

Pengaruh Zeolit Terhadap Efisiensi Unsur Hara pada Pupuk Kandang dalam Tanah

Lenny M. Estiaty¹, Suwardi², Isti Yuliana³, Dewi Fatimah¹, dan Dadan Suherman¹

¹Geoteknologi- LIPI, Bandung

²Staf Pengajar Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, IPB

³Alumnus Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, IPB

ABSTRAK

*Pupuk kandang mengandung unsur hara makro dan mikro yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Selama proses pengomposan maupun setelah diberikan ke dalam tanah, unsur hara dalam pupuk kandang terutama nitrogen mudah menguap ke udara maupun tercuci oleh air. Zeolit memiliki sifat adsorpsi yang tinggi terhadap ion amonium sehingga pemberian zeolit bersama-sama dengan pupuk kandang diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan zeolit dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan serapan hara tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*). Percobaan dilakukan di rumah kaca Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, dari bulan Juni sampai Oktober 2004. Penanaman dilakukan selama dua periode. Segera setelah tanaman dipanen (periode pertama), media tanam langsung ditanami untuk periode kedua tanpa penambahan pupuk. Penambahan zeolit 20 ton/ha pada media tanam memberikan pengaruh pertumbuhan dan serapan unsur hara yang lebih tinggi dari perlakuan zeolit lainnya. Residu unsur hara pada perlakuan zeolit lebih tinggi dari perlakuan tanpa zeolit yang ditunjukkan oleh produksi tanaman kangkung yang lebih tinggi pada tanaman periode kedua. Perlakuan zeolit meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pemberian zeolit bersama-sama dengan pupuk kandang kotoran ayam memberikan pertumbuhan dan produksi yang lebih baik dari pada dengan pupuk kandang kotoran sapi.*

Kata kunci: Zeolit, pupuk kandang, pupuk nitrogen, efisiensi hara

ABSTRAK

EFFECT OF ZEOLITE ON NUTRIENTS EFFICIENCY OF COMPOST IN THE SOIL. *Manure contains micro and macro nutrients which are essential for plant growth. During the decomposition process and after application to the soil, nutrients in manure especially nitrogen is easily volatile to the atmosphere and leaching by water. Zeolite has a high adsorption to ammonium ion, so the application of zeolite together with manure may improve the plant growth. The objective of this research is to evaluate the effect of manure and zeolite addition to the growth and absorption of plant nutrients of *Ipomoea reptans*. This research was conducted in green house of Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University, from June until October 2004. Cultivation was conducted in two period. Immediately after the plant were harvested in first period, plant media were cultivated for the second period without addition of fertilizers. Addition of 20 ton/ha zeolite to the plant media influence the growth and absorption of nutrient higher than the other zeolite treatments. Nutrient residue of zeolite treatment is higher than the treatment without zeolite which is shown by higher production of *Ipomoea reptans* in the second planting period. Application of zeolite increase the growth of plant. Application of zeolite together with chicken manure gave higher growth and production compared with cattle manure.*

Keywords: Zeolite, manure, nitrogen fertilizer, nutrient efficiency

PENDAHULUAN

Pupuk kandang mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan pupuk anorganik antara lain dapat memperbaiki agregasi tanah, menaikkan daya serap tanah terhadap air, menaikkan kondisi kehidupan mikroorganisme di dalam tanah, dan mengandung zat makanan tanaman yang relatif lebih beragam [1]. Menurut Sarief [2], pupuk kandang mengandung unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan unsur hara mikro seperti tembaga, mangan, seng. Meskipun mempunyai berbagai keunggulan, pupuk kandang juga mempunyai kekurangan antara lain kandungan unsur hara rendah dan mudah hilang terutama nitrogen baik karena menguap maupun tercuci oleh air hujan. Suwardi [3], menyebutkan bahwa lebih dari separuh nitrogen yang dikandung kotoran ayam hilang ke atmosfer jika pengomposan dilakukan lebih dari 2 bulan di udara terbuka.

