

## Zeolit Alam Sebagai Pencampur Pupuk Kandang

Lenny M.E

Pusat Penelitian Geoteknologi -LIPI

**ABSTRAK:** Telah dilakukan penelitian pembuatan pupuk kandang dengan memakai zeolit sebagai bahan pencampur untuk melihat kelebihan dan kekurangannya dari produk pupuk kandang yang di hasilkan. Proses dilakukan dengan berbagai variabel yaitu ukuran besar butir zeolit, konsentrasi zeolit dan waktu pemeraman. Hasil yang didapatkan bahwa ukuran besar butir zeolit -7 + 10 mesh dan -20 + 48 mesh tidak begitu berpengaruh pada pupuk yang dihasilkan. Pupuk kandang yang dicampur zeolit sangat cepat kering, hanya dalam pemeraman 2 minggu kadar air dalam pupuk kandang telah mencapai sekitar 5%-6%, sedangkan pada kontrol baru mencapai 70 %. Selain itu kandungan kalium pupuk kandang yang dicampur zeolit lebih tinggi daripada kontrol yaitu sekitar 1.7% - 2% . Namun penambahan zeolit pada kotoran hewan mempercepat penguapan NH<sub>3</sub>, sehingga unsur N lebih rendah. Dari hasil tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa zeolit tidak boleh ditambahkan pada kotoran hewan segar, penambahan zeolit boleh dilakukan pada saat pupuk akan dipergunakan, sehingga dapat mengeffisiensikan pemakaian unsur hara yang terkandung.

### PENDAHULUAN

#### *Latar Belakang dan Tujuan Penelitian*

Mineral zeolit merupakan mineral yang istimewa karena struktur kristalnya sangat unik sehingga mempunyai sifat sebagai penyerap, penukar kation dan katalisator, karena keistimewaan ini maka mineral ini dapat digunakan dalam berbagai bidang kegiatan yang luas seperti pertanian, peternakan dan industri. Mineral zeolit banyak terdapat di Indonesia, namun pemanfaatannya sangat kurang. Untuk mendiversifikasi pemanfaatan mineral ini, dengan mempergunakan salah satu sifatnya yaitu sebagai penyerap dan penukar kation, diharapkan dapat menunjang kesulitan yang tengah kita hadapi. Saat ini Indonesia sedang mengalami krisis ekonomi . Situasi ini salah satunya disebabkan oleh industri nasional yang tergantung pada bahan import, kurang mengandalkan sumberdaya alam yang ada.

Sebagai contoh di bidang pertanian kita bergantung pada pupuk kimia yang semakin lama harganya tidak terjangkau, sehingga mengakibatkan berkurangnya produksi pangan.

Untuk mengatasi hal tersebut salah satu cara adalah memakai pupuk kandang (organik), namun

pupuk kandang yang dihasilkan oleh rakyat masih rendah kualitasnya (miskin unsur hara NPK), padahal pupuk kandang selain harganya terjangkau juga tidak

merusak lahan pertanian bila dibandingkan dengan pupuk kimia. Untuk mengatasi pupuk kandang yang miskin unsur hara ini ada dua alternatif mutunya harus ditingkatkan dan/atau pemakaian unsur hara oleh tanaman harus seefisien mungkin. Dengan menggunakan zeolit diharapkan hal tersebut dapat tercapai.

Tujuan dari penelitian ini adalah mencari kondisi optimum proses untuk mendapatkan pupuk kandang yang bermutu dengan menggunakan zeolit.

Hipotesa dari penelitian disini adalah :

- Kotoran hewan terdiri dari padatan dan cairan.
- Urine :  $\text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , NH<sub>3</sub> lepas ke udara

Diharapkan dengan adanya zeolit, NH<sub>3</sub> dapat ditangkap, sehingga dapat menambah kadar nitrogen dalam pupuk.

