



## **PEMBUATAN UREA PELEPASAN TERKENDALI MELALUI PELAPISAN DENGAN AMILUM MENGGUNAKAN TEKNOLOGI FLUIDIZED BED SPRAY**

**Khair Ivanky (L2C008069) dan Rizki Tri Wahyudi (L2C008096)**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058  
Pembimbing: Dr. Ing. Suherman, ST, MT

### **Abstrak**

*Indonesia adalah salah satu konsumen terbesar pupuk nitrogen. Namun penggunaan pupuk selama ini tidak efisien karena 20-70% kandungan nitrogen dalam pupuk cepat larut dalam air. Oleh karena itu, perlu dilakukan pelapisan urea dengan polimer untuk meningkatkan efisiensi pupuk agar nitrogen yang terserap lebih banyak. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi pupuk urea yaitu melapisi urea dengan bahan pelapis yang dikenal dengan nama Slow Release Fertilizer (SRF) dimana komponen yang dikontrol adalah Nitrogen. Pelapisan urea telah banyak dipelajari oleh banyak peneliti, diantaranya pelapisan urea dengan polimer yang dilakukan oleh Liu (2008). Polimer yang digunakan dalam penelitian ini adalah Amilum serta Polivinil Alkohol (PVA) yang berfungsi sebagai perekat dalam larutan pelapis. Rentang suhu yang digunakan berkisar antara 35<sup>o</sup>C-50<sup>o</sup>C, konsentrasi amilum yang digunakan 10%-50% berat pelapis, dan PEG sebagai bahan tambahan. Alat yang digunakan adalah fluidized bed spray sebagai media untuk melapisi dan mengeringkan urea. Hasil yang diperoleh adalah Semakin tinggi suhu operasi maka efisiensi pelapisan semakin menurun, laju disolusi semakin menurun dan dustiness semakin menurun. Semakin tinggi konsentrasi pelapis maka efisiensi pelapisan akan semakin meningkat, laju disolusi semakin menurun dan dustiness semakin meningkat. Mikroskopi analisis struktur morfologi sebagai partikel urea dilapisi dengan menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) menunjukkan ada diperoleh dua lapisan.*

**Kata Kunci:** *Slow release fertilizer, urea, amilum, PVA*

### **Abstract**

*Indonesia is one of the largest consumer of nitrogen fertilizer. However, the use of fertilizers has been inefficient because 20-70% content of nitrogen in fertilizers quickly dissolve in water. Therefore, the necessary coating urea with polymer to improve the efficiency of fertilizer nitrogen absorbed so much more. One way to improve the efficiency of urea fertilizer is urea coated with the coating material known as Slow Release Fertilizer (SRF) which is a nitrogen-controlled components. Coating of urea has been widely studied by many researchers, such as urea to the polymer coating is carried out by Liu (2008). The polymers used in this study is Poly vinyl Alcohol and starch which serves as an adhesive in a coating solution. The range of temperatures used ranged from 35<sup>o</sup>C-50<sup>o</sup>C, the concentration of starch are used 10% -50% by weight of coating, and PEG as additives. The tools used are fluidized bed as a medium spray to coat and dry urea. The results showed that the higher the operating temperature of the coating efficiency decreases, the dissolution rate decreases and the decrease dustiness. The higher the concentration of coating then the coating efficiency is increased, decreased dissolution rate and increasing dustiness. Microscopy analysis of morphology structure as coated urea particle by using Scanning Electron Microscopy (SEM) show there is obtained two layers.*

**Keywords:** *Slow release fertilizer, urea, amylum, PVA*

## Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara terbanyak yang mengkonsumsi pupuk nitrogen. Pada tahun 2010, total permintaan pupuk mencapai 11,1 juta ton. Oleh karena itu, pupuk merupakan isu besar bagi Indonesia, sebagai contoh pada tahun 2010, subsidi pupuk dari APBN mencapai Rp. 19,3 triliun. Salah satu penyebab tingginya subsidi adalah tidak efisiennya dalam penggunaan pupuk. Hal itu disebabkan 20-70% dari pupuk yang digunakan akan hilang kelingkuhan, mengakibatkan masalah serius bagi lingkungan dan tingginya biaya. Kehilangan ini disebabkan karena *leaching* ketanah, dekomposisi, dan volatilisasi amonium ditanah, penanganan, dan penyimpanan (Shavivand Mikkelsen, 1993). Oleh karena itu, akhir-akhir ini, banyak negara mengembangkan teknologi pelepasan lambat, dengan cara pelapisan, untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk.

