

Pengaruh Zeolit dan Pupuk Kandang Terhadap Residu Unsur Hara dalam Tanah

Lenny M.E

Pusat Penelitian geoteknologi - LIPI

ABSTRAK: Pupuk merupakan salah satu sumber unsur hara yang sangat menentukan hasil produksi pertanian disamping upaya perbaikan sifat-sifat tanah seperti penambahan bahan amelioran berupa zeolit dan pupuk kandang. Pemberian zeolit diharapkan dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah dan efisiensi pupuk sedangkan pupuk kandang sebagai sumber bahan organik dan unsur hara dalam tanah. Estiaty (2005) menunjukkan tanah yang ditambah zeolit setara 20 ton/ha dan pupuk kandang kotoran ayam setara 10 ton/ha dengan pupuk dasar N, P, K masing-masing setara 200 kg/ha merupakan dosis paling baik bagi tanaman kangkung darat. Dari penanaman periode kedua terlihat nyata adanya residu yang lebih besar pada tanah yang diberi zeolit dan pupuk kandang. Hal ini ditunjukkan dengan adanya pertumbuhan dan produksi yang lebih baik dengan penambahan zeolit pada penanaman periode kedua. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah residu N, P, K akibat pemberian zeolit dan pupuk kandang pada periode penanaman sebelumnya. Percobaan dilakukan dengan penambahan pupuk N, P, dan K dalam beberapa tingkat dosis setelah ditanam periode pertama dengan perlakuan zeolit dan pupuk kandang. Tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*) digunakan sebagai tanaman indikator. Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu penanaman periode I seperti penelitian Estiaty (2005) kemudian dilanjutkan periode II dengan perlakuan N, P, K seperti di atas. Penanaman kangkung darat dilakukan di rumah kaca Cikabayan, Kampus IPB Darmaga sedangkan analisis tanah dan jaringan tanaman dilakukan di laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zeolit dan pupuk kandang secara bersama-sama meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk N, P, K pada tanaman periode II. Pupuk N, P, K yang diperlukan hanya setengah dari penggunaan pupuk periode pertama dengan hasil yang hampir sama. Zeolit bersama-sama dengan pupuk kandang tidak hanya berfungsi mengefisienkan N tetapi juga meningkatkan ketersediaan P dan K di dalam tanah.

PENDAHULUAN

Pupuk merupakan salah satu sumber unsur hara pada tanah yang sangat menentukan hasil produksi pertanian. Penambahan pupuk ke dalam tanah sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman yang tidak dapat dipenuhi dari dalam tanah. Disamping itu upaya meningkatkan produksi pertanian diperlukan juga upaya memperbaiki sifat-sifat tanah dengan penambahan bahan pembenah tanah seperti zeolit dan pupuk kandang. Pemberian zeolit diharapkan dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah dan efisiensi pupuk sedangkan pupuk kandang sebagai sumber bahan organik dan unsur hara dalam tanah.

Pemberian zeolit kedalam tanah dapat memperbaiki sifat-sifat fisika dan kimia tanah. Zeolit dalam hal ini dapat berfungsi sebagai pemantap tanah (*soil conditioner*), pembawa unsur pupuk, dan pengontrol pelepasan ion NH_4^+ (sebagai *slow release fertilizer*) dan menjaga kelembaban tanah (Sastiono, 2004) [1]. Pengaruh zeolit terhadap sifat fisika dan kimia akan lebih jelas terlihat pada tanah-tanah yang bertekstur kasar sehingga dapat meningkatkan retensi terhadap unsur hara dan air.

