



Volume X, No. 1, Th. 2004

April 2004

**Tanah**

1. Jumlah dan Komposisi Bahan Amorf dalam Fraksi Liat Andosol dari Jawa Barat {Number and Composition of Amorphous Material in Clay Fraction of Andisol in West Java} (Iskandar) ..... 1
2. Pengaruh Pemberian Sedimen pada Beberapa Tanah Terhadap Pertumbuhan Vegetatif, Serapan Hara Tanaman Jagung (*Zea mays*. L) dan Tanaman Kedelai (*Glycine max*) {Effect of Sediment on Several Soils on Vegetative Growth and Nutrient Absorption of Maize (*Zea mays*. L) and Soybean (*Glycine max*)} (Heru Bagus Pulunggono, Syaiful Anwar dan Puspa Hartati) ..... 5
3. Sifat Fisik, Kimia dan Biologi Tanah serta Produksi Teh (*Camellia sinensis* (L) Kuntze) pada Tanah Andisol di Perkebunan Teh {Physical, Chemical and Biological Character of Soil and Tea (*Camellia sinensis* (L) Kuntze) Production at Andisol Soil in The Tea Plantation} (Fahrizal Hazra, Iswandi Anas dan Ria Evi Christiani) ..... 10
4. Masalah Fisik Tanah Sawah yang Berkembang pada Sedimen berpirit {Physical Problem of Paddy Soil on Pyritic Sediment} (Basuki Sumawinata dan Budi Mulyanto) ..... 16

**Lingkungan**

5. Pengaruh Zeolit terhadap Penguapan Gas Amoniak dari Hasil Dekomposisi Bahan Organik {Effect of Zeolites on Ammonia Gas Volatilization During Decomposition of Organic Matter} (Suwardi) ..... 21

**Akreditasi B**

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi  
Departemen Pendidikan Nasional  
Republik Indonesia  
No. : 34/DIKTI/Kep/2003

Diterbitkan oleh Persatuan Alumni dari Jepang  
(PERSADA)

**PENGARUH ZEOLIT TERHADAP PENGUAPAN GAS AMONIAK  
DARI HASIL DEKOMPOSISI BAHAN ORGANIK  
{Effect of Zeolites on Ammonia Gas Volatilization During  
Decomposition of Organic Matter}**

**Suwardi**

Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
Jl. Raya Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16144, Indonesia

**ABSTRACT**

*Animal manure has great potential as source of organic fertilizer, but it is also potential as environmentally polluting material. Animal manure produces ammonia gas during decomposition. Ammonia volatilization from animal manure is a major lost mechanism for nitrogen (N) loss from soil-plant-animal system. Some 30 to 90% of N from animal manure loses during aerated storage and 10 to 75% during anaerobic storage. Greater N loss is from aerated than non aerated cattle manure. Aeration of dairy cattle manure slurry for 4 days decreases its content of volatile fatty acids, resulting a higher pH that favours ammonia volatilization. Among the manures, chicken manure contains high N. To increase the nutrient value and reduce the N loss from chicken manure, it is important to search the appropriate method of handling, storing, and applying. Various approaches have been used to minimize the loss of ammonia from N fertilizers, including the alternative method of application. The total nitrogen concentration of chicken manure varied from 2.31-6.35% based on dry weight. Addition of zeolite and pelletizing of chicken manure decreased the N mineralization. Addition of citric acid to chicken manure before pelletizing did not reduce the N mineralization, but the addition of zeolite together with citric acid did. Zeolite reduces the offensive odor of chicken during composition.*

**Key words :** *Ammonia volatilization, chicken manure, N mineralization, zeolites*

**PENDAHULUAN**

Kompos merupakan pupuk organik yang sangat penting untuk mempertahankan kesuburan tanah. Jauh sebelum pupuk kimia digunakan, petani memanfaatkan sisa-sisa pakan ternak yang bercampur dengan kotoran sebagai kompos. Munculnya pupuk kimia yang mengandung unsur lebih tinggi menyebabkan petani berangsur-angsur beralih dari penggunaan pupuk kompos ke pupuk kimia. Namun demikian, pemakaian pupuk kimia yang berlebihan tanpa dibarengi pupuk kompos ternyata memberikan efek negatif berupa penurunan produktifitas tanah. Tanah cenderung makin keras dan pH menurun.

