

## PEMBUATAN ZEOLIT TERMODIFIKASI HEKSADESILTRIMETILAMONIUM (HDTMA) UNTUK APLIKASI PUPUK N SLOW RELEASE

### MAKING OF MODIFIED ZEOLITE OF HEXSADESILTRIMETYLAMONIUM (HDTMA) FOR N SLOW RELEASE FERTILIZER APPLICATIONS

*Tidora Juliana Worisio dan Dina Kartika Maharani\**

*Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences*

*Universitas Negeri Surabaya*

*Jl. Ketintang, Surabaya (60231), Telp. 031-8298761*

*\* Corresponding author, email: dinakartika@unesa.ac.id*

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pelepasan kadar nitrogen pada sampel pupuk dengan variasi perbandingan volume zeolit dengan massa surfaktan kationik serta mengetahui karakterisasi kimia pada FTIR. Pada penelitian ini digunakan zeolit alam dan heksadesiltrimetilammonium (HDTMA) sebagai bahan utama. Pembuatan pupuk dalam penelitian ini dengan cara aktivasi zeolit alam menggunakan HCl 1M lalu di tambahkan surfaktan HDTMA 0.05M dengan perbandingan 1:1, 1:3, 1:5, kemudian ditambahkan larutan NaNO<sub>3</sub> 0,05M sebagai sumber nitrogen yang kemudian diuji slow release pada tanah selama 7 hari. Pada hasil karakterisasi kimia dari FTIR menunjukan adanya pergeseran pita pada zeolit teraktivasi, zeolit termodifikasi HDTMA (1:1), dan ZMS(I). Hasil pengujian pelepasan kadar nitrogen pada hari ke-0 ZMS (I) lebih kecil 0,00059% namun pada hari ke 7 pelepasan nitrogen yang lebih kecil pada zeolit teraktivasi 1,3339% dibandingkan ZMS (I) yang pada hari ke 7 sebesar 1,625%.

**Kata kunci :** Pupuk slow release, Zeolit, Heksadesitrimetilammonium (HDTMA), NaNO<sub>3</sub>

**Abstract.** This study aims to determine the release of nitrogen levels in fertilizer samples by varying the ratio of zeolite volume to cationic surfactant mass and knowing the chemical characterization of FTIR. In this study natural zeolite and hexadecyltrimethylammonium (HDTMA) were used as the main ingredients. Fertilizer production in this study by activating natural zeolite using 1M HCl then added surfactant HDTMA 0.05M with a ratio of 1: 1, 1: 3, 1: 5, then added a 0.05M NaNO<sub>3</sub> solution as a nitrogen source which then tested slow release on land for 7 days. The results of the chemical characterization of FTIR showed a band shift in activated zeolite, HDTMA modified zeolite (1: 1), and ZMS (I). The release of nitrogen levels on day 0 of ZMS (I) was smaller than 0,00059% but on day 7 the nitrogen release was smaller in zeolite activated by 1.3339% compared to ZMS (I) which on day 7 was 1,625%.

**Key words:** Slow release fertilizer, Zeolite, Hexadesitrimetilammonium (HDTMA), NaNO<sub>3</sub>

## PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan faktor penting dalam kehidupan manusia di dunia untuk menunjang ketersediaan bahan makanan namun sektor ini juga mendapatkan beberapa tantangan. Salah satu tantangan tersebut adalah peningkatan populasi, tantangan lainnya penggunaan lahan-lahan baru (marginal) dalam bidang pertanian, berbasis tanah Ultisol dan Oxisol yang dapat

berpotensi meningkatkan produksi pertanian tetapi menghadapi kendala yaitu rendahnya kesuburan atau produktivitas tanah, terutama pada wilayah beriklim basa seperti Sumatera, Kalimantan, dan Papua. Hal tersebut mengakibatkan kenaikan signifikan dalam jumlah penggunaan pupuk untuk meningkatkan kesuburan tanah dalam rangka mempercepat perolehan hasil pertanian per hektar [1]. Namun penggunaan pupuk yang tidak terkontrol dapat menimbulkan dampak

negative yang serius dalam bidang pertanian yaitu menyebabkan kerugian karena sekitar 40-75% nutrisi pupuk mulai hilang, akibatnya pertumbuhan tanaman menurun dan menimbulkan permasalahan lingkungan [2].

Menurut Akinrinde (2004), ketersediaan nutrisi bagi tumbuhan yang terdapat pada tanah sangat menunjang pertumbuhan yang optimal. Nutrisi tanaman disebarkan karena adanya pertukaran ion - ion aktif. Saat pertukaran ion-ion positif (kation) seperti ion  $H^+$  dapat ditukar dengan kation sejenis seperti ion  $K^+$  atau ion  $NH_4^+$ . Di bidang pertanian, alasan utama penggunaan pupuk adalah memberi nutrisi mikro dan makro penuh yang biasanya kekurangan pada tanah [3].