Penambahan pupuk kandang yang telah diolah dengan baik melalui proses pengomposan dapat menambah kandungan bahan organik atau humus,

memperbaiki sifat fisik tanah (terutama struktur, daya mengikat air, dan porositas tanah), meningkatkan kesuburan tanah dengan menambah unsur hara tanah, memperbaiki kehilangan mikroorganisme dan melindungi tanah terhadap kerusakan karena erosi (Setyamidjaja, 1986) [2]. Namun demikian pupuk kandang yang dihasilkan oleh masyarakat umumnya berkualitas rendah sehingga perlu usaha perbaikan. Pemberian pupuk kandang ke dalam tanah juga telah diketahui sebagai penyedia unsur N, P dan K. Namun demikian unsur-unsur tersebut di dalam tanah tidak tertahan cukup lama khususnya N dan K, karena proses pencucian. Pemberian zeolit bersama-sama dengan pupuk kandang diharapkan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk.

Estiaty (2005) [3] menunjukkan penambahan zeolit 20 ton/ha, pupuk kandang kotoran ayam 10 ton/ha, dan pupuk dasar N,P, dan K masing-masing 200 kg/ha memberikan hasil paling baik bagi tanaman kangkung darat. Tanah bekas tanaman kangkung darat yang diberi zeolit dan kotoran ayam mempunyai residu unsur hara lebih besar dibanding tanpa pemberian kedua bahan pembenah tanah tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh residu akibat pemberian zeolit dan pupuk kandang dengan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*) serta menghitung jumlah residu N, P, dan K.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu penanaman kangkung di rumah kaca dan analisis laboratorium. Penanaman dilakukan di rumah kaca Cikabayan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB). Penanaman dilakukan pada bulan Juli sampai September 2005. Analisis tanah dan tanaman dilakukan di laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB. Bahan zeolit dengan ukuran 0.3-0.8 mm asal Cikancra, Tasikmalaya telah diaktivasi pada suhu 105°C selama 24 jam. Kotoran ayam diambil dari Fakultas Peternakan IPB. Tanah yang digunakan diambil dari Darmaga, Bogor.

Percobaan Rumah Kaca

Penanaman periode pertama dilakukan dengan perlakuan seragam yaitu zeolit setara dengan dosis 20 ton/ha, pupuk kandang kotoran ayam setara 10 ton/ha dan pupuk urea, SP-36, dan KCl setara 200 kg/ha. Tanah Latosol Darmaga diambil secara komposit dari kebun percobaan Cikabayan, IPB. Tanah dikering-darakan kemudian ditumbuk dan diayak dengan penayak berukuran 5 mm. Tanah dimasukkan ke dalam polibag berisi campuran 3 kilogram tanah dan 15 gram kapur kemudian diinkubasi selama 2 minggu. Tanah kemudian dicampur dengan zeolit, pupuk kandang kotoran ayam dan pupuk N, P, K dengan dosis yang sama seperti tersebut di atas. Penanaman benih kangkung dilakukan dengan membuat 13 lubang ta-

nam setiap pot. Tiap tiap lubang diberi 3 benih yang ditanam pada kedalaman \pm 3 cm dan dilakukan penyiraman setiap hari hingga kadar air kapasitas lapang. Tanaman kangkung dipelihara dan dipanen pada 5 MST.

Penanaman periode kedua dilakukan pada media tanam dengan memberikan tambahan pupuk urea, SP-36, dan KCl. Perlakuan urea dengan dosis setara 50 kg/ha (N1), 100 kg/ha (N2), 150 kg/ha (N3) dan 200 kg/ha (N4). Dosis pupuk SP-36 setara 100 kg/ha (P1), 150 kg/ha (P2), 200 kg/ha (P3) dan dosis pupuk KCl setara 100 kg/ha (K1), 150 kg/ha (K2), 200 kg/ha (K3). Dengan kombinasi ketiga jenis pupuk tersebut diperoleh 36 perlakuan. Setiap perlakuan diulang 3 kali sehingga diperoleh 108 satuan percobaan.

Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan pada umur 2, 3, dan 4 MST. Parameter pertumbuhan tanaman terdiri dari tinggi tanaman, jumlah daun. Pada 5 MST bobot basah tanaman diukur dengan mencabut tanaman sampai akarnya. Kemudian bobot kering tanaman diukur setelah dikeringkan dengan mengoven pada suhu 65°C hingga bobotnya konstan.