Adanya efek negatif dari pupuk kimia mendorong para pakar pertanian menganjurkan kembali penggunaan kompos sebagai bahan substitusi pupuk kimia dan penyumbang bahan organik dalam tanah. Kompos mengandung lebih beragam jenis unsur hara termasuk unsur hara mikro seperti Cu, Fe, Zn, Mn dan lain-lain. Bahan organik dalam tanah yang jumlahnya terus berkurang karena proses penguraian, perlu ditingkatkan dengan penggunaan pupuk kompos. Penambahan kompos pada tanah pertanian merupakan cara efektif mempertahankan kadar bahan organik tanah.

Beberapa permasalahan kompos adalah nitrogen yang dikandungnya kecil dan mudah menguap ke atmosfer dalam bentuk gas amoniak yang menimbulkan bau busuk. Lebih dari separuh nitrogen yang terkandung kotoran ayam hilang ke atmosfer jika proses pengkomposan dilakukan lebih dari 2 bulan di udara

terbuka [1]. Nitrogen dalam bentuk nitrat mudah tercuci melalui air hujan Untuk meningkatkan efisiensi nitrogen pada kotoran hewan, maka pengurangan kehilangan nitrogen merupakan usaha yang penting baik ditinjau dari aspek ekonomi maupun lingkungan. Untuk maksud di atas, zeolit yang mempunyai kemampuan menyerap nitrogen diharapkan dapat mengurangi kehilangan nitrogen sekaligus mengurangi bau busuk.

Zeolit merupakan mineral berongga dari golongan tektosilikat yang mengandung air dan kation-kation alkali seperti kalium dan natrium dan alkali tanah terutama kalsium. Sifat istimewa zeolit adalah nilai kapasitas tukar kation (KTK) sangat tinggi, antara 80 sampai 180 cmol(+) kg<sup>-1</sup> dan kemampuannya menyerap ion amonium sebesar 3,5 g kg<sup>-1</sup> zeolit. Zeolit dapat menyerap molekul polar seperti H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dan NH<sub>4</sub> daripada molekul non polar seperti N<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> [2]. Di antara molekul-molekul polar yang dapat dijerap dengan mudah oleh zeolit adalah amonium. Susunan kimia zeolit beragam tergantung dari jenis dan kandungan mineralnya. Rata-rata dari analisis beberapa jenis zeolit adalah sebagai berikut: SiO<sub>2</sub>:64%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:12%, CaO:2,3%, K<sub>2</sub>O:2,6%, dan H<sub>2</sub>O:6,3% [3]. Air kristal yang jumlahnya sekitar 6,3 % dengan pemanasan sekitar 350°C selama beberapa jam keluar dari rongga zeolit. Setelah perlakuan panas, zeolit sangat aktif menyerap gas. Lebih dari 47 lokasi deposit zeolit telah ditemukan di Indonesia. Bahan tersebut sangat berpotensi untuk meningkatkan mutu kompos.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan zeolit terhadap mineralisasi nitrogen pada kompos kotoran ayam dan penguapan gas amoniak ke atmosfer.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan Penelitian

Kotoran ayam yang diproses dengan pengkomposan cepat (kurang dari 1 bulan) mengandung nitrogen sangat tinggi, 6,53% dengan C-organik total 31,3%. Zeolit yang digunakan tersusun atas spesies mordenit dengan nilai kapasitas tukar kation (KTK) 180 cmol(+) kg<sup>-1</sup>. Asam sitrat yang digunakan merupakan limbah pabrik asam sitrat yang merupakan bahan buangan limbah cair.