Penggunaan zeolit sebagai bahan ameliorasi didasarkan pada sifat adsorpsi dan pertukaran kation zeolit yang tinggi. Kapasitas tukar kation (KTK) zeolit yang tinggi diharapkan dapat mengikat dan menyimpan sementara unsur-unsur hara kemudian melepaskan kembali saat tanaman membutuhkan sehingga mengurangi kehilangan unsur hara melalui penguapan maupun pencucian. Dengan proses kerja sebagai bahan penyedia lambat (*slow release agent*), penambahan zeolit bersama-sama dengan pupuk kandang diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan serapan unsur hara oleh tanaman.

Menurut Sastiono [4], kemampuan zeolit sebagai penyerap molekul dan penukar ion dapat digunakan dalam bidang pertanian, antara lain untuk meningkatkan efisiensi pemupukan, meningkatkan KTK tanah, meningkatkan ketersediaan ion Ca, K, dan P, menurunkan kandungan Aluminium, menahan mineral-mineral yang berguna untuk tanaman, dan menyerap air untuk menjaga kelembaban tanah.

Kangkung darat merupakan sayuran yang sudah dikenal oleh masyarakat Indonesia

dan sebagai sumber gizi yang murah harganya. Kangkung darat selain sebagai penyedia kalori juga merupakan sumber vitamin A. Oleh karena itu kangkung mendapat prioritas dalam program pengembangan sayuran nasional selain bayam, katuk, dan sawi [5].

Sayuran ini dapat tumbuh baik pada tanah yang gembur dan subur [6]. Tanah Latosol tersebar luas di Indonesia akan tetapi memiliki tingkat kesuburan rendah. Upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki tingkat kesuburan yaitu dengan penambahan bahan organik seperti pupuk kandang. Alternatif lain sebagai bahan pembenah tanah yaitu menggunakan mineral zeolit. Penambahan pupuk kandang dan zeolit diharapkan dapat menciptakan kondisi tanah yang cocok untuk pertumbuhan tanaman kangkung.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan zeolit dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan serapan unsur hara tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*).

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di Rumah Kaca Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, dari bulan Juni sampai Oktober 2004.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah zeolit asal Cikancra Tasikmalaya berukuran 0,3-0,8 mm yang sudah diaktivasi melalui pemanasan pada suhu 105°C selama 24 jam. Pupuk kandang kotoran sapi dari jenis sapi perah dan ayam pelung diambil dari peternakan sapi dan peternakan ayam di Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bahan lain yang digunakan adalah benih tanaman kangkung darat, pupuk kimia, bahan tanah Latosol untuk media tanam, kapur dan bahan-bahan kimia untuk analisis kimia media tanam dan jaringan tanaman.

Peralatan yang digunakan yaitu karung, plastik, polybag, ayakan 5 mm, alat penyiram, timbangan, alat pengukur, oven, cawan, ring sampel dan peralatan

laboratorium untuk analisis kimia seperti pH meter, flame photometer, Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), dan EC meter.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah jenis pupuk kandang yang terdiri dari dua taraf dan faktor kedua adalah zeolit yang terdiri dari tujuh taraf. Dua taraf pupuk kandang yaitu pupuk kandang kotoran sapi (K1) dan pupuk kandang kotoran ayam (K2) dengan dosis masing-masing setara 10 ton/ha. Tujuh taraf zeolit yaitu 0 ton/ha (D1), 2 ton/ha (D2), 5 ton/ha (D3), 10 ton/ha (D4), 20 ton/ha (D5), 40 ton/ha (D6), 60 ton/ha (D7), masing-masing perlakuan diulang 5 kali sehingga diperoleh 70 satuan percobaan. Satu satuan percobaan berupa *polybag* dengan lima tanaman untuk diamati. Semua data hasil pengamatan dianalisis statistik dengan analisis ragam kemudian apabila ada perbedaan yang nyata antar perlakuan dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda Duncan pada taraf 5% menggunakan program SAS.

Sebelum diberi perlakuan zeolit dan pupuk kandang, tanah diambil secara komposit untuk dianalisis sifat fisik dan kimianya sehingga tingkat kesuburan tanah dapat diketahui. Tanah terlebih dahulu dikeringudarkan kemudian ditumbuk dan diayak dengan ayakan yang berukuran 5 mm. Ke dalam setiap *polybag* dimasukan 3 kg tanah kemudian dicampur rata dengan 15 gram kapur dolomit setara dengan 10 ton/ha. Kemudian tanah diinkubasi selama satu minggu. Pemberian kapur ke dalam tanah ini dimaksudkan untuk memperbaiki kesuburan tanah melalui perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah selain bertujuan untuk menaikkan pH tanah hingga mendekati pH netral, karena pada kisaran pH tersebut paling cocok untuk persediaan unsur hara dan pertumbuhan tanaman pada umumnya.

