

## Pemanfaatan Zeolit dan Bokashi Ampas Tahu untuk Menekan Konsentrasi Logam Berat pada Tanah Podsolik Merah Kuning di Soroako

### The Using of Zeolite and Bokashi Tofu waste to Press the Heavy Metal Concentration on yellow red Podsolik soil in Soroako.

Nur Anny Suryaningsih Taufieq

*Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNM*

#### ABSTRAK

Tujuan penelitian menentukan kemampuan zeolith dan bokashi ampas tahu menekan konsentrasi logam berat di dalam lahan Podsolik Merah Kuning di Soroako. Kombinasi dua perlakuan menjadi model untuk meningkatkan mutu tanah podsolik merah kuning. Penelitian eksperimen ini menggunakan rancangan acak dengan tiga perlakuan. Perlakuan pertama tanpa zeolit dan bokashi ampas tahu sebagai kontrol. Kedua, zeolit dengan dosis 2 ton/ha dan bokashi ampas tahu 6 ton/ha. Ketiga, dosis yang sama tapi ditambahkan, pupuk N 100 g/ha, P 100 g/ha. Riset sedang menggunakan tiga blok dan suatu blok terdiri dari tiga plot masing-masing plot ukuran 1m x 2m. Data dianalisa dengan analisis varians dan disimpulkan bahwa penambahan zeolith 2 tons/ha dan bokashi ampas tahu 6 tons/ha efektif untuk mengurangi kadar nikel di dalam lahan dari 2.6% menjadi 1.4%; penurunan Al-dd tanah dari 0.645 cmol/kg menjadi 0.02 cmol/kg mengurangi Fe dalam lahan dari 24.58 ppm menjadi 15.32 ppm.

**Kata Kunci:** *bokashi, logam berat, tanah podsolik merah kuning, zeolit*

#### ABSTRACT

The aim of the study was to find out the ability of zeolith and bokashi of tofu waste to reduce heavy metal concentration in Yellow Red Podsollic soil. The combination of two treatments is the model to improve quality of marginal land. This research is an experimental, using Group Random Design with three treatments and three repetitions. The first treatment was without zeolith and bokashi of tofu waste (control). The second treatment was zeolith with dosage 2 tons/ha and bokashi of tofu waste with dosage 6 tons/ha. The third treatment was zeolith with dosage 2 tons/ha, bokashi of tofu waste with dosage 6 tons/ha, fertilizer of P with dosage 100 g/ha and fertilizer of N with dosage 100 g/ha. The research was using three blocks, a block consist of three plots. Each plot has size 1m x 2m. The data was analyzed by analysis of variance. The research result can be concluded that in general zeolith treatment of 2 tons/ha and bokashi of tofu waste of 6 tons/ha is effective to reduce nickel content in soil from 2.6% to 1.4%; decrease soil Al-dd from 0.645 cmol/kg to 0.02 cmol/kg; and reduce Fe content in soil from 24.58 ppm to 15.32 ppm.

**Key words:** *bokashi, heavy metal, yellow red podsollic soil, zeolith*

#### PENDAHULUAN

Tanah Podsolik Merah Kuning yang terdapat di Soroako merupakan tanah masam yang miskin hara dengan

kapasitas tukar kation yang rendah, kejenuhan Al tinggi, pH rendah, dan tekstur agak berliat dengan kompleks batuan ultrabasa. Pada tanah masam,

unsur hara yang sulit tersedia adalah P, K, Mg, dan Mo (Lingga *dalam* Taufieq, 2002). Selain itu, tanah masam mempunyai ciri kelarutan unsur Al, Fe, Mn, Cu, dan Cd tinggi sehingga dapat bersifat toksik dan menghambat pertumbuhan dan produksi tanaman (Sarief *dalam* Taufieq, 2002). Hal ini menyebabkan masyarakat yang bermukim di Soroako lebih banyak mempunyai mata pencaharian sebagai nelayan dibandingkan petani karena lahan yang berada di sekitarnya sulit untuk dimanfaatkan dan tidak memberikan hasil yang optimal.

