

# MODIFIKASI UREA MENJADI PUPUK LEPAS LAMBAT MENGGUNAKAN *FLY ASH* BATUBARA DAN NaOH SEBAGAI *BINDER*

Muhammad Yerizam<sup>\*</sup>, Indah Purnamasari, Abu Hasan, Robert Junaidi

<sup>\*</sup>Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya  
Jalan Srijaya Negara, Palembang 30139  
Email: yerizam@polsri.ac.id

## Abstrak

Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan urea adalah memodifikasi urea menjadi pupuk lepas lambat. Urea dilapisi dengan *fly ash*-NaOH agar memperlambat pelepasan urea ke tanah dan air sehingga mengurangi dampak pencemaran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati pengaruh komposisi, waktu pengadukan optimum, serta pengaruh panas dari ketiga komponen yaitu urea, *fly ash* batubara, dan NaOH dalam menghasilkan pupuk lepas lambat yang terbaik. Variable yang diamati adalah temperatur pencampuran, jumlah komposisi urea-*fly ash*-NaOH, dan waktu *release*. Hasil menunjukkan bahwa *fly ash* dan NaOH dapat digunakan untuk melapisi urea. Urea yang dimodifikasi dibuat tanpa pemanasan, hasilnya padatan dan keras, serta *release* ke tanah dan air cukup lama dibandingkan urea biasa. Waktu *release* dari urea modifikasi ini lebih dari 15 jam dengan berat 1 gram, dan waktu *release* di air mencapai 16 menit.

**Kata kunci** : urea, pupuk lepas lambat, *fly ash*, NaOH, binder

## Abstract

*One method to increase the effectiveness of urea is modified urea as a slow release fertilizer. Urea coated with fly ash and NaOH to control urea released in soil and water, and also to solve pollution impact. The aimed of this research are to study the best composition of urea-fly ash-NaOH, heat effect, and the best slow released fertilizer product. Fly ash and NaOH, and also urea were conducted in the mixer with specified comparison. Variables investigated were temperature mixing, composition urea-fly ash-NaOH, and time of urea release. The results showed that fly ash and NaOH can be used as a urea coating. The modified urea was produced without heating effect, solid and tough, also had long time to release in soil and water. The release time of urea modified more than 15 hours in 1 gram sample, and release in water around 16 minutes.*

**Keywords**: urea, slow release fertilizer, *fly ash*, NaOH, binder

## 1. PENDAHULUAN

Sumatera Selatan merupakan salah satu daerah yang memiliki pabrik pupuk urea. Pada tahun 2011, total permintaan pupuk urea mencapai 11,9 juta ton (Anonim, 2011). Tingginya permintaan akan pupuk urea dikarenakan pupuk urea merupakan pupuk yang memiliki unsur terpenting bagi tanaman yaitu kandungan nitrogen yang tinggi (45% - 46%), rendah biaya, dan ketersediaan komersial (Trinh dkk, 2014). Namun, urea memiliki sifat yang kurang menguntungkan yaitu higroskopis dan mudah larut dalam air sehingga jika digunakan

di lahan dengan air yang mengalir, penggunaan urea tabur menjadi sangat boros dan menyebabkan pencemaran lingkungan (Purnamasari dkk, 2012).

Untuk meningkatkan efektivitas penggunaan urea dan mengurangi pencemaran lingkungan, perlu dilakukan modifikasi pupuk urea sehingga pelepasan urea dalam air dapat dikontrol. Salah satu usaha untuk mengurangi kehilangan nitrogen adalah dengan membuat pupuk tersebut dalam bentuk *slow release*. Metode untuk meningkatkan efektifitas pemakaian pupuk

adalah dengan cara memodifikasi pupuk dan salah satu caranya adalah melapisi pupuk dengan senyawa tertentu (Blessington dkk, 2010).