Nitrogen (N) adalah salah satu unsur hara makro yang sangat penting bagi tanaman tetapi mudah hilang dari tanah. Kehilangan nitrogen terutama disebabkan karena tercuci oleh air melalui perkolasi dan aliran permukaan, berubah bentuk sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman lagi, dan menguap ke atmosfer melalui proses volatilisasi [4].

Untuk mencegah masalah yang timbul dari kelarutan tinggi Pupuk N dan potensi kerentanannya terhadap pencucian, terutama dalam bentuk nitrat, salah satu usaha yang dilakukan adalah dengan membuat pupuk nitrogen dalam bentuk Pupuk slow release (SRF) dan pupuk pelepasan terkendali (CRF) Telah dikembangkan [5].

Pelepasan terkendali yang lambat Pupuk juga bisa memperbaiki tanah dengan menurunkan racun Efek yang terkait dengan penerapan pupuk berlebihan [6]. Sehingga dibutuhkan pelapis (coating) nitrogen sebagai makro nutrisi yang dibutuhkan tanaman yang ramah lingkungan yang dapat mencegah release nitrogen yang berlebihan.

Zeolit adalah mineral alami berpori super (bagian dari kelompok alumina terhidrasi silikat) membawa muatan negatif yang diimbangi dengan kation bebas bergerak dengan muatan positif; ini memberikan ikatan yang ideal untuk kation positif seperti amonium dan potasium yang kemudian dilepaskan yang sepadan dengan nutrisi yang dibutuhkan tanaman [7], kemurnian yang rendah dari zeolite alam menyebabkan pemanfaatannya yang tidak optimal dibandingkan dengan zeolite sintesis [8].

Sifat pertukaran kation zeolit alam dapat ditingkatkan dengan memodifikasi permukaan secara kimia menggunakan senyawa, terutama

anion [9] dan organik non-polar [10]. Salah satu senyawa yang digunakan yaitu amina kuaterner hexadecyltrimethylammonium (HDTMA) adalah surfaktan kationik rantai panjang yang memiliki muatan positif permanen. Pemuatan maksimum HDTMA adalah sekitar 200% dari kapasitas tukar kation eksternal zeolite (ECEC). Pada maksimum serapan HDTMA, molekul surfaktan membentuk lapisan ganda pada permukaan zeolit membentuk interaksi elektrostatik antara lapisan bawah permukaan zeolit bermuatan negatif dan kepala surfaktan bermuatan positif, sementara lapisan atas terikat ke lapisan bawah oleh gaya hidrofobik antara kelompok ekor surfaktan di kedua lapisan. Di bawah konfigurasi bilayer surfaktan, zeolit menghasilkan afinitas, penyerapan, dan retensi yang lebih tinggi kontaminan anionik bermuatan negatif yang dikaitkan dengan permukaan pertukaran anion [11].

Proses pembuatan pupuk *slow release* dengan zeolite alam yang dimodifikasi dengan surfaktan kationik yaitu heksadecyltrimethylammonium (HDTMA) sesuai dengan yang dilakukan oleh Raheleh Malekian *et al.*, (2011). Penggunaan zeolit termodifikasi surfaktan HDTMA, yang merupakan jenis penukar anion murah, untuk menghilangkan kontaminan anionik dari air.

## METODE PENELITIAN

### Alat

- Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: gelas kimia 50mL, gelas ukur, pipet tetes, labu ukur 1000mL, spatula, neraca analitik, vakum, oven, corong, kertas saring, kondensor, ayakan,
- Karakterisasi menggunakan: Spektroskopi FT-IR, SEM (Scanning Electron Microscopy), dan spektroskopi UV-Vis,

### Bahan

Bahan yang digunakan antara lain: Zeolite alam, larutan HDTMA 0,05M, dan larutan  $NaNO_3$  0,05M, aquades, Larutan HCl 1M,

## PROSEDUR PENELITIAN

- Aktivasi zeolite alam  
Zeolite alam 60gram diaktivasi menggunakan 600 mL HCl 1 M menggunakan *magnetic stirrer* dengan pemanas selama 1 jam [9].