Keberadaan nikel sebagai salah satu logam berat, dapat bersifat toksik terhadap lingkungan di sekitarnya. Fraksi labil nikel di dalam tanah merupakan faktor penting yang berkaitan dengan bahaya nikel terhadap makhluk hidup. Fraksi labil nikel adalah nikel yang dijerap oleh kompleks jerapan tanah dengan energi yang rendah atau nikel yang mengendap dengan tingkat kelarutan yang tinggi sehingga mudah terlepas. Keadaan tersebut menyebabkan nikel dapat meracuni pertumbuhan tanaman dan juga mudah tercuci dari tubuh tanah (Sariwahyuni, 2000).

PT. Inco sebagai salah satu pertambangan terbesar di dunia berlokasi di Soroako dan memiliki luas areal 218.000 hektar sesuai Kontrak Kerja yang ditandatangani pada 27 Juli 1978. Kandungan nikel yang tinggi menyebabkan tanah Podsolik Merah Kuning yang terdapat di Soroako menjadi lahan marjinal dan tidak termanfaatkan karena kadar logam beratnya cukup tinggi (Anonim, 1995<sup>a</sup>).

Untuk menekan konsentrasi nikel yang tinggi dalam tanah, maka digunakan zeolit sebagai adsorben. Zeolit dapat mengikat nikel karena kerangka bangun zeolit merupakan kristal tetrahedral dari

ion oksigen dan silikon di pusatnya. Atom pusat  $\text{Si}^{4+}$  sering diganti oleh  $\text{Al}^{3+}$ , dan jika ini terjadi, akan terbentuk muatan negatif satu dalam tetrahedral. Muatan negatif ini akan ternetralkan oleh adanya kation atau logam berat (Hasanah, dkk., 1998).

Adapun bokashi ampas tahu yang digunakan berasal dari limbah industri tahu yang jumlahnya sangat banyak. Timbunan ampas tahu yang dibuang ke lingkungan belum banyak dimanfaatkan sebagai penyubur tanah padahal mempunyai potensi karena mengandung protein yang cukup tinggi. Menurut Mangimba *dalam* Nur (2002), ampas tahu mengandung N, P, K, Ca, Mg, dan C organik yang berpotensi untuk meningkatkan kesuburan tanah. Potensi ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesuburan tanah tambang nikel yang merupakan lahan marjinal.

Unsur hara yang berasal dari bahan organik diperlukan oleh mikroorganisme untuk memperoleh energi agar aktifitasnya di dalam tanah dapat berlangsung dengan lancar. Dekomposisi bahan organik tersebut akan menghasilkan energi, ion sederhana, dan humus yang dapat diserap oleh tanaman. Berdasarkan hal tersebut, bokashi ampas tahu diharapkan mampu meningkatkan kesuburan tanah sehingga tanah tersebut menjadi produktif. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh zeolit dan bokashi ampas tahu dapat menekan konsentrasi logam berat di dalam tanah dan meningkatkan kesuburan tanah Podsolik Merah Kuning sehingga tanah tersebut dapat dimanfaatkan untuk ditanami berbagai jenis tanaman budidaya.

#### **A. Tanah Podsolik Merah Kuning**

Dalam sistem klasifikasi tanah menurut Lembaga Penelitian Tanah Bogor, yang dimaksud tanah podsolik

merah kuning adalah semua tanah yang bukan latosol dan bukan mediteran sehingga akan didapatkan variasi yang banyak terutama yang dicirikan oleh warna, tekstur, dan konsistensi. Tanah podsolik merah kuning mempunyai warna merah atau kuning disebabkan oleh kandungan liat oksida besi yang tinggi (Lembaga Penelitian Tanah Bogor, 1987).

Tanah podsolik merah kuning merupakan tanah yang telah berkembang lanjut sehingga sebagian besar mengalami pelindian dan pelapukan intensif. Tanah yang terbentuk mempunyai kemasaman tinggi yaitu pH tanah di bawah 5,0 dan kapasitas tukar kationnya rendah yaitu di bawah 10 me/100 g dengan derajat kejenuhan basa rendah serta mempunyai kejenuhan aluminium yang tinggi yaitu di atas 80% (Mc. Donald, 1985). Sanchez dan Salinaz dalam Taufieq (2002) menyatakan bahwa kondisi tanah podsolik merah kuning mengakibatkan ketersediaan P dan K rendah, kation tertukar seperti Ca dan Mg menurun, serta defisiensi hara mikro khususnya Zn, Cu, dan Mo. Jenis tanah ini juga memiliki kandungan bahan organik yang rendah.