Penggunaan bahan mineral pada pupuk urea dalam pembentukan pupuk lepas lambat biasanya menggunakan zeolit dan tanah liat (Yoo dan Jo, 2003). Menurut Soares (2008), zeolit dapat meningkatkan efisiensi pupuk selain itu juga mampu digunakan sebagai pertukaran ion, penjernihan air, serta memiliki kemampuan sebagai adsorben. Zeolit ini mengandung tetrahedron dari  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  dan  $[\text{AlO}_4]^{4-}$ . Atas dasar tersebut, penggunaan *fly ash* sebagai bahan pelapisan serta pertukaran ion untuk mengontrol pelepasan nitrogen dapat dilakukan karena *fly ash* batubara mengandung  $\text{SiO}_2$  sebesar 50 % dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sebesar 30%. Selama ini, berbagai pemanfaatan dari *fly ash* dengan mengetahui unsur dan mineralnya adalah sebagai bahan mentah (*raw material*) untuk produksi semen dan bahan konstruksi (Jumaeri dkk, 2007).

*Slow release* dari nitrogen dapat dikontrol melalui dua cara, yaitu pelapisan dan pertukaran ion (Elliot dan Zhang, 2005). *Fly ash* batubara yang memiliki karakteristik yang hampir sama dengan zeolit dapat dijadikan sebagai bahan mineral sebagai pengontrol *release* nya nitrogen dalam urea. Maka, didalam penelitian ini akan dikembangkan sebagai pengontrol pelepasan nitrogen pada pupuk urea adalah penggunaan *fly ash* batubara. Penggunaan binder dari senyawa organik dapat meningkatkan efisiensi nitrogen dalam pupuk sebesar 45, 4 % (Basu dkk, 2009). Binder yang digunakan dalam penelitian ini adalah Natrium hidroksida.

Pupuk lepas lambat (*slow release fertilizer*) dapat dibuat melalui proses pelapisan (*coating*) maupun pertukaran ion (Elliot dan Zhang, 2005). Keberhasilan pembuatan pupuk lepas lambat SRF (*slow release fertilizer*) merupakan faktor yang sangat penting untuk meningkatkan efisiensi pupuk nitrogen dan sekaligus meningkatkan produksi tanaman. Usaha memperlambat pelepasan nitrogen dari pupuk dapat menurunkan pencemaran lingkungan karena nitrogen dalam bentuk nitrat yang masuk ke perairan merupakan salah satu sumber pencemar air. Nitrogen dalam bentuk anorganik (nitrat, nitrit, dan amoniak) merupakan indikator pencemaran air. Nitrifikasi banyak berpengaruh terhadap kualitas lingkungan karena oksidasi dari  $\text{NH}_4^+$  yang stabil menjadi  $\text{NO}_3^-$  yang mudah

larut dapat menyebabkan pencemaran nitrat terhadap air tanah.

Pupuk dalam bentuk *slow release fertilizer* (SRF), dapat mengoptimalkan penyerapan hara oleh tanaman dan mempertahankan keberadaan hara dalam tanah, karena SRF dapat mengendalikan pelepasan unsur sesuai dengan waktu dan jumlah yang dibutuhkan tanaman. Melalui cara ini, pemupukan tanaman, yang biasanya dilakukan petani tiga kali dalam satu kali musim tanam, cukup dilakukan sekali sehingga menghemat penggunaan pupuk dan tenaga kerja (Suwardi, 1991).

Pembuatan pupuk lepas lambat melalui *coating* (pelapisan) maupun enkapsulasi sudah dilakukan beberapa penelitiannya, antara lain Purnamasari dkk (2012) memodifikasi urea menjadi SRF dengan dilapisi urea-asetaldehid. Hasil menunjukkan bahwa dihasilkan enkapsulasi urea. Stekoll (1978) telah melakukan pembuatan enkapsulasi pupuk dengan menggunakan *fish emulsion* dengan *liquefying agent* (*soy bean oil*) dan surfaktan (mono dan digliserida). Enkapsulasi lainnya pada urea dilakukan oleh Chen dkk (2007) dengan menggunakan starch-g-poly(L-lactide). Starch-g-poly(L-lactide) digunakan sebagai matriks untuk mengenkapsulasi urea. Chen dkk (2007) membandingkan urea yang dienkapsulasi dengan starch murni hanya menghasilkan efisiensi enkapsulasi sebesar 53 % sedangkan dengan menggunakan starch-g-poly(L-lactide) efisiensi enkapsulasi bisa mencapai 80 % dan pelepasan urea sampai 26 jam. Efisiensi enkapsulasi dalam penelitian Chen dkk (2007) ini adalah persentase berat urea yang terkapsulasi dengan berat urea awal.