Analisis Laboratorium

Analisis media tanam dilakukan setelah panen. Tanah ditumbuk dan diayak dengan saringan 2 mm. Jenis dan metode analisis media tanam disajikan dalam Tabel 1. Analisis jaringan tanaman dilakukan setelah jaringan tanaman dioven dan digiling. Analisis tanaman dengan menggunakan pengabuan basah untuk menetapkan unsur P, K, Ca, Mg, dan unsur mikro (Fe, Cu, Zn, Mn). Pengukuran N dilakukan dengan menggunakan metode Kjeldahl.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan dan Produksi Tanaman

Pengaruh nitrogen terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah, dan bobot kering disajikan pada Tabel 2. Khusus untuk bobot kering disajikan pada Gambar 1. Sebagai standar pertumbuhan maka perlakuan pemberian zeolit setara 20 ton/ha dengan pupuk kandang setara 10 ton/ha dan pupuk dasar urea, SP-36 dan KCl masing-masing setara 200 kg/ha memberikan pertumbuhan paling baik (Estiaty, 2005) [3] dengan bobot kering tanaman 4.5 g/pot.

Pertumbuhan dan produksi tanaman pada periode kedua mengalami penurunan. Penurunan disebabkan oleh kekurangan atau kelebihan pupuk yang diberikan pada tanah. Dari 4 dosis nitrogen yang diberikan, dosis 150/ha memberikan tinggi dan jumlah daun yang paling besar. Namun demikian bobot basah dan bobot keringnya

perlakuan 100 kg/ha memberikan hasil yang paling tinggi. Dosis urea yang makin tinggi dari 100 kg/ha memberikan hasil bobot kering yang semakin rendah. Hasil bobot kering dari perlakuan urea 100 kg/ha sama dengan bobot kering periode I. Dengan hasil seperti ini maka jumlah residu urea dari perlakuan zeolit dan pupuk kandang setara masing-masing 100 kg/ha. Kesimpulan ini diperoleh dari perlakuan dosis urea periode I 200 kg/ha memberikan hasil yang sama dengan dosis urea 100 kg/ha pada periode II.

Tabel 1. Jenis dan metode analisis media tanam.

Sifat tanah	Metode	Alat
pH H ₂ O (1:1)	pH 1:1	pH meter
C-organik (%)	Walkey dan Black	Titrasi FeSO ₄
N-total (%)	Kjeldahl	Titrasi NaOH
Nitrat, Amonium (ppm)	Kjeldahl	Titrasi NaOH
P-tersedia (ppm)	Bray I	Spectrophotometer
Kandungan basa-basa (me/100g)		
Ca	N NH ₄ OAc pH 7.0	Atomic Absorption Spectrophotometer
Mg	N NH ₄ OAc pH 7.0	Atomic Absorption Spectrophotometer
K	N NH ₄ OAc pH 7.0	Flame photometer
Na	N NH ₄ OAc pH 7.0	Flame photometer
KTK (me/100g)	N NH ₄ OAc pH 7.0	Flame photometer
Electrical Conductivity (µs/cm)		EC meter

Peranan zeolit bersama-sama dengan pupuk kandang dapat menyimpan nitrogen pada masa pertumbuhan tanaman periode pertama dan kemudian diberikan pada tanaman periode kedua. Kebutuhan tanaman periode kedua akan unsur hara N yang disediakan di dalam tanah belum mencapai optimum untuk penambahan N dengan dosis 50 kg/ha (N1).

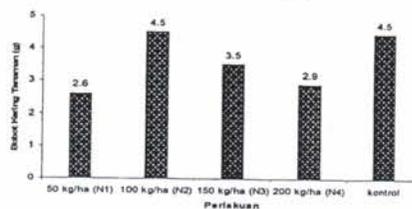
Tabel 2. Rata-rata pengaruh nitrogen terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman.