Perlakuan bokashi merupakan metoda pengkomposan cepat (sekitar satu minggu) dengan mencampur bahan yang kadar nitrogennya rendah yang diharapkan dapat memperlambat laju mineralisasi nitrogen sehingga dapat berfungsi sebagai pupuk penyedia lambat (*slow release fertilizer*). Dalam penelitian ini, bahan yang dipakai sebagai campuran bokashi adalah zeolit dengan perbandingan 1:1 (volume). Pentabletan dilakukan dengan alat "pelletizer" yaitu alat pembuat tablet dengan hasil tablet yang berbentuk silinder dengan diameter 0,3 cm dan panjang 1 cm.

### Pengaruh Zeolit terhadap Mineralisasi Nitrogen Kompos

Kompos kotoran ayam dibuat perlakuan sbb: (1) tanpa perlakuan; (2) ditabletikan; (3) dicampur dengan zeolit (50% volume); (4) ditabletikan setelah dicampur dengan asam sitrat (10% volume); (5) ditabletikan setelah dicampur dengan zeolit; (6) ditabletikan setelah dicampur dengan zeolit dan asam sitrat; (7) diberikan perlakuan "bokashi"; (8) dipeletkan setelah perlakuan bokashi; dan (9) dipeletkan setelah diberikan perlakuan bokashi dan ditambah dengan asam sitrat. Bahan-bahan tersebut dibandingkan dengan 3 jenis pupuk penyedia lambat (urea, oxamide, coating urea tipe 40 hari) dan tanpa pupuk sebagai perlakuan kontrol.

Setara dengan 0,5g N kg<sup>-1</sup> kompos kotoran ayam dan kombinasi perlakuan-perlakuannya dimasukkan ke dalam tabung plastik ukuran 150 mL yang telah diisi tanah setara 50 g bobot kering mutlak. Tanah yang digunakan adalah Andisol yang mempunyai sifat-sifat sbb: KTK 41,2 cmol(+) kg<sup>-1</sup>, basa-basa dapat dipertukarkan (Ca 19,4; Mg 4,65; K 3,10 cmol(+) kg<sup>-1</sup>). Tabung plastik kemudian ditutup dengan selaput film polyethelene dan disimpan dalam inkubator pada suhu 25°C. Perlakuan diulang 2 kali. pH tanah dan nitrogen organik (N-NH<sub>4</sub> dan N-NO<sub>3</sub>) diukur setiap minggu selama 10 minggu masa inkubasi.

### Pengaruh Zeolit terhadap Penguapan Gas Amonia dari Kompos

Penguapan gas amoniak yang keluar dari kotoran ayam diukur dengan metoda penangkapan dengan

asam sulfat (Gambar 1). 50 g dari kompos kotoran ayam dan kombinasinya yang mempunyai kadar air 10% dimasukkan dalam tabung yang didesain khusus kemudian disimpan dalam inkubator. Gas amoniak yang keluar dari kompos kotoran ayam ditangkap oleh 4 mL asam sulfat 0,1 N. Konsentrasi amonium yang tertangkap dalam asam sulfat diukur dengan flow injection analysis (FIA).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Mineralisasi Nitrogen

Penambahan zeolit dan pentabletan dari kompos kotoran ayam memperlambat laju mineralisasi nitrogen di dalam tanah (Gambar 2). Penambahan asam sitrat ke dalam kotoran ayam tidak berpengaruh terhadap mineralisasi nitrogen tetapi penambahan asam sitrat bersama-sama dengan zeolit secara jelas memperlambat laju mineralisasi nitrogen. Perlakuan bokashi tidak merubah laju mineralisasi tetapi mengurangi bau kompos selama proses pengkomposan kotoran ayam.