#### Pengembangan *Slow Release Fertilizer* dengan Pemanfaatan *Fly Ash* Batubara

Kandungan utama pada *fly ash* adalah  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Kondisi silika dan alumina dalam *fly ash* yang cukup besar memungkinkan *fly ash* digunakan sebagai penukar ion yang potensial. *Fly ash* memiliki potensi besar di bidang pertanian karena kemanjurannya dalam modifikasi kesehatan tanah dan kinerja tanaman. Tingginya konsentrasi elemen (K, Na, Zn, Ca, Mg, dan Fe) di *fly ash* meningkatkan hasil yang banyak pada tanaman pertanian. Tapi dibandingkan dengan sektor lainnya, penggunaan *fly-ash* di bidang pertanian terbatas.

Basu dkk (2009) mengulas mengenai pemanfaatan *fly ash* dalam bidang pertanian, adapun manfaatnya adalah sebagai berikut.

- Fly ash* sebagai sumber nutrisi tanaman
- Fly ash* sebagai bahan kompos
- Fly ash* untuk meningkatkan hasil dan pertumbuhan tanaman
- Fly ash* sebagai penyimpan bahan kimia pupuk
- Fly ash* sebagai pestisida

Penggunaan *fly ash* bersama dengan pupuk kimia dan organik bahan secara terpadu dapat menghemat pupuk kimia serta meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk. Menurut Mittra dkk (2003), pemanfaatan yang terintegrasi dari *fly ash*, pupuk organik dan anorganik disimpan N, P dan pupuk K untuk kisaran 45,8%, 33,5% dan 69,6%, masing-masing, dan memberikan efisiensi penggunaan pupuk lebih tinggi dari pupuk kimia sendiri atau dikombinasikan penggunaan pupuk organik dan kimia di sistem tanam padi-kacang tanah.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

*Fly ash* dan NaOH dicampurkan dengan perbandingan tertentu (dalam % volume) kemudian diaduk secara merata. Urea yang telah diayak dengan jumlah tertentu (perbandingan berdasarkan % volume terhadap FA) diblending kedalam campuran FA-NaOH. Kemudian urea-FA-NaOH dibentuk menjadi pellet dan kelarutan produk didalam air dan lamanya *release* di dalam tanah diamati.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa urea modifikasi cukup baik dibentuk tanpa adanya pemanasan pada saat pencampuran. Hal ini disebabkan dari produk yang diinginkan bahwa urea modifikasi diinginkan masih dalam bentuk padatan. Pada saat pembuatan urea modifikasi dengan pemanasan, dihasilkan urea modifikasi yang sangat encer, dikarenakan NaOH dan urea yang sifatnya higroskopis yang mengakibatkan NaOH dan urea cepat sekali mengencer. Maka, dibuatlah urea modifikasi tanpa pemanasan dan dihasilkan produk pada Gambar 1 di bawah ini.



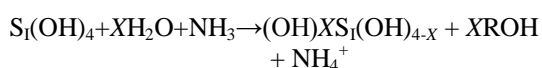
Gambar 1. Urea Modifikasi

Dari hasil urea modifikasi yang didapatkan, kemudian produk tersebut dianalisa dengan kearutannya di air dan di tanah. Air yang digunakan untuk diuji sebanyak 100 mL dan tanah sebanyak 250 gram. Dari hasil kelarutan di air, urea modifikasi dibandingkan dengan urea *prill* dengan berat yang sama didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil uji kelarutan produk

Komponen	Lama Larut dalam air
Urea	15 menit 10 detik
Urea Modifikasi	16 menit 20 detik

Dari hasil pengujian yang didapatkan, urea modifikasi cenderung lebih lama larut di dalam air. Hal ini menandakan terbentuknya ikatan yang kompleks antara urea-*fly ash* dan NaOH. Berdasarkan reaksi dibawah ini



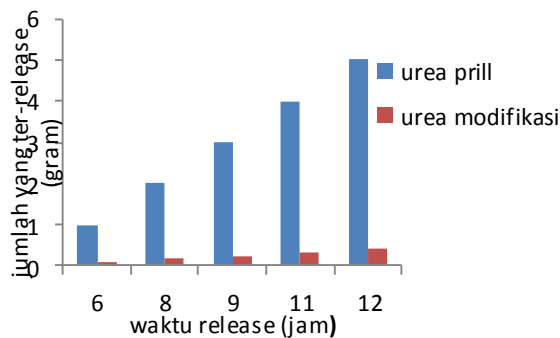
Silika dari *fly ash* dan NaOH dapat melapisi urea, sehingga yang akan *release* ke air ataupun ke tanah berupa ion ammonium.