Kegiatan penelitian dilakukan di laboratorium dan lapangan. Kegiatan lapangan yaitu pengambilan conto zeolit dari Cikancra, Tasikmalaya, Jawa Barat dan pengambilan kotoran sapi dari Cimahi.

## METODA PENELITIAN

### Bahan

Zeolit Alam, kotoran sapi, bahan kimia untuk analisa major elemen, kyedhal dan KTK.

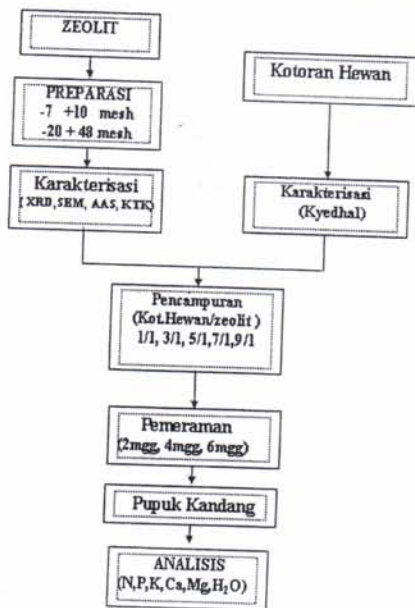
### Peralatan

X Ray Diffraksi, Scanning Electron, Microscop, Atomic Absorption Spectrofotometer, UV Spectrofotometer, alat Kyedhal dan KTK.

### Prosedur:

Zeolit alam dihancurkan dan digiling hingga ukuran  $-7 +10$  dan  $-20 +48$  mesh kemudian diaktifasi selama 3 jam pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$ . Zeolite di analisis untuk komposisi kimia dengan AAS, struktur dan bentuk mineral dengan XRD dan SEM juga ditentukan kapasitas tukar kation.

Kotoran sapi dianalisis kadar nitrogennya dengan alat Kyedhal. Pembuatan pupuk kandang dilakukan dengan mencampurkan zeolit dengan kotoran sapi menurut perbandingan antara kotoran sapi dan zeolit sebagai berikut 1/1, 3/1, 5/1, 7/1, 9/1 untuk masing-masing ukuran butir zeolit. Campuran diperam, kemudian setiap 2 minggu ditentukan kadar nitrogen dan air hasilnya dibandingkan dengan kontrol yaitu kotoran sapi tanpa dicampur zeolit.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Pupuk

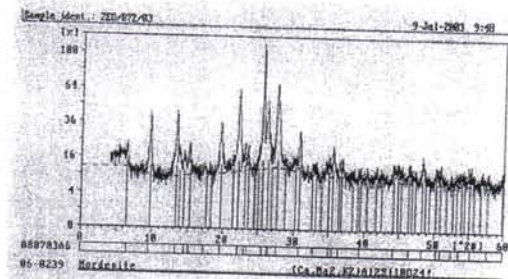
## HASIL DAN DISKUSI

Komposisi mineral dari zeolit diidentifikasi dengan XRD yang tertera pada Gambar 3, di sini terlihat kumpulan puncak yang diidentifikasi sebagai puncak mordenit, puncak klinoptilolit di sini tidak terlihat, padahal biasanya contoh zeolit dari daerah ini selalu mengandung mordenit dan klinoptilolit bersama-sama. Mordenit dan klinoptilolit adalah dua zeolit terbanyak yang ditemukan di Indonesia sejauh ini. Dua mineral tersebut ditemukan bersama dengan berbagai proporsi. Pada umumnya mordenit lebih dominan dari pada klinoptilolit.

Secara mikroskopis dengan menggunakan SEM yang tertera dalam Gambar 2 ditemukan bahwa zeolit Cikanra mengandung mordenit dan klinoptilolit. Mordenit ditemukan dalam bentuk kristal fibrous (benang), sementara klinoptilolit dalam bentuk kubik. Di dalam analisa XRD yang tertera pada Gambar 3, klinoptilolit tidak teridentifikasi, hal ini dapat terjadi karena kandungan klinoptilolit sangat kecil, dan pada contoh yang di analisis mineral klinoptilolit tidak dibawa. Hal ini sesuai dengan pendapat bahwa di Indonesia jenis mordenit lebih dominan.