Setelah tanah diinkubasi selama satu minggu, pupuk kandang dan zeolit dicampur secara merata kedalam *polybag* dengan dosis sesuai dengan perlakuan. Pupuk dasar urea, TSP, dan KCl juga dicampur secara merata ke dalam *polybag*

dengan dosis masing-masing setara dengan 200 kg/ha.

Penanaman ini dimaksudkan untuk menguji pengaruh penambahan pupuk kandang dan zeolit ke dalam media tanam, untuk itu digunakan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*) yang sensitif terhadap perubahan unsur hara dalam tanah. Uji ini terdiri dari dua periode penanaman kangkung darat. Periode pertama meliputi penanaman kangkung darat pada media tanam yang sudah dicampur dengan semua perlakuan. Sedangkan periode kedua meliputi penanaman kangkung darat pada media tanam yang sama setelah tanaman yang pertama dipanen tanpa penambahan pupuk kandang dan zeolit. Penanaman kedua ini berguna untuk mengukur residu pupuk dalam media tanam setelah penanaman periode pertama.

Penanaman dilakukan setelah tanah selesai diinkubasi selama tiga hari. Setiap *polybag* dibuat tiga belas lubang tanam dengan kedalaman ± 3 cm dan masing-masing ditanami 3 biji kangkung darat. Kemudian lubang yang telah ditanami tersebut ditutup dengan tanah tipis-tipis dan dilakukan penyiraman.

Pemeliharaan dan penyiraman dilakukan setiap hari dengan mempertahankan kadar air tanah pada kapasitas lapang. Tanaman setelah berumur satu minggu dilakukan penjarangan tanaman sampai tersisa lima tanaman tiap *polybag* untuk diamati. Pengamatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman dilakukan pada umur 2 minggu setelah tanam (MST), 3 MST, dan 4 MST. Parameter tanaman yang diamati terdiri dari tinggi tanaman, jumlah daun, produksi tanaman (bobot basah dan bobot kering).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kimia Tanah Media Tanam

Berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah [7] Latosol Darmaga mempunyai pH sangat masam (4.44), KTK tanah termasuk rendah (15.45 me/100g), kejenuhan basa sangat rendah (16.44%), C- organik

sedang (2.65%), N-total sangat rendah (0.27%), dan kejenuhan aluminium tinggi (53.40%). Secara keseluruhan tanah ini mempunyai tingkat kesuburan rendah. Tanaman kangkung darat dapat tumbuh baik pada tanah yang gembur dan subur [6]. Agar tanaman kangkung darat tersebut dapat tumbuh baik pada tanah Latosol maka perlu dilakukan usaha untuk meningkatkan kesuburan tanah. Usaha yang perlu dilakukan antara lain dengan penambahan bahan amelioran seperti pupuk kandang dan zeolit.

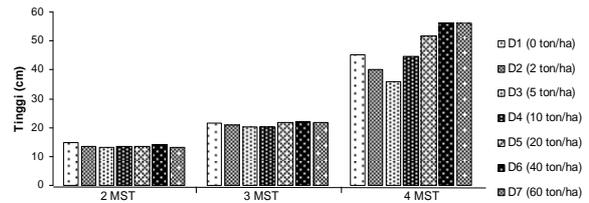
Pemberian pupuk kandang meningkatkan KTK tanah, penambahan pupuk kandang kotoran sapi meningkatkan KTK lebih tinggi daripada pupuk kandang ayam. Sedangkan penambahan zeolit dapat meningkatkan jumlah basa-basa K, Ca, Mg, dan Na serta meningkatkan KTK tanah. Zeolit asal Cikanra yang digunakan dalam penelitian ini memiliki KTK yang tinggi (145.5 me/100g).