Secara alami, keberadaan logam nikel dan logam berat lain di dalam tanah disebabkan karena adanya suatu kondisi lingkungan tanah yang mempertahankan kesetimbangan antara kation nikel ( $\text{Ni}^{+2}$ ) dan kompleks nikel ligan  $[\text{NiL}_x]^{+2}$ . Logam nikel juga terdapat dalam kisi kristal dari mineral primer dan sekunder serta pada mikroba-mikroba dalam tanah (Kitagishi dan Yamane dalam Taufieq, 2002).

### **B. Dampak Logam Berat terhadap Pencemaran Lingkungan**

Menurut Odum (1993), pencemaran adalah perubahan sifat fisik, kimia, dan biologi yang tidak

dikehendaki pada udara, tanah, dan air. Perubahan tersebut dapat menimbulkan bahaya bagi kehidupan manusia atau spesies yang berguna, proses industri, tempat tinggal, dan peninggalan kebudayaan serta dapat merusak sumber bahan mentah.

Saeni (1989) mengemukakan bahwa pencemaran lingkungan dapat diartikan sebagai peristiwa penambahan berbagai macam bahan sebagai hasil dari aktifitas manusia ke dalam lingkungan yang dapat memberikan pengaruh berbahaya terhadap lingkungan tersebut. Aktifitas manusia disini dapat diartikan sebagai kegiatan manusia yang menghasilkan limbah dari hasil proses industri. Limbah tersebut dapat berupa bahan organik maupun bahan anorganik seperti logam berat. Keberadaan logam berat apabila jumlahnya melewati suatu ambang batas yang dapat ditampung oleh lingkungan, maka dapat menjadi zat pencemar bagi lingkungan. Zat pencemar adalah zat yang mempunyai pengaruh menurunkan kualitas lingkungan atau menurunkan nilai lingkungan itu.

### **C. Penggunaan Zeolit untuk Menjerap Logam Berat**

Zeolit dapat digunakan untuk menjerap logam berat karena merupakan polimer anorganik yang tersusun dari satuan berulang berupa tetrahedral  $\text{SiO}_4$  dan  $\text{AlO}_4$ , dimana ikatan tetrahedral terbentuk dengan pemakaian bersama satu atom oksigen oleh dua tetrahedral sehingga setiap tetrahedral akan berikatan dengan empat tetrahedral lain. Polimer yang terbentuk merupakan jaringan tetrahedral tiga dimensi berupa kristal-kristal yang didalamnya terdapat saluran-saluran pori dan rongga-rongga yang tersusun secara beraturan. Biasanya rongga-rongga ini terisi oleh air dan kation yang dapat dipertukarkan dan memiliki ukuran pori tertentu. Struktur

dan komposisi zeolit seperti itu membuat zeolit mempunyai sifat sangat berpori karena kristal zeolit sebenarnya merupakan kerangka yang terbentuk dari jaringan tetrahedral yang berfungsi untuk menjerap logam berat dengan permukaan yang luas (Poerwadi, 1995).

#### **D. Pemanfaatan Ampas Tahu sebagai Pupuk Organik**

Limbah industri pengolahan makanan dapat menimbulkan masalah dalam penanganannya karena mengandung sejumlah besar karbohidrat, protein, lemak, garam mineral, dan sisa bahan kimia yang digunakan dalam pengolahan. Sebagai contoh, limbah dari industri tahu dapat menimbulkan bau yang tidak diinginkan dan mencemari lingkungan (Jenie dan Rahayu dalam Taufieq, 2006).

Industri tahu menghasilkan limbah dalam bentuk cair dan dalam bentuk padat (ampas tahu). Ampas tahu ini jumlahnya 10% dari berat kedelai yang merupakan bahan baku utama industri tahu (Rustam, 1996). Menurut Mangimba dalam Nur (2002), ampas tahu adalah hasil sisa dari pembuatan tahu yang tertinggal dalam saringan sewaktu menyaring bubur kacang kedelai sebelum proses penggumpalan. Ampas tahu masih mengandung hara dan bahan organik sehingga memberikan indikasi bahwa ampas tahu dapat dijadikan alternatif untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman.

Salah satu alternatif untuk meningkatkan kadar unsur hara dalam tanah adalah memanfaatkan bahan organik yang berasal dari sisa tanaman dan binatang. Alternatif yang lain adalah memanfaatkan limbah organik yang berasal dari sampah kota, sampah rumah tangga, dan juga limbah hasil industri (Untung, 1997).