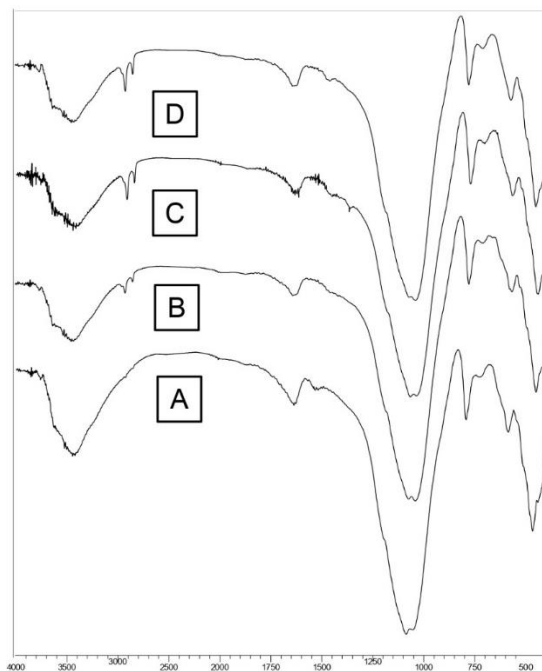
- b. Modifikasi zeolite dengan surfaktan HDTMA  
Zeolite dimodifikasi dengan surfaktan kationik HDTMA dibuat variasi perbandingan antara massa zeolite dengan volume larutan HDTMA, disiapkan 60 gram zeolite sebanyak 3 dilarutkan dalam 60 mL, 180 mL, dan 300mL larutan HDTMA 0,5M diaduk menggunakan shaker selama 24 jam pada 150 rpm dengan suhu ruang, setelah itu disentrifuge selama 20 menit pada 5000 rpm
- c. Pembuatan Pupuk N *slow release*  
Sintesis pupuk N Slow release dilakukan dengan cara pencampuran zeolite termodifikasi dengan larutan  $\text{NaNO}_3$  sebanyak 100 mL menggunakan magnetic stirrer selama 3 jam lalu dioven pada suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 3 jam
- d. Uji *Slow release*  
Pengujian slow release dilakukan pada tanah selama 7 hari, sampel pupuk ditimbang sebanyak 1 gram dicampur dengan tanah diletakkan pada wadah yang telah dilengkapi dengan pada kertas saring yang telah ditimbang, dan kapas kaca, kemudian disiram menggunakan aqua DM sebanyak 180mL dibiarkan selama 24 jam pada suhu ruang ( $25^\circ\text{C}$ )

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi FTIR

Pada tahap ini pengujian ktrakterisasi menggunakan FTIR dari beberapa sampel yaitu, zeolit yang teraktivasi, ZMS dengan perbandingan 1:1, 1:3 dan 1:5 disajikan pada Gambar 1. Hasil FTIR dari zeolit (A) menunjukkan adanya puncak yang muncul pada daerah bilangan gelombang sekitar  $3400\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus O-H serta puncak pada bilangan gelombang sekitar  $800\text{-}400$  yang menunjukkan serapan khas gugus Si-O dan Al-O yang merupakan gugus fungsi zeolit. Puncak yang muncul pada daerah bilangan gelombang daerah serapan sekitar  $820\text{-}650\text{ cm}^{-1}$  mewakili vibrasi ulur simetri O-Si-O dan O-Al-O, serta vibrasi tekuk dari Si-O dan Al-O pada zeolit muncul pada daerah serapan  $500\text{-}420\text{ cm}^{-1}$ .

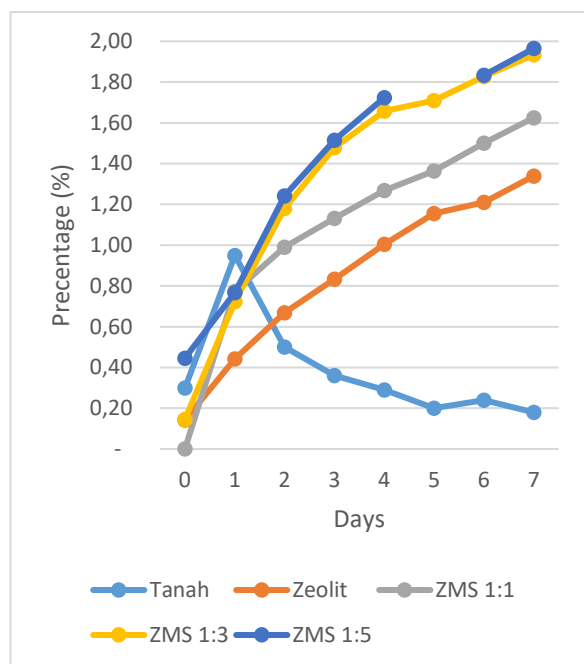
Seiring dengan ditambahkannya HDTMA dengan variasi 1:1 (B), 1:3 (C) dan 1:5 (D) intensitas dari puncak yang muncul akan semakin berkurang hal ini menunjukkan terjadinya interaksi antara zeolit dengan HDTMA maupun dengan  $\text{NaNO}_3$ . Namun perubahan intensitas puncak pada ZMS 1:1, ZMS 1:2 dan ZMS 1: 3 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.