Pertumbuhan Tanaman

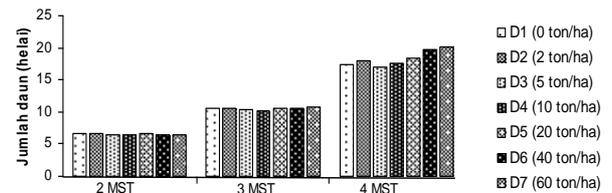
Perlakuan zeolit nyata meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun pada umur 4 MST pada periode pertama sedangkan pada periode kedua nyata meningkatkan jumlah daun pada umur 3 MST. Pada periode kedua tersebut terjadi interaksi yang nyata antara perlakuan zeolit dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pada umur 3-4 MST.

Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa pada umur 2 MST perlakuan tanpa zeolit menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan dengan zeolit. Tetapi mulai umur 3-4 MST, penambahan zeolit menunjukkan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan tanpa zeolit.

Pada awal pertumbuhan sampai umur 2 MST unsur hara dalam tanah dijerap sementara oleh zeolit sehingga mengurangi kehilangan unsur hara dalam tanah. Unsur hara yang dijerap tersebut dilepaskan kembali melalui mekanisme *slow release* sehingga dapat diserap tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.



Gambar 1 Rata-rata respon perlakuan zeolit terhadap tinggi tanaman pada periode 1



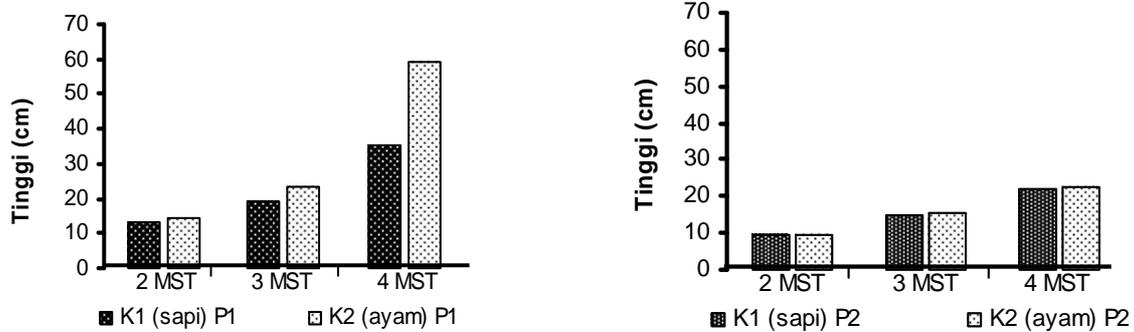
Gambar 2 Rata-rata respon perlakuan zeolit terhadap jumlah daun pada periode 1

Berdasarkan sifat pertukaran kation yang tinggi, zeolit dapat mengikat dan menyimpan sementara unsur-unsur hara dalam tanah kemudian melepaskan kembali ke tanah saat tanaman membutuhkan nitrogen karena sifat selektivitas adsorpsi zeolit yang tinggi terhadap ion amonium. Pupuk kandang dan pupuk dasar yang diberikan ke dalam tanah akan terurai menjadi ion-ion diantaranya ion amonium. Kemampuan zeolit dalam menjerap ion amonium, menghambat perubahan amonium menjadi nitrat sehingga kehilangan nitrogen dalam bentuk nitrat yang mudah tercuci air hujan dapat ditekan. Jika kadar nitrogen dalam larutan tanah berkurang, nitrogen yang diadsorpsi oleh zeolit akan dilepaskan secara perlahan untuk keperluan tanaman [3].