Gambar 2. Foto SEM Dari Zeolite Cikanra Tasikmalaya



Gambar 3. Difraktogram XRD Zeolit Cikanra, Tasikmalaya

Analisa kualitatif dilakukan dengan menggunakan AAS, hasilnya tertera pada Tabel 1. Silika dan alumina adalah jumlah yang terbesar dari komposisi

zeolit, karena diketahui bahwa zeolit mempunyai kerangka dasar tetrahedral dari  $\text{SiO}_4$ , dimana ion  $\text{Si}^{4+}$  di alam biasanya ditukar dengan ion  $\text{Al}^{3+}$  untuk membentuk tetrahedral  $\text{AlO}_4^-$ . Muatan negatif dinetralkan dengan adanya kation alkali, dimana kation tersebut dapat bergerak bebas di dalam kalsium dan magnesium yang dapat dipertukarkan. Pengotor lain dalam zeolit adalah besi.

Tabel 1. Komposisi Kimia Zeolit Cikanra, Tasikmalaya.

No.	PARAMETER	% Berat
1.	$\text{SiO}_2$	67.87
2.	$\text{TiO}_2$	0.14
3.	$\text{Al}_2\text{O}_3$	10.34
4.	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0.96
5.	$\text{MnO}_2$	0.004
6.	$\text{MgO}$	0.15
7.	$\text{CaO}$	0.13
8.	$\text{Na}_2\text{O}$	1.65
9.	$\text{K}_2\text{O}$	1.02
10.	$\text{P}_2\text{O}_5$	0.09
11.	$\text{H}_2\text{O}^*$	3.83
12.	$\text{H}_2\text{O}^*$	3.96
13.	LOI	14.66

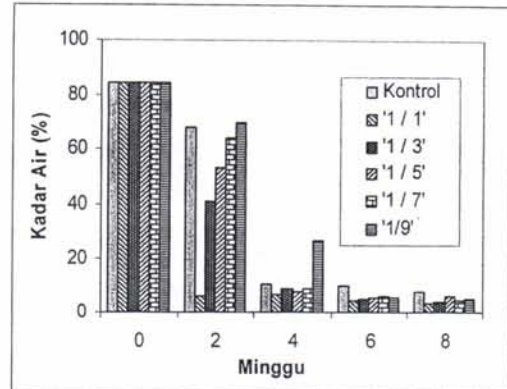
Kapasitas tukar kation dari zeolit Cikanra, Tasikmalaya yang tertera pada Tabel 2 adalah sekitar 136.66 mek/100gr- 142.32 mek/100gr. Ini adalah jumlah kation yang dapat dipertukarkan oleh zeolit tanpa diaktifasi. Nilai kapasitas tukar kation di atas 100 mek/100gr termasuk nilai yang cukup tinggi untuk zeolit, dan ini menandakan bahwa zeolit tersebut mutunya cukup baik. Sifat dari kapasitas tukar kation tersebut dapat digunakan untuk beberapa kegunaan pada bidang pertanian seperti misalnya untuk pencampur pupuk dan sebagai *releasing agent*.

Tabel 2. Kapasitas Tukar Kation Zeolit Cikanra, Tasikmalaya.

No.	Ukuran butir (mesh)	KTK (meq/ 100 gr)
1.	-7 +10	136.66
2.	-20 +48	142.32

Tabel 3, Gambar 4 dan 5, di sini terlihat bahwa pupuk kandang yang dicampur dengan zeolit berukuran -7 +10 mesh mempunyai kadar air hampir sama dengan pupuk kandang yang dicampur dengan zeolit berukuran -20 +48 mesh.