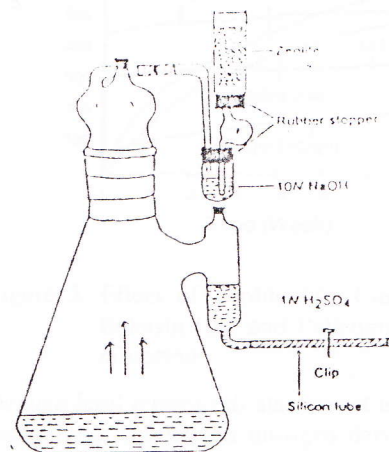


Figure 1. Apparatus for Measuring Ammonia Gas from Manure

Penambahan zeolit ke dalam kompos kotoran ayam memperlambat laju mineralisasi. Hal ini disebabkan oleh kadar nitrogen yang rendah pada zeolit dan sebagian nitrogen dalam bentuk ion amonium yang termineralisasi ke dalam kompos dijerap oleh zeolit. Berkurangnya kadar nitrogen dalam kompos menyebabkan aktivitas mikroorganisme menjadi menurun. Perlambatan laju mineralisasi akibat pentabletan lebih disebabkan oleh proses fisik dibandingkan proses kimia. Pentabletan menyebabkan kompos secara fisik lebih kompak sehingga perombakan bahan organik oleh mikroorganisme memerlukan energi lebih banyak.

Penambahan asam sitrat memperlambat laju mineralisasi (Gambar 2). Mekanisme perlambatan dapat diterangkan sebagai berikut. Hidrogen yang berasal dari asam sitrat ditangkap oleh zeolit sehingga zeolit bersifat masam. Penurunan pH dari campuran kompos kotoran ayam dan zeolit menurunkan aktivitas mikroorganisme pengurai kompos. Karena sifat

bufer tanah, pH tanah makin lama makin meningkat diikuti oleh peningkatan aktivitas mikroorganisme tanah. Ion amonium yang dilepaskan kompos kotoran ayam kemudian ditangkap oleh zeolit yang selanjutnya dilepas secara perlahan ke dalam tanah. Jadi penambahan zeolit bersama-sama dengan limbah asam sitrat merupakan cara efektif untuk memperlambat laju mineralisasi nitrogen dari kompos kotoran hewan.

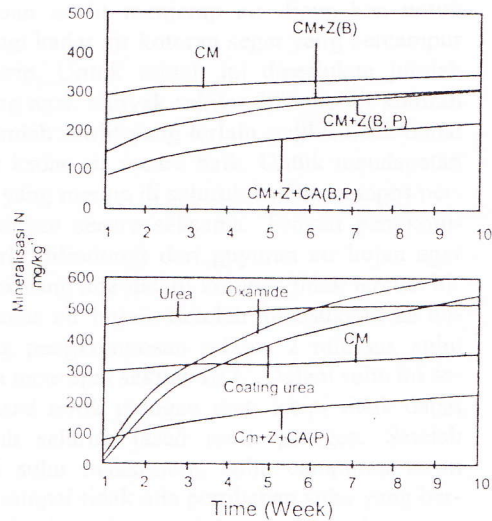


Figure 2. Effect of Zeolite (Z), Citric Acid (CA), and Pelletizing (P) on N Mineralization.

Perlakuan bokashi hanya sedikit menurunkan laju mineralisasi (Gambar 3) karena dalam proses bokashi yang memakan waktu sekitar satu minggu telah terjadi dekomposisi bahan organik. Jika dibandingkan dengan kompos kotoran ayam yang belum diberi perlakuan, maka jumlah bahan organik yang didekomposisi pada proses bokashi lebih banyak. Dengan alasan ini perlakuan bokashi tidak berpengaruh nyata memperlambat laju mineralisasi.

Dibandingkan pupuk kimia penyedia lambat seperti oxamide atau coating urea, mineralisasi nitrogen dari campuran kotoran ayam, zeolit dan asam sitrat yang ditaburkan lebih lambat. Ini berarti nitrogen yang ada di dalam kotoran ayam akan dilepaskan secara lambat dalam jangka waktu yang lebih lama dibandingkan dengan oxamide atau coating urea. Pupuk seperti ini cocok digunakan untuk tanaman dalam pot di dalam ruangan yang bersih karena disamping penampilannya indah, penambahan pupuk jenis ini dapat dilakukan dalam selang waktu yang lama dibandingkan pupuk organik biasa.