Dosis Urea	Tinggi	Jumlah Daun	Bobot Basah	Bobot Kering
50 kg/ha (N1)	51.12	12	31.3	2.6
100 kg/ha (N2)	49.97	13	36.0	4.5
150 kg/ha (N3)	60.13	14	33.0	3.5
200 kg/ha (N4)	47.14	11	32.4	2.9
200 kg/ha (*)	54.58	13	54.1	4.5

(*) Tanaman periode I sebagai standar.

Sedangkan untuk dosis yang lebih tinggi dari 100 kg/ha, yaitu 150 kg/ha (N3) dan 200 kg/ha (N4) malahan berlebih sehingga menyebabkan penurunan pertumbuhan dan produksi tanaman kangkung.

Pengaruh fosfor terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah, dan bobot kering disajikan pada Tabel 3. Sedangkan Gambar 2 menunjukkan diagram pengaruh perlakuan P terhadap bobot kering tanaman. Dari ketiga dosis pupuk fosfor yang diberikan pada periode II, dosis SP-36 setara 100 kg/ha memberikan hasil yang paling baik sementara itu dosis pupuk SP-36 periode I 200 kg/ha. Namun demikian jika kita amati Gambar 3, dosis 100 kg/ha merupakan dosis yang paling rendah yang diberikan, sementara itu kalau dilihat tren dosis yang lebih rendah dari 100 kg/ha ada dosis yang optimum. Namun demikian pada periode II dengan dosis 100 kg/ha produksi berat kering baru mencapai 3.8 g/pot dibanding dengan produksi periode I 4.5 g/pot.



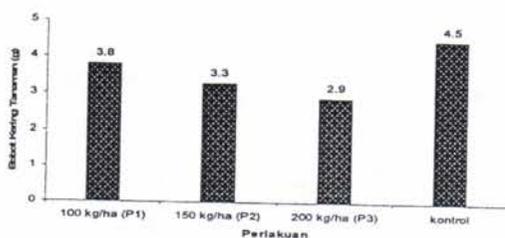
Gambar 1. Rata-rata pengaruh nitrogen terhadap bobot kering tanaman

Fosfor di dalam tanah meningkat dengan pemberian zeolit dan pupuk kandang pada periode penanaman pertama. Selain residu dari pupuk kandang, P yang ada di dalam tanah juga dapat meningkat dengan pemberian zeolit. Pada lingkungan tanah masam senyawa P sering terikat dalam bentuk Al-P dan Fe-P, sedangkan dalam lingkungan basa terikat dalam bentuk Ca-P dan Mg-P. Pemberian zeolit merangsang pemecahan ikatan-ikatan P dengan Al, Ca, dan Mg. Akibatnya P yang semula tidak tersedia di dalam tanah lambat-laun dapat tersedia bagi tanaman. Oleh karena itu penambahan dosis pupuk SP-36 lebih dari 100 kg/ha pertumbuhan dan produksi tanaman menurun. Ini menunjukkan adanya kelebihan P pada dosis lebih dari 100 kg/ha. Adanya selisih jumlah pupuk optimum pada penanaman periode I dan II menunjukkan adanya residu P dari tanaman periode II.

Pengaruh KCl terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah, dan bobot kering disajikan pada Tabel 4. Sedangkan Gambar 3 menunjukkan diagram pengaruh perlakuan KCl terhadap bobot

kering tanaman. Dari ketiga dosis pupuk KCl yang diberikan pada periode II, dosis KCl setara 100 kg/ha memberikan hasil yang paling baik sementara itu dosis pupuk SP-36 periode I 200 kg/ha. Sama seperti fosfor, dosis KCl yang diberikan terendah 100 kg/ha memberikan hasil terbaik. Dari Gambar 3 dimungkinkan ada dosis yang optimum untuk KCl lebih rendah dari 100 kg/ha.