Sementara itu, pada akhir-akhir ini, ada peningkatan penggunaan teknologi unggul terfluidikan untuk proses pelapisan partikulat. Dalam pelapisan partikulat, unggul terfluidikan memiliki banyak kelebihan dibandingkan teknologi konvensional seperti, *pans*, *drums* dan *mixers*. Unggul terfluidikan memiliki laju perpindahan panas dan massa yang tinggi, sehingga distribusi suhu lebih seragam, dan proses relatif singkat (Morl et. Al., 2007; Saleh, et. Al. 2007; Jacob, 2007).

Pelapisan urea telah dipelajari oleh banyak peneliti, dengan berbagai teknik dan bahan yang berbeda. The Tennessee Valley Authority (TVA) pertama kali mengembangkan proses pelapisan urea dengan sulfur secara kontinu pada rotary drum (Blouindkk, 1971). Salman (1989) melapisi urea dengan polietilen. Posey dan Hester (1991) melapisi urea dengan film LDPE. Tangboriboorantdkk, (1996) melakukan pelapisan urea dengan *ruber latex*.

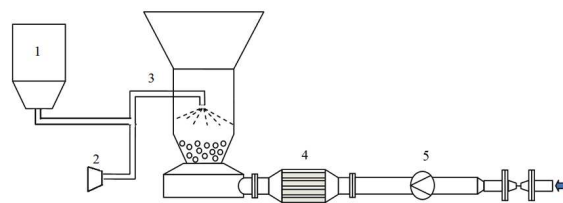
Selanjutnya, akhir-akhir ini ada peningkatan upaya penggunaan polimer yang dikombinasikan dengan amilum sebagai material pelapis. Amilum merupakan polimer polisakarida yang tersedia dalam jumlah sangat berlimpah. Amilum ini bias diblending dengan polimer sintesis *polivinil alcohol* (PVA) yang telah dipelajari sebagai polimer *biodegradable*. (Chiellini, dkk, 1999; Tudorachi, dkk, 2000; Hana, dkk 2009; Chen dkk, 2008). Amilum adalah biopolimer yang murah dan sangat *biodegradable*. Oleh karena itu, dalam makalah ini akan dibahas pelapisan urea menggunakan polimer amilum dari tepung tapioca dan *polyvinil alcohol* (PVA) melalui penyemprotan di unggul terfluidikan. Variable yang akan dibahas pengaruh suhu dan jumlah amilum terhadap efisiensi pelapisan, laju disolusi, dan *dustiness*

## Metodologi

Bahan yang digunakan yaitu urea, polivinil alkohol, amilum dari tepung tapioka, polietilen glikol,

pewarna, dan aquadest. Urea di screening menggunakan alat *shieve shaker* dengan ukuran 50 mesh sampai mendapatkan ukuran yang seragam, kemudian urea yang sudah seragam ditimbang sebanyak 100gr untuk dilapisi untuk setiap run-nya..

Pada pembuatan cairan pelapis aquadest disiapkan sebanyak 30 ml dan dimasukkan ke dalam beaker glass. Kemudian PVA, Amilum, dan PEG dimasukkan kedalam aquadest sesuai variabel yang sudah di tentukan. Larutan diaduk dengan magnetic stirrer dan panaskan sampai 50°C. Partikel Urea 100gr berat ditempatkan pada fluidized bed. Cairan pelapisan material 4 mL/menit. Produk dianalisa setelah 35 menit fluidisasi yaitu dengan analisa laju disolusi, efisiensi pelapisan, dan *dustiness*. Gambar 1. Menunjukkan skema peralatan eksperiment.