#### Penguapan Gas Amoniak dari Kompos

Penambahan zeolit ke dalam kompos kotoran ayam menurunkan secara nyata penguapan gas amoniak dari 11,5 menjadi 2,32 mg kg<sup>-1</sup> selama 9 hari atau dari 1,28 ke 0,26 mg kg<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>. Pentabletan tidak mengurangi penguapan gas amoniak karena luas permukaan tidak berkurang karena proses pentabletan. Namun demikian, penambahan asam sitrat se-

belum pentabletan menurunkan hampir seluruh penguapan gas amoniak. Selanjutnya perlakuan bokashi cenderung meningkatkan penguapan gas amoniak. Pada perlakuan bokashi beberapa nitrogen organik dari kompos kotoran ayam telah berubah menjadi nitrogen anorganik selama proses dekomposisi. Sebagian gas amoniak yang telah diserap oleh zeolit dalam perlakuan bokashi berpotensi dilepas kembali. Penyerapan gas amoniak selama perlakuan bokashi menurunkan bau dari kotoran ayam

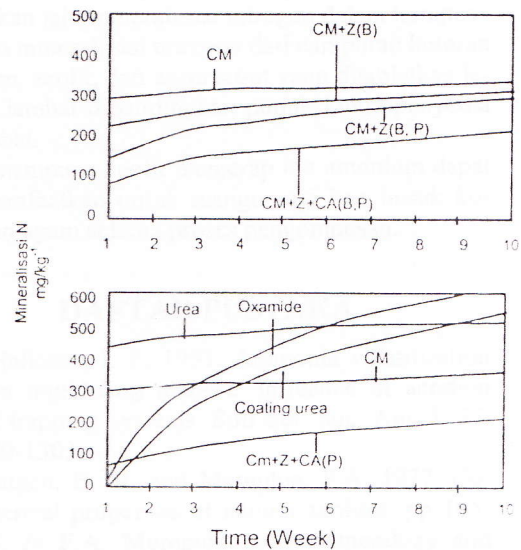


Figure 3. Effect of Zeolite (Z), Citric Acid (CA), Bokashi (B), and Pelletizing on N Mineralization.

Dengan hasil tersebut di atas, zeolit ternyata mampu mengurangi kehilangan nitrogen dari kotoran ayam yang berarti dapat mengurangi bau busuk pada proses pengkomposan. Kemampuan zeolit menyerap ion amonium disebabkan oleh adanya rongga-rongga di dalam zeolit yang besarnya sesuai dengan ukuran ion amonium sekitar 0,2-0,3 nm.

Kemampuan zeolit menyerap ion amonium dapat dimanfaatkan untuk mengurangi bau busuk pada kandang-kandang ternak. Zeolit dapat langsung ditaburkan ke alas kandang maupun pada tempat-tempat pengumpulan kotoran hewan. Dengan cara itu udara di lokasi kandang ternak menjadi lebih bersih sehingga mengurangi polusi udara. Berkurangnya bau busuk mungkin menambah kesehatan ternak

#### Pengaruh Lain dari Penambahan Zeolit ke dalam Kompos

Pada peternakan besar, tidak jarang kotoran hewan ditumpuk di ruang terbuka. Air hujan yang masuk ke dalam tumpukan kotoran hewan bercampur dengan urin. Setelah lewat jenuh, air kotor berwarna kuning kecoklatan keluar dari tumpukan kotoran hewan kemudian mengalir lewat permukaan tanah dan meresap ke dalam tanah. Selain menimbulkan bau busuk, air limbah itu menjadi sumber pencemaran air tanah. Kotoran hewan segar yang bercampur

urin umumnya lembek dengan kadar air sangat tinggi sehingga memperlambat proses pengkomposan. Untuk mengurangi kadar air dalam kotoran hewan itu biasa ditambahkan bahan-bahan yang dapat menyerap air, misalnya serbuk gergaji, sekam padi dan lain lain. Zeolit juga merupakan bahan alternatif untuk mengurangi kadar air pada kotoran hewan.