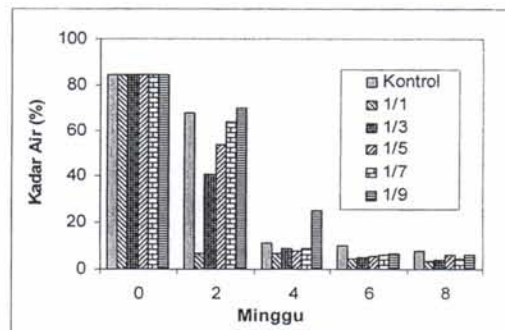
struktur dan dapat dipertukarkan. Berdasarkan analisis kimia, natrium merupakan kation yang paling besar. Natrium diketahui sebagai kation utama dalam struktur mordenit maupun klinoptilolit. Unsur lain yang terdapat dalam zeolit adalah kalium,



Gambar 4. Kadar Air Vs Waktu untuk zeolit dengan ukuran -7 +10 mesh

Tabel 3. Hasil Analisis Kadar Air Pupuk Kandang

No	Pupuk kandang (zeolit/kot.sapi)	Kadar Air (%) berdasarkan lama pemeraman				
		0 mgg	2 mgg	4 mgg	6 mgg	8 mgg
1	Kontrol	84.09	67.72	10.92	10.16	7.65
2	1/1 (-7 +10)		6.45	6.75	4.65	3.27
3	1/3 (-7 +10)		40.76	8.86	.91	3.74
4	1/5 (-7 +10)		53.58	8.09	.48	4.12
5	1/7 (-7 +10)		63.96	8.85	5.90	4.45
6	1/9 (-7 +10)		69.74	26.71	5.78	5.09
7	1/1 (-20 +48)		.76	.54	3.89	2.28
8	1/3 (-20 +48)		26.29	6.36	5.32	4.04
9	1/5 (-20 +48)		54.77	.74	5.96	4.40
10	1/7 (-20 +48)		63.38	7.78	.06	5.25
11	1/9 (-20 +48)		69.76	25.4	.87	5.94



Gambar 5. Kadar Air Vs Waktu untuk zeolit dengan ukuran -20 +48 mesh

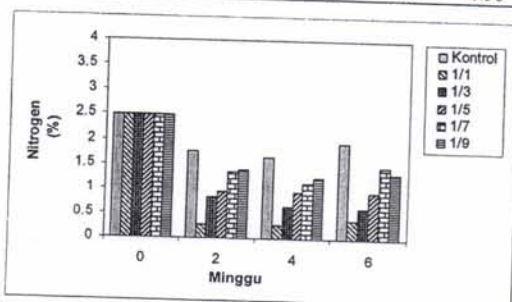
Kadar air dalam pupuk kandang selama pemeraman 2, 4, 6 dan 8 minggu yang tertera pada dari data tersebut di atas terlihat untuk perbandingan zeolit dan kotoran sapi 1:1 hanya dalam waktu 2 minggu saja sudah dapat menurunkan kadar air hingga tersisa sekitar 5 - 6 %, sedangkan pada kontrol (pupuk kandang tanpa zeolit) masih tersisa sekitar 70 %. Setelah 8 minggu, kadar air dari kontrol baru mencapai sekitar 8 %. Di sini terlihat dengan jelas bahwa zeolit dapat mengeringkan pupuk kandang dengan cepat. Pengeringan mulai lambat seiring dengan bertambahnya kotoran sapi yang dicampurkan.

Kadar nitrogen dalam pupuk kandang selama pemeraman 2, 4, dan 6 minggu kadar nitrogen yang terdapat pada pupuk kandang yang dicampur zeolit dengan ukuran -7 +10 mesh hampir sama dengan pupuk kandang yang dicampur zeolit dengan ukuran -20 +48 mesh (Tabel 4, Gambar 6 dan 7).