Gambar 1. Skematisrangkaiantperalatan

Parameter yang divariasikan adalah suhu udara pengering 35-50°C, konsentrasi PVA dan amilum yang digunakan 10%-50% berat pelapis, dan PEG sebagai bahan tambahan.

Laju disolusi diukur dengan menempatkan 5gr partikel urea dalam beaker glass yang mengandung 50ml aquadest dipertahankan pada suhu kamar. Catat waktu yang dibutuhkan pelarutan urea tersebut (Philippe, 1983)

Efisiensi pelapisan diukur dengan menghitung selisih berat urea setelah pelapisan dengan berat urea sebelum pelapisan (Kmie'c dan Kucharski 1988)

$$\eta = \frac{M_f - M_o}{M_o} \times 100$$

$\eta$  Efisiensi pelapisan      $M_f$  Berat setelah pelapisan

$M_o$  Berat sebelum pelapisan

*Dustiness*, diukur menggunakan alat bunker funnel. Dimana 10gr urea terlapisi dimasukkan ke dalam bunker funnel. Kemudian udara ditransmisikan ke bagian bawah bunker funnel dengan tekanan 10 psi selama 5 menit, lalu ditimbang kembali berat urea tersebut.

$$\text{Dustiness} = \frac{10 - M_d}{10} \times 100\%$$

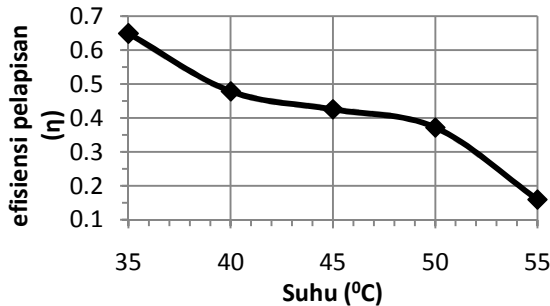
$M_d$  Berat urea setelah dimasukkan ke dalam bunker funnel

Analisa mikroskopis dilakukan menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk melihat

morfologi partikel. Observasi dilakukan dengan SEM dalam pembesaran 50X dan 500X.

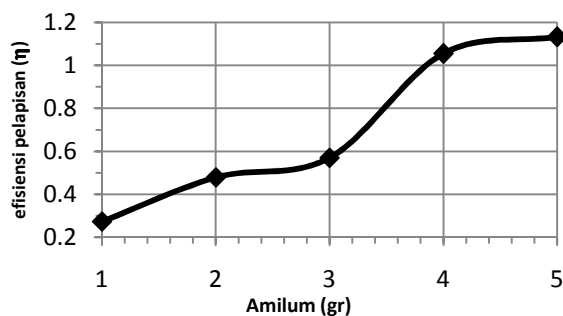
**HasildanPembahasan**

**1. EfisiensiPelapisan ( $\eta$ )**



**Gambar 2.** Pengaruh temperatur udara pengering terhadap efisiensi pelapisan

Gambar 2 menunjukkan bahwa pertumbuhan partikel menurun seiring dengan meningkatnya temperatur udara pengering. Hal ini ditandai dengan penurunan persentasi efisiensi pelapisan yang terbentuk dari 0,65% menjadi 0,15 %. (Davies dan Crooks, 2005) yang mengatakan bahwa efisiensi pelapisan berbanding terbalik dengan temperatur. Semakin tinggi suhu udara pengering maka efisiensi pelapisan menjadi semakin rendah hal ini disebabkan berkurangnya solid moisture karena terlalu cepat mengering yang mengurangi kemungkinan pembentukan liquid bridges jaringan antara partikel. Selain itu meningkatnya suhu udara pengering memberikan efek negatif terhadap efisiensi pelapisan karena hilangnya zat terlarut akibat pengeringan meningkat.