Seperti telah disebutkan sebelumnya, proses pengkomposan memerlukan kondisi lembab. Kadar air bahan kompos sekitar 40% merupakan kadar air optimal untuk proses pengkomposan. Kondisi basah atau kering memperlambat proses pengkomposan. Kemampuan zeolit menyerap air digunakan untuk mengurangi kadar air kotoran segar yang bercampur dengan urin. Untuk tujuan ini diperlukan jumlah zeolit yang agak banyak sekitar 30% bobot kotoran basah. Jumlah zeolit yang terlalu sedikit tidak dapat mengatur kadar air secara baik. Untuk mendapatkan kadar air yang merata di seluruh bagian kompos perlu pengadukan secara seksama. Tempat pengkomposan perlu dilindungi dari guyuran air hujan agar unsur hara yang ada dalam kompos tidak tercuci hilang bersama air hujan. Setelah dimasukkan ke dalam ruang pengkomposan selama 2 minggu, suhu campuran mencapai sekitar 70°C. Dalam suhu ini sebagian jasad renik patogen mati tetapi tidak dapat membunuh seluruh jasad renik patogen. Setelah mencapai suhu maksimum, suhu campuran turun perlahan sampai tidak ada perubahan suhu yang berarti. Hal ini bisa dicapai dalam waktu sekitar satu bulan. Setelah proses pengkomposan selesai, seluruh kadar air hanya sekitar 25%. Pada tahap akhir pengkomposan perlu dilakukan pengadukan kembali agar kadar air merata di seluruh bagian kompos.

Keuntungan lain dari zeolit adalah mengurangi meningkatkan bobot isi kompos. Bahan organik seperti sekam padi, serbuk gergaji yang dicampurkan ke dalam kotoran hewan menurunkan bobot isi kompos. Bobot isi yang rendah menyebabkan kompos yang ditebar di lahan pertanian mudah terbang diterpa angin atau hilang terbawa aliran permukaan air hujan. Maka peningkatan bobot isi kompos dapat menekan jumlah kompos yang hilang sehingga meningkatkan efisiensi pemanfaatan kompos. Penambahan zeolit dapat meningkatkan bobot isi kompos

karena bobot isi zeolit lebih tinggi dari kotoran hewan. Pemakaian kompos yang mengandung zeolit secara terus menerus di lahan pertanian secara lambat laun akan meningkatkan jumlah zeolit dalam tanah karena sifatnya relatif stabil di dalam tanah [4]. Dengan cara ini, selain sebagai sumber unsur hara dan memperbaiki sifat-sifat tanah, kompos yang mengandung zeolit akan meningkatkan KTK tanah.

## KESIMPULAN

1. Zeolit yang digunakan bersama-sama dengan asam sitrat merupakan bahan yang efektif menurunkan laju mineralisasi nitrogen dalam kompos.
2. Laju mineralisasi nitrogen dari campuran kotoran ayam, zeolit, dan asam sitrat yang ditaburkan lebih lambat dibandingkan pupuk kimia penyedia lambat.
3. Kemampuan zeolit menyerap ion amonium dapat dimanfaatkan untuk mengurangi bau busuk kotoran ayam selama proses pengkomposan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] O'Halloran, I. P. 1993. Ammonia volatilization from liquid hog manure: influence of aeration and trapping systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57: 1300-1303.
- [2] Flanigen, E. M. and Mumpton, F.A. 1977. Commercial properties of natural zeolites. pp 165-175. *In* F.A. Mumpton (ed.), *Mineralogy and Geology of Natural Zeolites*. Mineralogical Society of America.
- [3] Suwardi, Goto, I., and Ninaki, M. 1994. The quality of natural zeolites from Japan and Indonesia and their application effects for soil amendment. *J. of Agricultural Science, Tokyo University of Agriculture*. 39 (3): 133-148.
- [4] Goto, I and Ninaki, M. 1980. Studies on the agricultural utilization of natural zeolites as soil conditioners. Part 4: Inhibition effect of natural zeolites on the volatilization of ammonia gas. *J. Agric Sci, Tokyo University of Agriculture*. 25:169-179. (In Japanese).

IKATAN ZEOLIT INDONESIA (IZI)  
Indonesian Zeolite Association (IZA)