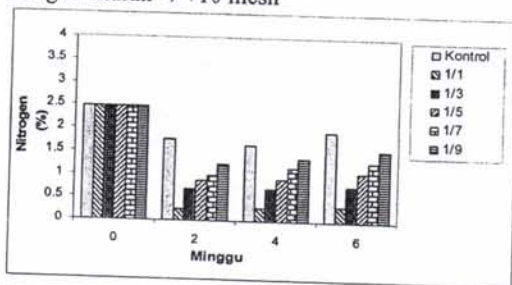
Dari data kadar nitrogen, terlihat bahwa penguapan  $NH_3$  yang tercepat adalah pada perbandingan zeolit dan kotoran sapi 1:1, kemudian penguapan mulai berkurang seiring dengan bertambahnya jumlah kotoran sapi yang ditambahkan, hal ini ditandakan dengan naiknya kadar nitrogen, sehingga kadar nitrogen pada kontrol yaitu pupuk kandang tanpa zeolit memiliki kadar nitrogen yang tertinggi. Diduga yang menyebabkan percepatan penguapan  $NH_3$  tersebut adalah zeolit.

Tabel 4. Hasil Analisis Kadar Nitrogen Pupuk Kandang

No.	Pupuk kandang (zeolit/kot.sapi)	Kadar Nitrogen (%) berdasarkan lama pemeraman			
		0 mgg	2mgg	4mgg	6mgg
1	Kontrol	2.49	1.76	1.66	1.95
2	1/1 (-7 +10)		0.27	0.26	0.39
3	1/3 (-7 +10)		0.83	0.66	0.63
4	1/5 (-7 +10)		0.95	0.96	0.95
5	1/7 (-7 +10)		1.36	1.12	1.48
6	1/9 (-7 +10)		1.40	1.24	1.34
7	1/1 (-20 +48)		0.26	0.30	0.35
8	1/3 (-20 +48)		0.69	0.72	0.79
9	1/5 (-20 +48)		0.88	0.91	1.07
10	1/7 (-20 +48)		0.98	1.18	1.32
11	1/9 (-20 +48)		1.25	1.37	1.56

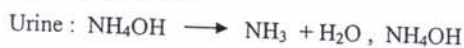


Gambar 6. Kadar Nitrogen Vs Waktu untuk zeolit dengan ukuran -7 +10 mesh



Gambar 7. Kadar Nitrogen Vs Waktu untuk zeolit dengan ukuran -20 +48 mesh

Hal ini dapat diterangkan sebagai berikut, pada hipotesa tertera reaksi :



akan terurai menjadi  $NH_3$  dan air yang akan menguap ke udara, dengan ditambahkan zeolit diharapkan  $NH_3$  yang akan lepas ke udara dapat ditangkap, tetapi yang terjadi adalah pelepasan  $NH_3$  dipercepat. Hal ini terjadi karena adanya zeolit penguapan air menjadi jauh lebih cepat, hal mana reaksi tersebut akan bergeser ke kanan dengan cepat yang menyebabkan percepatan pada penguraian  $NH_3$ .  $NH_3$  tersebut ditangkap oleh zeolit namun tidak ditahannya melainkan dilepaskan terhadap sistem yang miskin  $NH_3$  (udara), kemudian mengambil lagi  $NH_3$  dari sistem yang kaya akan  $NH_3$  dan melepaskannya lagi sampai kesetimbangan tercapai. Hal ini menyebabkan kadar  $NH_3$  dalam pupuk berkurang. Ini dilakukan karena zeolit mempunyai sifat reversibel setelah diaktifasi. Dari hasil tersebut didapatkan bahwa zeolit tidak boleh dipergunakan pada pembuatan pupuk, tetapi dicampurkan pada saat tanam, sehingga pelepasan  $NH_3$  oleh zeolit akan ditangkap oleh akar tanaman.