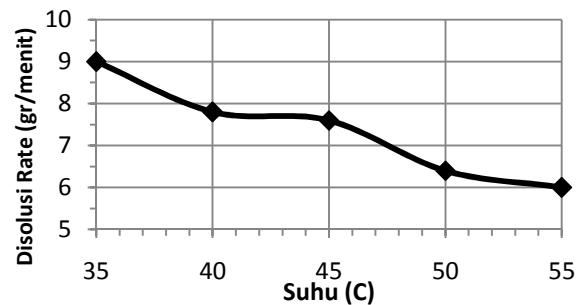


**Gambar 3.** Pengaruh konsentrasi Amilum terhadap efisiensi pelapisan

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa penambahan amilum (dalam satuan jumlah gram) akan meningkatkan efisiensi pelapisan. Konsentrasi merupakan parameter yang mempengaruhi mekanisme pelapisan, tingginya konsentrasi menyebabkan *degree of saturation* selama pengeringan meningkat. Hal ini mengarah pada meningkatnya laju kristalisasi atau solidifikasi dari larutan pada permukaan partikel.

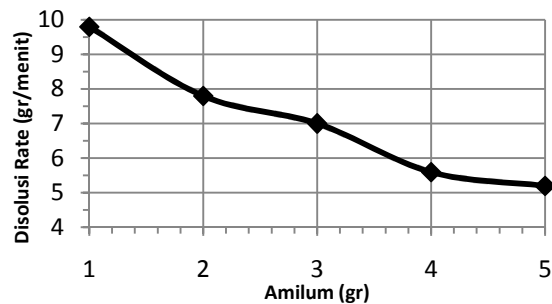
Selain itu, dalam satuan volum yang sama semakin tinggi konsentrasi, molekul polimer menjadi semakin banyak sehingga massa yang menempel pada permukaan urea menjadi semakin banyak

**2. LajuDisolusi**



**Gambar 4.** Pengaruh temperature udara pengering terhadap laju disolusi

Meningkatnya suhu udara pengering menyebabkan proses pembentukan Kristal pelapis akan semakin cepat. Hal ini disebabkan proses penguapan air dalam cairan pelapis akan semakin cepat. Sehingga, diprediksi porositas yang terbentuk akan semakin rapat. Hal ini yang menyebabkan laju disolusi semakin menurun. Fenomena ini sejalan dengan penjelasan hasil penelitianlainya, yang menyatakan bahwa semakin kecil ukuran pori, maka laju disolusi akan semakin menurun ( Hu et al 2001; Osemeahon dan Barminas, 2007)

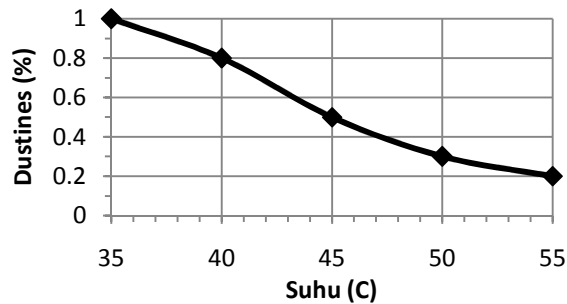


**Gambar 5.** Pengaruh konsentrasi Amilum terhadap laju disolusi.

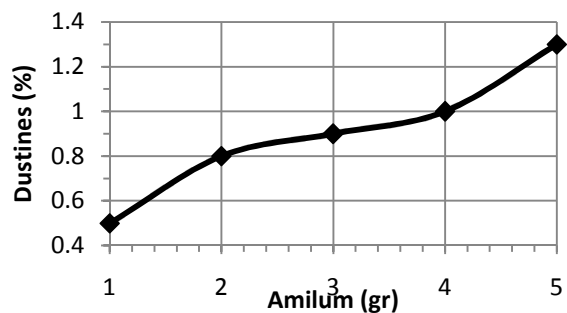
Gambar 5 menjelaskan dengan meningkatnya konsentrasi coating agent menyebabkan menurunkan lajudisolusi produk. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya konsentrasi amilum, maka lapisan yang terbentuk akan semakin rapat. Selain itu, saat permukaan urea yang memiliki pori terlapisi, maka molekul amilum akan berpenetrasi kedalam celah tersebut, sehingga saat agen pelapis ini mengering, pori pori akan terlapisi. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukanVashishthadanDongara, 2010 yang melapisi urea dengan phosphogygsum.Vashishtha dan Dongara menjelaskan laju disolusi produk menurun dengan meningkatnya konsentrasi phosphogygsum sebagai zat pelapis