Gambar 1. Hasil FTIR Zeolit teraktivasi

### Uji Slow Release Nitrogen

Hasil dan pembahasan tahap ini akan dijelaskan hasil uji slow release pada tanah selama 7 hari yang telah dilakukan menggunakan zeolite termodifikasi HDTMA. Berdasarkan Gambar 2 pelepasan kadar nitrogen pada hari ke 0 pada masing-masing sampel zeolit+ $\text{NaNO}_3$  % = 0,143, ZMS(I) % = 0,00059 ZMS(II) = 0,146, ZMS(III) % = 0,446, berdasarkan Hasil ini sesuai dengan The European Standardization Committee (CEN) yang menunjukkan bahwa pelepasan pupuk slow release fertilizer untuk kadar pelepasan awal adalah tidak lebih dari 15% yang terlepas dalam 24 jam dan kadar pelepasan pada hari ke – 28 adalah tidak lebih dari 75% (Trenkel, 2010). Hasil pelepasan kadar N pada masing-masing sampel yang paling kecil selama 7 hari pada zeolit+ $\text{NaNO}_3$  dan pada masing-masing sampel cenderung stabil.



Gambar 2. Persen Pelepasan Nitrogen dalam tanah

Hasil pelepasan pupuk zeolite dengan modifikasi HDTMA yaitu sampel ZMS 1:1 pada hari pertama menghasilkan pelepasan Nitrogen yang paling kecil. Hal ini menandakan HDTMA dapat berfungsi sebagai crosslink pada zeolite yang dapat berikatan dengan Zeolit [10]. Namun pelepasan Nitrogen dengan pupuk zeolite HDTMA atau ZMS pada hari ke 1 sampai 7 menunjukkan kenaikan dibandingkan dengan pupuk zeolite saja yang dimungkinkan akibat struktur kombinasi zeolite HDTMA yang kurang stabil.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan pada pelepasan awal sampel pupuk ZMS (I) lebih kecil namun pada selang 7 hari pelepasan paling kecil pada zeolite teraktivasi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Lateef Ambreen, Nazir Rabia, Jamil Nadia, Alam Shahzad, Shah Raza, Khan Naeem Muhammad, Saleem Murtaza. 2016. Synthesis and characterization of zeolite based nanocomposite: An environment friendly slow release fertilizer. Pakistan

:*Jurnal Microporous and Mesoporous Materials*. 232 pp. 174-183.

2. Liu R, & Lal R. 2015. Potentials of Engineered Nanoparticles as Fertilizers for Increasing Agronomic Productions. *Journal of Science of the Total Environment*. 514 pp. 131–139.
3. Rameshaiah N.G. 2015. Nano Fertilizers And Nano Sensors –An Attempt For Developing Smart Agriculture. India: *Jurnal Penelitian Teknik dan Ilmu Pengetahuan Umum*. Vol 3 Issue 1.
4. Prasetyo A, Nafsiati R, Kholifah Nurul S, Botianovi A. 2012. Analisis Permukaan Zeolit Alam Malang Yang Mengalami Modifikasi Pori Dengan Uji SEM-EDS. Malang. *Jurnal sains*. Vol. 1. Nomor 2, ISSN: 2089-0699
5. Shaviv A. 2000. Advances In Controlled Release Of Fertilizers. India. *Journal of Advances. Agronomic*. 71 pp, 1-49.
6. Suman PR, Jain VK, Varma A. 2010. Role of Nanomaterials In Symbiotic Fungus Growth Enhancement. *J. Science Agricultural*. Vol. 99, pp, 1189-1191.
7. Preetha Selva.P, Subramanian S.K. 2014. Zeolite- Based Slow Release Nanoformulation Influencing Soil Fertility. Coimbatore, India. *J. Inorganic Agriculture*. Vol. 1 issue. 1 pp. 7-15.
8. Ulfah E M, Yasnuar F A, & Istadi. 2006. Optimasi Pembuatan Katlis Zeolite X dari Tawas, NaOH dan water glass dengan Response Surface Methodoly. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*. Semarang. Universitas Diponegoro.
9. Maharani, D.K., Novan A., Effect of Zeolit-Chitosan Composites Coating on Urea Fertilizer as Slow Release Fertilizer, *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS)*, Vol 8 No. 6, 2017
10. Savana, RT, Maharani, D.K. Usage of Chitosan-Silica with Crosslinking Agent as a Matrix For Slow Release Fertilizer, *Advances in Engineering Research*, Atlantis Press, volume 171, 2018

11. Malekian R., Influences of clinoptilolite and surfactant-modified clinoptilolite zeolite on nitrate leaching and plant growth, *Journal of Hazardous Material*, Vol 185, 2011