Pada Tabel 5 hubungan antara kadar CaO dengan perbandingan zeolit dan kotoran sapi pada pupuk kandang, terlihat bahwa kadar CaO dalam pupuk kandang yang dicampur zeolit lebih rendah bila dibandingkan dengan kadar CaO dari kontrol, hal ini terjadi karena pengenceran dari zeolit. Kadar CaO bertambah seiring dengan bertambahnya kotoran sapi yang ditambahkan. Begitupun halnya untuk hubungan kadar MgO dan hubungan kadar  $P_2O_5$ . Untuk hubungan antara kadar  $K_2O$  dengan perbandingan zeolit dan kotoran sapi pada pupuk kandang di sini terlihat bahwa kadar  $K_2O$  dalam pupuk kandang yang dicampur zeolit lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kadar  $K_2O$  pada kontrol. Hal ini disebabkan karena zeolit mengandung kalium yang cukup besar.

Tabel 5. Hasil Analisis kadar CaO, MgO, K<sub>2</sub>O dan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Pupuk Kandang

Tsitsishvili, G.V. et.al. Natural Zeolites England ; Ellis Horward Limited. 1992. p.295

No	Pupuk kandang (zeolit/kot.sapi)	CaO (%)	MgO (%)	K <sub>2</sub> O (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)
1	Kontrol	1.64	1.00	1.68	1.53
2	1/1 (-7 +10)	0.27	0.33	1.90	0.17
3	1/3 (-7 +10)	0.34	0.55	2.09	0.35
4	1/5 (-7 +10)	0.37	0.56	2.07	0.38
5	1/7 (-7 +10)	0.33	0.68	2.07	0.61
6	1/9 (-7 +10)	0.36	0.78	2.07	0.88
7	1/1 (-20 +48)	0.32	0.45	1.73	0.13
8	1/3 (-20 +48)	0.67	0.67	2.09	0.33
9	1/5 (-20 +48)	0.50	0.68	1.99	0.39
10	1/7 (-20 +48)	0.73	0.77	2.02	0.66
11	1/9 (-20 +48)	0.85	0.79	1.98	0.65

Keterangan :

Kontrol : Pupuk kandang tanpa zeolit

### KESIMPULAN

Pupuk kandang yang pembuatannya dicampur zeolit mengandung unsur kalium yang lebih tinggi, lebih kering dan tidak berbau. Namun memiliki kadar nitrogen yang lebih rendah.

Perbedaan ukuran partikel zeolit tidak begitu berpengaruh pada pupuk yang dihasilkan.

Sifat zeolit setelah diaktifasi adalah reversibel, yaitu menangkap gas dari sistem yang lebih kaya dan melepaskannya ke sistem yang lebih miskin, hingga terjadi kesetimbangan.

Dari keterangan di atas zeolit tidak boleh ditambahkan pada waktu pembuatan pupuk kandang. Tetapi ditambahkan pada saat tanam.

### DAFTAR PUSTAKA

- Barrer R.M. (1978) Zeolites and Clay Minerals as Sorbents and Molecular Sieves. Academic Press. London.
- L.B. Sand and F.A. Mumpton (1978) Natural Zeolite, Occurrence Properties, use Pergamon 451 – 462. Bandung ; Pusat Pengembangan Teknologi Mineral, 1990
- Djadjuli, Apud , The Report of Zeolite Utilization as a layer of Chicken at Taman Ternak Ragunan, Dki- Jakarta.
- Goto, I., 1990. The Application of Zeolite In Agriculture: Effects of zeolite on soil improvement. Zeolite, 7 (3) 8-15.
- Pusat Pengembangan Teknologi Mineral. 1990. Kegunaan dan Prospek Zeolit di Indonesia. Laporan Ekonomi Bahan Galian, No 72.
- Raymond .W. Miller, Roy L. Donahue, Soils An introduction To Soils And Plant Growth, Sixth edition, Practice – Hall International Editions, 251-267 (1990)
- Suwardi, et al. The quality of Natural Zeolites from japan and Indonesia and Their Application Effects for Soil Amendment. Jour. Agri. Sci. Tokyo Nogyo Daigaku, 39 (3), 133-148 (1994)