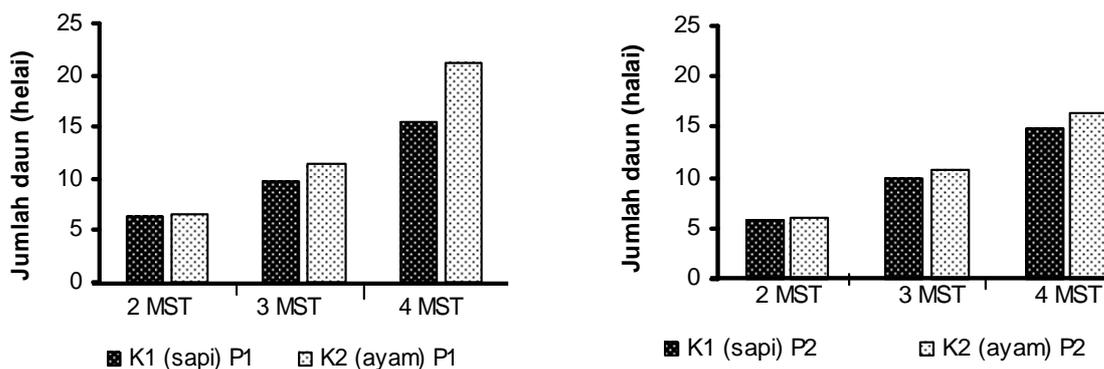
Penambahan pupuk kandang secara nyata meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman kangkung dari umur 2-4 MST pada penanaman periode pertama sedangkan pada periode kedua nyata meningkatkan pertumbuhan jumlah daun umur 3-4 MST. Penambahan pupuk kandang ayam memberikan pertumbuhan yang lebih tinggi daripada pupuk kandang sapi (Gambar 3 dan 4). Hal ini disebabkan pupuk kandang kotoran ayam mempunyai kandungan N, P,

K, Ca, dan Mg lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang kotoran sapi. Bahkan kandungan N dan Ca pada pupuk kandang kotoran ayam mencapai 3 kali dari pupuk kandang kotoran sapi (N pupuk kandang kotoran ayam 5,06% dan N pupuk

kandang kotoran sapi 1,49% sedangkan Ca pupuk kandang kotoran ayam 4,75% dan Ca pupuk kandang kotoran sapi 1,08%).



Gambar 3 Rata-rata respon perlakuan pupuk kandang terhadap tinggi tanaman.



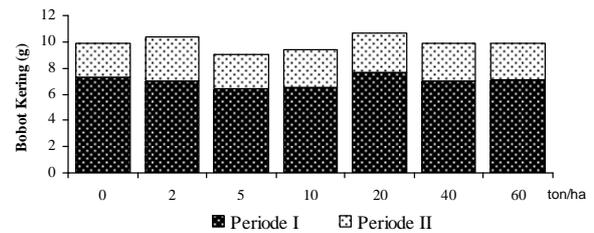
Gambar 4. Rata-rata respon perlakuan pupuk kandang terhadap jumlah daun.

Suplai unsur hara makro khususnya nitrogen dalam jumlah cukup pada masa pertumbuhan tanaman dapat memacu pertumbuhan vegetatif tanaman karena nitrogen berperan sebagai bahan penyusun asam amino, struktur dinding sel, dan klorofil daun. Unsur P berperan penting pada fase pertumbuhan vegetatif dan reproduktif. Kalium diperlukan oleh tanaman dalam bentuk ion K^+ yang mempunyai mobilitas tinggi dan memberikan kontribusi utama pada potensial osmotik sel dan jaringan tanaman. Apabila kebutuhan kalium cukup terpenuhi, dinding sel menjadi lebih tebal dan jaringan lebih stabil serta kuat

Produksi Tanaman

Perlakuan zeolit 20 ton/ha menghasilkan bobot kering tertinggi pada periode pertama sedangkan pada periode kedua tingkat produksinya lebih rendah karena tanaman tidak mendapat tambahan pupuk (Gambar 5). Pada periode kedua ini, fungsi zeolit sebagai bahan penyedia lambat (*slow release agent*) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, sebagian pupuk yang tersisa dijerap sementara oleh zeolit dan dilepaskan kembali untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini ditunjukkan dengan fakta bahwa penambahan zeolit menghasilkan produksi yang lebih tinggi daripada perlakuan tanpa zeolit pada periode kedua (Gambar 5).

Penambahan pupuk kandang secara nyata meningkatkan bobot basah dan bobot kering tanaman selama dua periode penanaman. Penambahan pupuk kandang kotoran ayam memberikan produksi yang lebih tinggi daripada pupuk kandang kotoran sapi (Tabel 1). Hal ini sejalan dengan pertumbuhan tanaman bahwa penambahan pupuk kandang kotoran ayam memberikan pertumbuhan yang lebih tinggi daripada pupuk kandang kotoran sapi.



Gambar 5. Rata-rata respon perlakuan zeolit terhadap bobot kering tanaman.