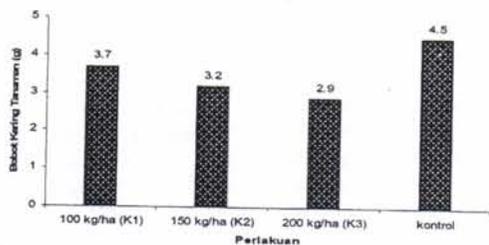
Pupuk K merupakan pupuk yang mudah terurai dan sangat mobil di dalam tanah. Pada percobaan penanaman periode kedua, pemberian pupuk KCl 100 kg/ha (K1) memperlihatkan pertumbuhan dan produksi tanaman paling baik dibandingkan dengan dosis pupuk yang lebih tinggi 150 kg/ha (K2) dan 200 kg/ha (K3). Produksi tertinggi diperoleh dari dosis pupuk K yang rendah, hal itu menunjukkan adanya penambahan K dari residu penanaman sebelumnya. K diperoleh dari dekomposisi bahan organik dan K yang berada di dalam zeolit.



Gambar 2. Rata-rata pengaruh fosfor terhadap bobot kering tanaman.

Serapan Unsur Hara Tanaman

Penambahan pupuk nitrogen, fosfor dan kalium sebanyak masing-masing 100 kg/ha pada periode penanaman kedua ternyata memberikan serapan unsur hara yang lebih tinggi dibandingkan dengan dosis pupuk yang lain. Demikian juga dengan Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, dan Mn (Tabel 5). Besarnya nilai serapan pada perlakuan tersebut disebabkan oleh tingginya berat kering pada perlakuan tersebut.



Gambar 3. Rata-rata pengaruh kalium terhadap bobot kering tanaman.

Tingginya serapan hara N dan P dengan penambahan dosis pupuk N 100 kg/ha (N2) dan P 100 kg/ha (P1) tidak lepas dari peranan zeolit. Hal ini karena struktur zeolit yang berongga sehingga dapat menjerap NH_4 dan gas-gas lainnya. Pemberian zeolit pada media tanam diharapkan dapat membatasi hilangnya N akibat volatilisasi dan pencucian sehingga mempengaruhi jumlah N yang diserap tanaman.

Dosis pupuk P 100 kg/ha (P1) yang ditambahkan menghasilkan serapan hara tanaman yang tinggi dibandingkan dengan penambahan dosis pupuk P 150 kg/ha (P2) dan 200 kg/ha (P3). Meningkatnya serapan hara dengan penambahan dosis pupuk P, berkaitan dengan ketersediaan unsur tersebut di dalam tanah. Menurut Leiwakabessy, (1988) [4] pengambilan hara oleh tanaman tergantung pada tingkat ketersediaan hara tersebut di dalam tanah; apabila jumlah unsur tersebut banyak maka pengambilan unsur tersebut meningkat dan sebaliknya. Pemberian zeolit 20 ton/ha, memberikan pertumbuhan, produksi dan serapan hara yang lebih tinggi dari dosis zeolit 0, 2, 5, 10, 40 dan 60 ton/ha menurut Estiaty (2005) [3]. Karena dianggap telah dapat memecah ikatan Al-P, Fe-P, Ca-P dan Mg-P pada tanah.

Penambahan dosis pupuk N 100 kg/ha (N2), P 100 kg/ha (P1) dan K 100 kg/ha (K1) memberikan serapan hara yang tinggi pada unsur Ca dan Mg. Serapan unsur K pada perlakuan penambahan pupuk N 100 kg/ha (N2) memberikan serapan hara yang tinggi, jika dibandingkan dengan penambahan dosis pupuk N yang lain. Namun serapan unsur K pada penambahan dosis pupuk P dan K lebih dari 100 kg/ha (P2, P3, K2, dan K3) memiliki serapan hara yang rendah, hal ini dipengaruhi oleh residu zeolit yang diberikan ke tanah sebagai penyumbang unsur K cukup besar ditambah lagi dengan pemberian dosis pupuk P dan K lebih dari 100 kg/ha