### 3. Persen Dustiness

Gambar 6 menunjukkan bahwa persen *dustiness* yang dihasilkan lebih rendah jika operasi pengeringan dilakukan pada suhu tinggi. Hal ini dikarenakan dengan meningkatnya suhu, maka kerapatan pelapis akan semakin tinggi, sehingga ikatannya akan semakin kuat, hal ini disebabkan, dengan semakin tinggi suhu, maka proses penguapan air lebih cepat, dan proses kristalisasi lebih cepat



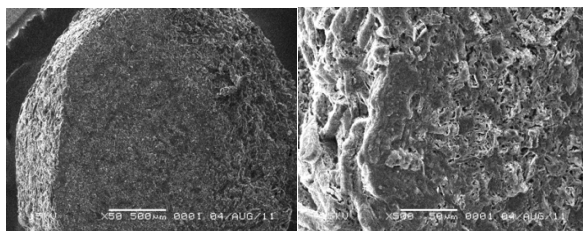
Gambar 6. Pengaruh temperatur udara pengering terhadap dustiness



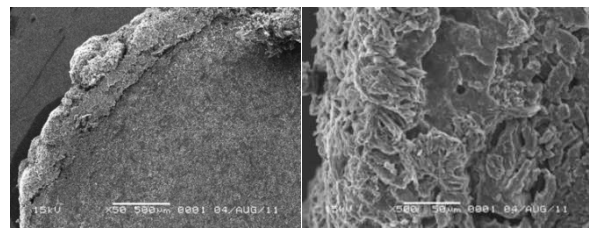
Gambar 7. Pengaruh konsentrasi Amilum terhadap persen dustiness

Gambar 7 menunjukkan semakin tinggi jumlah amilum yang ditambahkan maka persen dustiness akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena dengan semakin tingginya jumlah amilum maka, ikatan kristal dalam lapisan pelapis akan semakin kuat. Hasil ini sesuai dengan penelitian (Vashishtha,2010) yang menjelaskan dustiness pada metode dry coating menyebabkan partikel tidak mengikat kuat pada permukaan urea.

### 4. Analisa SEM



Gambar 8. Irisan Melintang Urea murni



Gambar 9. Irisan melintang urea terlapis dengan polimer

Dari gambar 4.8 dapat dilihat struktur morfologi urea murni yang belum terlapis dalam posisi melintang dalam pembesaran 50X (sebelah kiri) dan 500X (sebelah kanan). Sedangkan gambar 4.9 memperlihatkan struktur morfologi urea terlapis polimer dalam pembesaran 50X (sebelah kiri) dan 500X (sebelah kanan). Pada gambar 4.9 terlihat adanya dua lapisan yang terbentuk dimana lapisan terluar tersebut merupakan lapisan polimer yang menempel pada permukaan urea. Permukaan lapisan urea yang terlapis polimer memiliki permukaan yang lebih halus meskipun masih terdapat rongga yang menyebabkan laju disolusi semakin cepat sehingga dapat melarutkan kandungan nitrogen didalamnya. Selain itu, amilum yang memiliki afinitas terhadap air lebih rendah, sehingga menyebabkan adanya penurunan laju disolusi urea.