Bokashi adalah hasil fermentasi bahan organik dengan teknologi EM<sub>4</sub> yang dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk meningkatkan kesuburan tanah, pertumbuhan, dan produksi tanaman. Bokashi dapat di buat dalam beberapa hari dan dapat langsung digunakan sebagai pupuk. Bokashi sangat berguna bagi petani sebagai sumber pupuk organik yang siap pakai dalam waktu singkat dengan biaya murah (Anonim, 1995<sup>b</sup>).

#### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Wawondula, Kecamatan Towuti, Kabupaten Luwu Timur. Pembuatan bokashi ampas tahu dilakukan di *Green House* Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Makassar. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin. Penelitian ini bersifat eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga perlakuan dan ulangan sebanyak tiga kali.

Rincian perlakuan adalah sebagai berikut :

1. Perlakuan 1 ; Z0 = tanpa pemberian zeolit dan B0 = tanpa pemberian bokashi (kontrol)
2. Perlakuan 2 ; Z1 = 2 ton/ha dan B2 = 6 ton/ha
3. Perlakuan 3 ; Z1 = 2 ton/ha dan B2 = 6 ton/ha di tambah dengan pupuk N dan P.

Pengolahan tanah dilakukan dengan menggunakan pacul pada kedalaman 20 cm. Setelah perataan, tanah dibuat berpetak-petak dengan ukuran 1m x 2m sebanyak 3 petak untuk setiap kelompok. Jarak antar petak dalam satu kelompok 0,5m; sedang jarak antar kelompok 1m. Penanaman dilakukan dua

minggu setelah pemberian zeolit dan bokashi ampas tahu. Benih jagung ditanam sebanyak 4 biji per lubang dengan jarak tanam 75 cm x 40 cm dan diperjarang bila tanaman tumbuh semua sehingga yang tersisa hanya dua tanaman saja. Pemberian pupuk dasar sesuai perlakuan dilakukan secara larikan dengan jarak 10 cm disamping baris tanaman.

Parameter yang diamati adalah kadar nikel dalam tanah, Al-dd tanah, dan kandungan Fe tanah. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis variansi; bila terdapat pengaruh nyata dari perlakuan yang diberikan, maka pengujian dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengaruh Zeolit dan Bokashi Ampas Tahu terhadap Kadar Nikel Tanah

Perlakuan yang diberikan mampu menurunkan kadar nikel dalam tanah. Hal ini jelas terlihat dari kadar nikel dalam tanah yang tidak ditambahkan zeolit dan bokashi ampas tahu yaitu 1,86% (ZOB0) mengalami perubahan setelah pemberian perlakuan yaitu 1,56% (Z1B2NP) dan 1,40% (Z1B2).

Pemberian perlakuan Z1B2 cenderung menurunkan kandungan nikel dalam tanah dibanding dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena zeolit mampu menjerap nikel dalam tanah dimana atom pusat  $\text{Si}^{4+}$  diganti oleh  $\text{Al}^{3+}$  sehingga terbentuk muatan negatif satu dalam tetrahedral. Muatan negatif ini menjadi netral dengan diikatnya logam nikel pada jaringan tetrahedral sehingga semakin banyak jumlah zeolit yang diberikan dan semakin berkurang konsentrasi nikel yang terlarut dalam tanah.

### B. Pengaruh Zeolit dan Bokashi Ampas Tahu terhadap Al-dd Tanah

Pemberian zeolit dan bokashi ampas tahu mampu menurunkan Al-dd tanah. Hal ini jelas terlihat dari Al-dd tanah yang tidak ditambahkan zeolit dan bokashi ampas tahu yaitu 0,05 cmol/kg (ZOB0) mengalami perubahan setelah pemberian perlakuan Z1B2 yaitu 0,02 cmol/kg, tetapi pemberian perlakuan Z1B2NP tidak mengubah Al-dd tanah yaitu 0,05 cmol/kg.

Pemberian zeolit dan bokashi ampas tahu menyebabkan konsentrasi Al dalam tanah menurun. Hal ini disebabkan karena hidrogen yang diikat oleh koloid organik dan liat, berionisasi dan dapat digantikan. Demikian pula ion hidroksi  $\text{Al}^{3+}$  yang terjerap akan dilepaskan dan membentuk  $\text{Al}(\text{OH})_3$  sehingga terjadilah pertukaran kation pada koloid liat.