Tabel 1. Rataan bobot basah dan bobot kering tanaman pada periode 1 (P1) dan periode 2 (P2)

Perlakuan	Bobot Basah		Bobot Kering	
	P1 (gram)	P2 (gram)	P1 (gram)	P2 (gram)
K1 (Sapi)	50,217 <i>b</i>	20,912 <i>b</i>	5,553 <i>b</i>	2,448 <i>b</i>
K2 (Ayam)	77,591 <i>a</i>	26,557 <i>a</i>	8,465 <i>a</i>	3,279 <i>a</i>

Keterangan: Angka rata-rata pada masing-masing lajur yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata menurut uji perbandingan berganda Duncan pada taraf uji 5%.

Serapan Unsur Hara Tanaman

Pada periode pertama, perlakuan zeolit 20 ton/ha menghasilkan serapan unsur hara yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan perlakuan zeolit lainnya, terutama untuk unsur N, P, Ca, Mg, Fe, Zn dan Mn (Tabel 2). Serapan unsur K cenderung meningkat dengan meningkatnya dosis zeolit yang ditambahkan. Hal ini sejalan dengan sifat kimia tanah setelah panen periode kedua dimana kandungan unsur K pada media tanam cenderung meningkat dengan semakin meningkatnya dosis zeolit yang diberikan.

Pada periode kedua, perlakuan zeolit 20 ton/ha menunjukkan serapan unsur hara yang lebih tinggi dari perlakuan lainnya terutama untuk unsur P, Mg, Cu, dan Zn (Tabel 3). Serapan unsur Ca cenderung meningkat dengan meningkatnya dosis zeolit. Kandungan unsur Ca pada media tanam setelah panen cenderung meningkat dengan semakin meningkatnya dosis zeolit yang diberikan. Peningkatan kandungan K dan Ca pada media tanam terjadi karena kation-kation dalam zeolit didorong keluar oleh H⁺ dan dilepaskan ke dalam larutan tanah yang dapat

menyebabkan adanya suplai basa-basa antara lain K dan Ca.

Mineral zeolit mengandung unsur-unsur hara makro dan mikro yang dapat disumbangkan ke dalam tanah. Selain itu, penambahan zeolit dapat memperbaiki agregasi tanah sehingga meningkatkan pori-pori udara tanah yang berakibat merangsang pertumbuhan akar tanaman.

Luas permukaan akar tanaman menjadi bertambah yang berakibat meningkatnya jumlah unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman.

Perlakuan pupuk kandang kotoran ayam menunjukkan serapan unsur hara makro dan mikro yang lebih tinggi daripada penambahan pupuk kandang kotoran sapi baik pada periode pertama maupun kedua (Tabel 2 dan 3). Hal ini sejalan dengan fakta bahwa penambahan pupuk kandang kotoran ayam memberikan pertumbuhan dan produksi yang lebih tinggi daripada pupuk kandang kotoran sapi (Gambar 3, 4 dan Tabel 1). Unsur hara dalam pupuk kandang kotoran ayam lebih tinggi daripada pupuk kandang kotoran sapi sehingga pupuk kandang kotoran ayam

memberikan tambahan unsur hara yang lebih tinggi pula.

Penambahan pupuk kandang dapat menyumbangkan unsur hara ke dalam media tanam. Unsur hara tersebut dapat meningkatkan DHL tanah. Di antara kedua jenis pupuk kandang yang ditambahkan, pupuk kandang kotoran ayam memberikan tambahan unsur hara yang lebih tinggi

dibandingkan dengan pupuk kandang kotoran sapi yang ditunjukkan dengan nilai DHL yang lebih tinggi (DHL pupuk kandang kotoran sapi sebesar 139,87 $\mu\text{S/cm}$, sedangkan DHL pupuk kandang kotoran ayam sebesar 157,29 $\mu\text{S/cm}$). Hal ini menyebabkan serapan hara pada perlakuan pupuk kandang kotoran ayam lebih tinggi daripada pupuk kandang kotoran sapi.

Tabel 2. Rataan serapan unsur hara tanaman pada periode 1.