### Kesimpulan

Karakteristik urea pelepasan lambat sedikit berhasil dicapai. Hal ini ditunjukkan dengan adanya pelapisan menggunakan polimer ini. Kajian terhadap pengaruh suhu dan jumlah amilum dalam larutan pelapis menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu operasi maka efisiensi pelapisan semakin menurun, laju disolusi semakin menurun dan *dustiness* semakin menurun. Semakin tinggi konsentrasi pelapis maka efisiensi pelapisan akan semakin meningkat, laju disolusi semakin menurun dan *dustiness* semakin meningkat

### Saran

Penelitian ini akan dilanjutkan dengan tujuan untuk meningkatkan karakteristik sebagai urea berpelepasan lambat atau menurunkan laju disolusi urea. Hal ini bias dicapai dengan mereaksikan terlebih dahulu amilum dan PVA dengan formaldehid, sehingga terjadi reaksi crosslinking, yang akan mengurangi jumlah gugus -OH pada molekul PVA. Pengurangan gugus -OH ini akan mengurangi afinitas urea terhadap molekul air.

### Ucapan Terimakasih

Penelitian ini telah didanai oleh DIPA Fakultas Teknik Universitas Diponegoro TA 2010.



#### Daftar Pustaka

- Blouin, G.M.; Rindt, D.W.; Moore, O.E, (1971). "Sulfur-Coated Fertilizers for Controlled Release: Pilot Plant Production", *Journal Agricultural Food Chemistry*, 19(5), 801-808.
- Chen Li, Zhigang Xie, Xiuli Zhuang, Xuesi Chen, Xiabing Jung, (2008). "Controlled release of urea encapsulated by starch-g-poly(L-lactide) Carbohydrate Polimer", 72, pp. 342-348.
- Chiellini, E A. Corti and R. Solaro, (1999). "Biodegradation of poly (vinyl alcohol) based blow films under different environment conditions", *Polym. Degrad. Stability*, 64(2), pp. 305-312.
- Hanna X, S. Chena, X. Hub, (2009). "Controlled-release fertilizer encapsulated by starch/polyvinyl alcohol coating", *desalination*, 240, pp. 21-26.
- Jacob, M. (2007), Granulation, in Salman, A.D., M.J. Hounslow, J-P-K. Seville, *Handbook of Powder Technology Vol. 11, Granulation*, Elsevier, UK
- Mörl, L, S. Heinrich, and M. Peglow (2007), "Fluidized bed spray granulation, in Salman, A.D., M.J. Hounslow, J-P-K. Seville, *Handbook of Powder Technology Vol. 11*", Granulation, Elsevier, UK
- Partha K. Chandra, Kunal Ghosh, Chandrika Varadachari (2009), "A New Slow-Releasing Iron Fertilizer". *Chemical Engineering Journal* 155, 451-456.
- Posey, T.; Hester, R.D. (1991), "Developing a Biodegradable Film for Controlled Release of Fertilizer". *Plastics Engineering*, 50(1), 19-21.
- Saleh, K, P. Guigon (2007), "Coating and encapsulation process in powder technology, in Salman, A.D., M.J. Hounslow, J-P-K. Seville, *Handbook of Powder Technology Vol. 11*", Granulation, Elsevier, UK
- Salman, O.A. (1989), "Polyethylene-Coated Urea. 1. Improved Storage and Handling Properties". *Industrial Engineering Chemical Research*, 28, 630-632.
- Shaviv, A.; Mikkelsen, R.L. (1993), "Controlled-release fertilizers to increase efficiency of nutrient use and minimize environmental degradation—a review", *Fertilizer Research*, 35, 1-12.
- Tangboriboorant, P.; Sirichaiwat, C. (1996), "Urea Fertilizer Encapsulation Using Natural Rubber Latex. *Plastics, Rubber and Composites Processing and Applications*", 25(7), 340-346.
- Tudorachi, N, C.N. Cascaval and M. Rusu, (2010). "Testing of polyvinyl alcohol and starch mixtures as biodegradable polymeric materials", *Polym. Testing*, 19(7), pp. 785-799.
- Vashishtha, M., P. Dongara , D. Singh (2010), "Improvement in properties of urea by phosphogypsum coating", *Int. J. of ChemTech Research*, Vol.2, No.1, pp 36-44.