Sifat Kimia Tanah Setelah Panen

Pemberian zeolit ke dalam tanah yang diikuti dengan penambahan pupuk setara dengan urea 100 kg/ha (N2), SP36 100 kg/ha (P1) dan KCl 100 kg/ha (K1) pH tanah paling tinggi di antara perlakuan yang lain. pH yang tinggi menyebabkan pertumbuhan tanaman paling baik di antara perlakuan yang lain. Perlakuan tersebut juga memiliki nilai daya hantar listrik (DHL) paling rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lain (Tabel 6). Hal ini terkait dengan dosis yang rendah di antara perlakuan yang diberikan. Semakin tinggi dosis pupuk N, P, dan K yang ditambahkan nilai DHL akan meningkat. Peningkatan nilai DHL karena adanya akumulasi garam yang timbul akibat penambahan pupuk

Penambahan pupuk urea, fosfor, dan kalium lebih dari 100 kg/ha (N2), 100 kg/ha (P1), dan 100 kg/ha (K1) meningkatkan residu basa-basa Ca dan Na (Tabel 7). Basa-basa ini mempengaruhi peningkatan

nilai DHL pada tanah. Zeolit dan bahan organik juga menyumbangkan basa-basa seperti, Ca, Mg, K dan Na ke dalam tanah.

Tabel 3. Rata-rata pengaruh fosfor terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman.

Dosis P	Tinggi	Jumlah Daun	Bobot Basah	Bobot Kering
100 kg/ha (P1)	57.4	13	36.5	3.8
150 kg/ha (P2)	47.93	11	27.1	3.3
200 kg/ha (P3)	47.14	11	32.4	2.9
200 kg/ha (*)	54.58	13	54.1	4.5

(*) Tanaman periode I sebagai standar.

Tabel 4. Rata-rata pengaruh kalium terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman.

Dosis K	Tinggi	Jumlah Daun	Bobot Basah	Bobot Kering
100 kg/ha (K1)	50.95	14	33.1	3.7
150 kg/ha (K2)	55.23	12	30.3	3.2
200 kg/ha (K3)	47.14	11	32.4	2.9
200 kg/ha (*)	54.58	13	54.1	4.5

(*) Tanaman periode I.

Tabel 5. Rataan serapan unsur hara tanaman pada periode kedua.

Perlakuan	(g/pot)				(mg/pot)				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
N1 (50 kg/ha)	0.035	0.005	0.064	0.036	0.005	5.180	0.021	0.377	1.906
N2 (100 kg/ha)	0.061	0.011	0.110	0.053	0.008	10.971	0.023	0.900	3.771
N3 (150 kg/ha)	0.052	0.008	0.063	0.048	0.008	3.343	0.011	0.466	2.100
N4 (200 kg/ha)	0.045	0.006	0.090	0.026	0.005	3.292	0.029	0.415	1.633
P1 (100 kg/ha)	0.053	0.125	0.071	0.041	0.009	4.210	0.190	0.448	4.690
P2 (150 kg/ha)	0.048	0.083	0.117	0.037	0.005	6.313	0.026	0.445	1.039
P3 (200 kg/ha)	0.045	0.006	0.090	0.026	0.005	3.292	0.029	0.415	1.630
K1 (100 kg/ha)	0.105	0.100	0.074	0.053	0.009	7.752	0.030	0.611	3.655
K2 (150 kg/ha)	0.091	0.070	0.074	0.040	0.006	5.248	0.048	0.416	1.978
K3 (200 kg/ha)	0.045	0.006	0.090	0.026	0.005	3.292	0.029	0.415	1.630

Tabel 6. Data analisis pH, DHL, C-organik, N-total, Amonium, Nitrat, dan P-tersedia setelah tanam.