Dari hasil uji terhadap waktu *release* yang didapatkan dalam masing-masing 250 gram sampel tanah terdiri dari lima sampel dengan perbandingan 1, 2, 3, 4, 5 gram urea dan lima sampel yang lain dengan perbandingan 1, 2, 3, 4, 5 gram urea modifikasi (SRF) adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Hasil pengujian produk setelah 12 jam

Setelah 12 jam dilakukan pengujian, urea yang berjumlah 5 gram telah habis *release* ke tanah. Sedangkan urea modifikasi yang berjumlah 1, 2, 3, 4, 5 jam masih banyak bersisa bahkan pengamatan dilanjutkan sampai lebih dari 15 jam. Hubungan antara waktu *release* dan jumlah urea yang ter-*release* ditanah digambarkan sebagai berikut.



**Gambar 3.** Banyaknya urea yang *ter-release*

Dari Gambar 3. terlihat bahwa urea modifikasi memiliki waktu *release* yang lama, hal ini mengindikasikan bahwa produk urea yang dimodifikasi cukup baik digunakan sebagai pupuk lepas lambat. Hasil produk yang dihasilkan cukup padat dan keras jika dibandingkan dengan urea *prill* biasa. Akan tetapi penganalisaan lebih lanjut mengenai karakteristik dan komposisi *release* didalam tanah masih perlu dilakukan.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan, maka dapat disimpulkan:

- Fly ash* dan NaOH dapat dipakai sebagai pelapis yang baik dalam pembuatan *slow release fertilizer*
- Urea yang dimodifikasi cenderung lebih keras dan tidak lebih cepat larut dari urea biasa
- Release* urea modifikasi lebih lama dibandingkan dengan urea biasa dengan jumlah berat yang sama, waktu yang diamati selama 12 jam. Urea dengan berat 5 gram sudah habis, sedangkan urea modifikasi masih banyak bersisa.
- Urea termodifikasi memiliki waktu *release* lebih dari 15 jam.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Sriwijaya atas *support* materil yang diberikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada PT Semen Baturaja atas penyediaan *fly ash* sebagai bahan untuk penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. Kebutuhan Pupuk Urea di Indonesia. Departemen Pertanian.
- Basu, M., Pande, M., Bhadoria, P.B.S., dan Mahapatra, S.C. 2009. Potential fly-ash utilization in agriculture: A global review. *Progress in Natural Science* 19 (2009)

1173–1186. online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

- Blessington, T.M., Clement, D. L., dan Williams, K.G. 2017. *Slow Release Fertilizers*. Central Maryland Research and Education Center, University of Maryland. Tanggal akses: 17 April 2017.
- Chen, L., Xie, Z., Zhuang, X., Chen, X., dan Jing, X.. 2007. Controlled Release Urea Encapsulated by Starch-g-poly (L-lactide), pp.342-348. *Carbohydrate Polymers*, Science Direct.
- Elliot, A.D., dan Zhang, D. 2005. Controlled Zeolite Fertilizers: A Value Added Product Produced From Fly Ash. *World of Coal Ash (WOCA)*, April 11-15, 2015, Lexington, Kentucky, USA. <http://www.flyash.info>
- Jumaeri, Astuti, W., dan Lestari, W.T.P. 2007. Preparasi dan Karakterisasi Zeolit dari Abu Layang Batubara secara Alkali Hidrotermal. *Reaktor*, Vol. 11 No.1, Juni 2007, Hal. : 38-44.
- Mittra, B.N., Karmakar, S., Swaine, D.K, dan Ghosh, B.C. 2003. Flyash – a potential source of soil amendment and component of integrated plant nutrient supply system. In: *International ash utilization symposium Center for Applied Energy Research*. University of Kentucky Paper # 28.
- Purnamasari, I., Rochmadi, dan Sulisty, H. 2012. Kinetika Reaksi Polimerisasi Urea-Asetaldehid dalam Proses Enkapsulasi Urea. *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol. 6, No. 2, 2012.