)	4,34 a (B)	7,80 a (A)

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama, bila diikuti oleh huruf kecil yang sama; sedang angka-angka pada baris yang sama, bila diikuti oleh huruf besar yang sama, berarti tidak berbeda nyata pada tingkat kesalahan 5 %.

Interaksi antara zeo fosfo kompos dan mikorhiza menunjukkan bahwa ada saling pengaruh kedua perlakuan tersebut terhadap peningkatan Ca tertukar tanah, kecuali pada takaran zeo fosfo kompos 25 g/pot. Peningkatan takaran mikorhiza tidak menunjukkan pengaruh terhadap Ca tertukar tanah, karena Ca tertukar tanah sangat dikendalikan oleh pelepasan Ca dari zeo fosfo kompos pada takaran 25 g/pot. Pemberian zeo fosfo kompos pada takaran 37,5 g/pot dan mikorhiza pada takaran 15

g/pot paling berpengaruh terhadap peningkatan Ca tertukar tanah. Pada perlakuan tersebut Ca tertukar tanah mengalami peningkatan dari 1,64 menjadi 7,80 atau Ca tertukar meningkat 6,16 unit atau sebesar 375,61 % (Tabel 9).

KESIMPULAN

1. Pemberian zeo fosfo kompos pada takaran 37,5 g/pot dapat meningkatkan pH(H₂O) sebesar 7,95 %, pH(KCl) 6,35 %, KTK 10,73 %; Ca tertukar

179,58 % dan P tersedia tanah 80,70 %; sedang Aldd tanah mengalami penurunan sebesar 159,21 %.

2. Pemberian zeo fosfo kompos pada takaran 37,5 g/pot meningkatkan tinggi tanaman sebesar 75,76 %, jumlah daun 310,45 %, dan jumlah cabang produktif 368,22 %.
3. Pemberian mikorhiza pada takaran 15 g/pot berpengaruh terhadap peningkatan Ca tertukar sebesar 47,14 % dan P tersedia tanah 17,14 %, serta tinggi tanaman sebesar 21,04 %.
4. Interaksi antara zeo fosfo kompos dan mikorhiza pada pH(H₂O), Aldd dan Ca tertukar tanah. Pemberian zeo fosfo kompos pada takaran 37,5 g/pot dan mikorhiza pada takaran 15 g/pot paling berpengaruh terhadap peningkatan pH(H₂O) tanah, yaitu pH (H₂O) tanah meningkat dari 4,77 menjadi 5,30 atau sebesar 11,11 % dan Ca tertukar tanah meningkat dari 1,64 menjadi 7,80 atau sebesar 375,61 %; sedang Aldd tanah paling banyak mengalami penurunan, yaitu dari 11,14 menjadi 2,69 atau 312,64 %.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Lembaga Penelitian Universitas Jenderal Soedirman yang telah menyediakan dana penelitian, serta kepada mahasiswa PS Ilmu Tanah: Tri Yuliani,

Rudi dan Roni atas kerjasamanya dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Biswas, D.R. and G. Narayanasamy. 2006. Rock phosphate enriched compost to improve lowgrade Indian rock phosphate. *Bioresource Technology*, 97:2243-2251.
- Campos, V. and P.M. Buchler. 2007. Anionic sorption onto modified natural zeolites using chemical activation. *Environ Geol.*, 52:1187-1192.
- Clark, R.B., R.W. Zobel and S.K. Zeto. 1999. Effect of Mycorrhizal Fungus Isolates on Mineral Acquisition by *Panicum virgatum* in Acidic Soil. *Mycorrhiza*, 9:167-176.
- Hafner, J., L. Benco, dan T. Bucko. 2006. Acid-based catalysis in zeolites investigated by density functional methods. *Catalysis*, 37(1): 41-50.
- Ji, X.H., S.X. Zheng, Y.H. Lu, dan Y.L. Liao. 2007. Study of dynamics flood-water nitrogen and regulation of its run off loss in paddy field based two-cropping rice with urea and controlled release nitrogen fertilizer appli-cation. *Agricultural Science in China*, 6(2):189-199.
- Kpomblekou, A. K. and M.A. Tabatabai. 2003. Effect of low-molecular weight organic acids on phosphorus release and phytoavailability of phosphorus in phosphate rocks added soils. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 100:275-284.
- Liu, A., C. Hamel, R.I. Hamilton, B.L. Ma and D.L. Smith. 2000. Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by Mycorrhizal maize (*Zea mays* L.) Grown in Soil at Different P and Micronutrient Levels. *Mycorrhiza*, 9:331-336.

- Muthukumar, T. and K. Udaiyan. 2000. The Role of Seed Reserves in Arbuscular Mycorrhizal Formation and Growth of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit and *Zea mays* L. *Mycorrhiza*, 9:323-330.
- Odongo, N.E., K. Hyoungho, H.C. Choi, P. Van Straaten, B.W. McBride and D.L. Romney. 2007. Improving rock phosphate availability through feeding, mixing and processing with composting manure. *Bioresource Technology*, 98:2911-2918.
- Radjagukguk, B. 1983. Masalah Pengapuran Tanah Mineral Masam Indonesia dalam *Prosiding Seminar Alternatif-alternatif Pelaksanaan Program Pengapuran Tanah-tanah Mineral Masam di Indonesia*. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Rif'an, M., B.S. Susilo, dan Bondansari. 2009. Perakitan pupuk NZP untuk meningkatkan hasil tanaman kedelai pada tanah ultisol. *Laporan Penelitian*. Fakultas Pertanian. Unsoed. Purwokerto.
- Rodrigues, M.A., H. Santos, S. Ruivo and M. Arrobas. 2010. Slow-release N fertilizers are not an alternative to urea for fertilization of autumn-grown tall cabbage. *Europ. J. Agronomy*, 32:137-143.
- Sepaskhah, A.R., dan M. Barzegar. 2010. Yield, water and nitrogen use response of rice to zeolite and nitrogen fertilization in a semi-arid environment. *Agricultural Water Management*, 98:38-44.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan ciri tanah*. Jurusan Ilmu Tanah. IPB. Bogor.
- Sun, Y.P., T. Unestam, S.D. Lucas, K.J. Johansen, L. Kenne and R. Finlay. 1999. Exudation reabsorption in a mycorrhizal fungus, the dynamic interface for interaction with soil and soil microorganisms. *Mycorrhiza*, 9:137-144.
- Tang, S.H., S.H. Yang, J.S. Chen, P.Z. Xu, F.B. Zhang, S.Y. Ai dan X. Huang. 2007. Studies on the mechanism of single basal application of controlled-release fertilizers for increasing yield of rice (*Oryza sativa* L.). *Agricultural Science in China*, 6(5):586-596.
- Tombacz, E, Z. Libor, E. Illes, A. Majzik, and E. Klumpp. 2004. The role of reactive surface sites and complexation by humic acids in the interaction of clay mineral and iron oxide particles. *Organic Geochemistry*, 35:257-267.
- Van Straaten, P. 2002. *Rocks for Crops. Agrominerals of Sub Saharan Africa*. Department of Land Resource Science. University of Guelph. Canada.