Perlakuan	pH (H ₂ O)1:1	DHL (μ s/cm)	C- Org (%)	N-Total (%)	NH ₄ ⁺ (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)	P- Tersedia (ppm)
N1 (50 kg/ha)	5.6	111.70	2.20	0.15	48.26	761.67	17.47
N2 (100 kg/ha)	6.0	106.90	2.38	0.13	27.20	447.33	14.66
N3 (150 kg/ha)	5.5	110.50	2.18	0.14	43.00	834.21	17.05
N4 (200 kg/ha)	5.5	114.40	2.45	0.14	43.88	326.43	15.01
P1 (100 kg/ha)	5.6	111.00	2.38	0.13	26.33	810.03	17.42
P2 (150 kg/ha)	5.5	127.50	2.35	0.14	47.39	229.71	16.38
P3 (200 kg/ha)	5.5	114.40	2.45	0.14	43.88	326.43	15.01
K1 (100 kg/ha)	5.7	109.50	2.37	0.14	35.10	229.71	15.41
K2 (150 kg/ha)	5.6	196.50	2.00	0.13	26.33	447.33	11.98
K3 (200 kg/ha)	5.5	114.40	2.45	0.14	43.88	326.43	15.01

Tabel 7. Data analisis Ca, Mg, K, Na, KTK, KB tanah setelah tanam.

Perlakuan	Ca	Mg	K	Na	KTK	KB (%)
	------(me/100g)-----					
N1 (50 kg/ha)	11.54	0.80	0.50	2.77	18.74	83.30
N2 (100 kg/ha)	11.49	0.82	0.57	1.07	18.59	75.04
N3 (150 kg/ha)	12.06	0.87	0.50	1.07	19.96	72.65
N4 (200 kg/ha)	12.45	0.78	0.69	2.77	19.39	86.08
P1 (100 kg/ha)	12.45	0.83	0.52	1.17	17.21	86.98
P2 (150 kg/ha)	12.01	0.88	0.76	2.77	19.60	83.78
P3 (200 kg/ha)	12.45	0.78	0.69	2.77	19.39	86.08
K1 (100 kg/ha)	9.90	0.72	0.38	0.96	19.87	60.19
K2 (150 kg/ha)	11.13	0.73	0.52	1.28	18.30	74.64
K3 (200 kg/ha)	12.45	0.78	0.69	2.77	19.39	86.08

KESIMPULAN

Penambahan pupuk urea 100 kg/ha (N2), SP-36 100 kg/ha (P1), dan KCl 100 kg/ha (K1) pada tanah yang mengandung residu pada penanaman periode pertama yang ditambah zeolit 20 ton/ha, pupuk kandang 10 ton/ha dan pupuk urea, SP-36, dan KCl masing-masing 100 kg/ha memberikan produksi tanaman kangkung darat paling baik.

Jumlah residu N, P, dan K dari penggunaan zeolit dan pupuk kandang secara bersama-sama masing-masing sebesar 100 kg/ha. Jumlah itu merupakan setengah dari jumlah pupuk urea, SP-36, dan KCl pada periode pertama.

Zeolit tidak hanya berperan mengefisienkan unsur hara N, tetapi bersama-sama dengan pupuk kandang meningkatkan ketersediaan P dan K dalam tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Sastiono, A. 2004. Pemanfaatan Zeolit di Bidang Pertanian. *Jurnal Zeolit Indonesia*. Vol. 3(1): 36-41.
- Setyamidjaja, D. 1986. *Pupuk dan Pemupukan*. Jakarta: CV Simplex.
- Estiaty, L.M., Suwardi, Isti Yuliana, Dewi Fatimah, Dadan Suherman. 2005. Pengaruh Zeolit Terhadap Efisiensi Unsur Hara pada Pupuk Kandang dalam Tanah. *Jurnal Zeolit Indonesia*. Vol. 4 (2): 62-69.
- Leiwakabessy, F.M. 1988. *Kesuburan Tanah*. Bogor: Departemen Ilmu-ilmu Tanah. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.