### C. Pengaruh Zeolit dan Bokashi Ampas Tahu terhadap Kadar Fe Tanah

Pemberian zeolit dan bokashi ampas tahu mampu menurunkan kadar Fe dalam tanah. Hal ini jelas terlihat dari Fe tanah yang tidak ditambahkan zeolit dan bokashi ampas tahu yaitu 24,35 ppm (ZOB0) mengalami perubahan yaitu 18,04 ppm (Z1B2NP) dan 15,32 ppm (Z1B2).

Penggunaan Z1B1 terlihat rata-rata nilai kadar Fe dalam tanah yang terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pemberian zeolit dan bokashi ampas tahu menyebabkan tingkat kelarutan ion logam berat seperti  $\text{Fe}^{3+}$  yang dominan pada tanah Podsolik merah kuning semakin menurun karena  $\text{Fe}^{3+}$  berada dalam keadaan teroksidasi pada lapisan olah menjadi  $\text{FePO}_4$  (Hardjowigeno, 2003). Adapun bahan organik yang berasal dari bokashi ampas tahu mengandung gugus OH<sup>-</sup> yang dapat menjerap logam berat yang terlarut

sehingga konsentrasi  $\text{Fe}^{3+}$  dalam tanah menjadi semakin rendah (Anonim, 1991).

## KESIMPULAN

Perlakuan zeolit 2 ton/ha dan bokashi ampas tahu 6 ton/ha efektif untuk menurunkan kadar nikel dalam tanah dari 2,6% menjadi 1,4%, menurunkan Al-dd tanah dari 0,645 cmol/kg menjadi 0,02 cmol/kg, menurunkan kadar Fe dalam tanah dari 24,58 ppm menjadi 15,32 ppm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1991. *Kimia Tanah*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Lampung.
- Anonim. 1995<sup>a</sup>. *PT. Inco: Partner in Progress*. Brosur. PT. Inco. Ujung Pandang.
- Anonim. 1995<sup>b</sup>. *Bokashi, Cara Pembuatan dan Aplikasi*. Jakarta: PT. Songgolangit Persada.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Cetakan Kelima. Jakarta : Akademika Pressindo.
- Hasanah, U., Khunur, M., dan Ismuyanto, B. 1998. *Studi Kelayakan Zeolit Alam di Daerah Blitar Sebagai Adsorben Untuk Alizarin Red*. Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Teknik (Engineering) Volume 10 Nomor 1. Universitas Brawijaya. Malang.
- Lembaga Penelitian Tanah Bogor. 1987. *Prospek Podsolik Merah Kuning untuk Perluasan Areal Pertanian*. Rapat Kerja Perluasan Areal Pertanian. Cipayung.
- Mc. Donald, R.C. 1985. *Field Soil Study*. Mountain Cottonredland by Runcorn. Australia Society Soil Science. Brisbane. Australia.
- Nur, F. 2002. *Pemanfaatan Ampas Tahu dalam Mengembangkan Pertanian yang Ramah Lingkungan*. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Odum, E.P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Poerwadi, B. 1995. *Prospek Pemanfaatan Zeolit Alam Indonesia Sebagai Adsorben Limbah Cair dan Media Fluidisasi Dalam Kolom Fluidisasi*. Laporan Penelitian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Rustam, Y. 1996. *Bakteri yang Berpengaruh pada Limbah Cair Tahu*. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Saeni, M.S. 1989. *Kimia Lingkungan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat. Universitas Ilmu Hayat Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sariwahyuni. 2000. *Laju Penjerapan  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ , dan  $\text{Ni}^{2+}$  Dengan Penambahan Bahan Organik (Ganggang Coklat) Pada Tanah Lokasi Pertambangan Nikel di Pomalaa*. Tesis. Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Taufieq, Nur Anny S. 2002. *Penggunaan Zeolit dan Bokashi Sampah Domestik untuk Menurunkan Konsentrasi Nikel dan Memperbaiki Beberapa Sifat Kimia Tanah Podsolik Merah Kuning di Soroako*. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Taufieq, Nur Anny S. 2006. *Dampak Limbah Bahan Organik Terhadap Lingkungan Perairan*. Jurnal Alumni Edisi Khusus, Nopember 2006. ISSN 0853-3571. Ikatan Alumni (IKA) Universitas Negeri Makassar. Makassar.