Perlakuan	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	-----g/pot-----					-----mg/pot-----			
Jenis pupuk kandang									
K1 (sapi)	0,103	0,013	0,083	0,048	0,024	3,208	0,041	0,550	0,756
K2 (ayam)	0,172	0,020	0,154	0,080	0,043	4,978	0,058	0,918	1,090
Dosis zeolit									
D1 (0 ton/ha)	0,135	0,017	0,105	0,062	0,032	4,317	0,051	0,799	0,936
D2 (2 ton/ha)	0,126	0,017	0,105	0,064	0,032	4,115	0,049	0,637	0,928
D3 (5 ton/ha)	0,131	0,013	0,106	0,061	0,031	3,601	0,049	0,686	0,870
D4 (10 ton/ha)	0,130	0,014	0,103	0,058	0,030	3,898	0,041	0,712	0,774
D5 (20 ton/ha)	0,154	0,018	0,120	0,070	0,036	4,485	0,051	0,832	1,025
D6 (40 ton/ha)	0,133	0,017	0,133	0,062	0,033	4,179	0,059	0,662	1,025
D7 (60 ton/ha)	0,143	0,018	0,138	0,068	0,036	4,009	0,050	0,760	0,943

Tabel 3. Rataan serapan unsur hara tanaman pada periode 2

Perlakuan	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	-----g/pot-----					-----mg/pot-----			
Jenis pupuk kandang									
K1 (sapi)	0,047	0,007	0,043	0,027	0,012	1,340	0,015	0,242	0,306
K2 (ayam)	0,067	0,010	0,057	0,038	0,018	1,919	0,022	0,312	0,437
Dosis zeolit									
D1 (0 ton/ha)	0,051	0,007	0,054	0,026	0,013	1,272	0,012	0,240	0,338
D2 (2 ton/ha)	0,066	0,009	0,055	0,034	0,018	1,971	0,023	0,322	0,428
D3 (5 ton/ha)	0,056	0,008	0,047	0,025	0,014	1,570	0,014	0,230	0,345
D4 (10 ton/ha)	0,056	0,007	0,045	0,031	0,015	1,605	0,022	0,281	0,349
D5 (20 ton/ha)	0,060	0,009	0,048	0,035	0,021	1,829	0,024	0,329	0,386
D6 (40 ton/ha)	0,056	0,009	0,051	0,037	0,011	1,368	0,016	0,277	0,360
D7 (60 ton/ha)	0,053	0,008	0,047	0,038	0,014	1,755	0,019	0,272	0,381

Tambahan unsur K, Ca, dan P dapat berfungsi sebagai pengatur serapan unsur hara lain dan unsur-unsur tersebut akan mempengaruhi perkembangan akar. Penambahan pupuk kandang dapat memperbaiki agregasi tanah sehingga aerasi tanah menjadi lebih baik. Aerasi yang baik akan menunjang pertumbuhan

akar. Luas permukaan akar tanaman menjadi bertambah yang berakibat meningkatnya jumlah unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman [8].

KESIMPULAN

1. Penambahan zeolit 20 ton/ha pada media tanam memberikan pengaruh pertumbuhan, produksi, dan serapan unsur hara yang lebih tinggi dari perlakuan zeolit lainnya.
2. Residu unsur hara perlakuan zeolit lebih tinggi dari perlakuan tanpa zeolit yang ditunjukkan oleh produksi tanaman kangkung yang lebih tinggi pada tanaman periode kedua.
3. Pemberian zeolit bersama-sama dengan pupuk kandang kotoran ayam memberikan pertumbuhan dan produksi yang lebih baik dari pemberian zeolit dengan pupuk kandang kotoran sapi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rinsema WT. 1983. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Saleh HM, penerjemah; Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
2. Sarief ES. 1986. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Bandung: Pustaka Buana.
3. Suwardi. 2002. Pemanfaatan Zeolit Untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Pangan, Peternakan, dan Perikanan. *Makalah Seminar Teknologi Aplikasi Pertanian*. Bogor: Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
4. Sastiono A. 1993. Perilaku Mineral Zeolit dan Pengaruhnya Terhadap Perkembangan Tanah [Disertasi]. Bogor: Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
5. Harjadi SS. 1982. *Identifikasi Masalah Prioritas Hortikultura*. Risalah lokakarya Lembang: Departemen Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura.
6. Nazaruddin. 1993. *Budidaya dan Pengaturan Penen Sayuran Dataran Rendah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
7. [PPT] Pusat Penelitian Tanah. 1983. *Kriteria Sifat Kimia Tanah*. Bogor: Departemen Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
8. Soepardi G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor: Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.