

OPTIMASI COATING PUPUK UREA PRILL DENGAN POLIURETAN SEBAGAI APLIKASI CRF (CONTROLLED RELEASE FERTILIZER)

Dwimaryam Suciati^{*}, Yuli Amitha Septiana

Politeknik ATI Padang, Jl. Bungo Pasang Tabing, Padang, 25171, Indonesia

**email : dwimaryamsuciati@yahoo.com*

Abstrak

Pupuk urea berbentuk prill banyak digunakan untuk segmen tanaman pangan dan industri karena kadar nitrogennya tinggi, mudah larut dalam air dan higroskopis, sehingga cocok dijadikan pupuk dalam bentuk CRF (Control Released Fertilizer). CRF merupakan jenis pupuk dengan mekanisme pelepasan unsur hara berupa nitrogen secara perlahan dan berkala mendekati pola penyerapan oleh tanaman sehingga unsur hara yang terkandung dalam pupuk tidak terbawa air dan tepat sasaran. Dalam penelitian ini pupuk CRF dibuat dengan coating poliuretan pada urea dengan metode tuang. Kondisi optimum dari CRF ditentukan dengan cara pengujian total nitrogen dengan metode Kjeldhal dan crushing strength. Nilai optimum didapat pada variabel 2 (urea : pelapis sebesar 98% : 2%) dengan nilai total nitrogen 45,5 % dan crushing strength 0,9 KgF.

Kata Kunci : *CRF, Crushing Strength, Total Nitrogen, Urea*

OPTIMIZATION OF UREA PRILL FERTILIZER COATING WITH POLYURETHANE AS A CRF (CONTROLLED RELEASE FERTILIZER) APPLICATION

Abstract

Urea fertilizer in prill form is widely used for the food crop and industrial segments due to its high nitrogen content, easy solubility in water, and hygroscopic nature, making it suitable as a CRF (Controlled Release Fertilizer). CRF is a type of fertilizer that releases nutrients, specifically nitrogen, gradually and periodically, closely matching the absorption pattern of plants, ensuring that the nutrients are not washed away by water and are effectively utilized. In this study, CRF was made by coating urea with polyurethane using the pouring method. The optimum condition of the CRF was determined by testing the total nitrogen content using the Kjeldahl method and measuring the crushing strength. The optimum value was obtained with variable 2 (urea: coating agent at 98%: 2%) with a total nitrogen content of 45.5% and a crushing strength of 0.9 KgF.

Keywords: *CRF, Crushing Strength, Total Nitrogen, Urea*

PENDAHULUAN

Urea merupakan salah satu jenis pupuk buatan yang sekitar 90% digunakan sebagai pupuk kimia. Urea termasuk pupuk yang higroskopis, pada kelembapan 73% pupuk ini sudah mampu menarik uap air dari udara (Sutedjo, 2008). Urea mudah larut dalam air dan mudah diserap oleh tanaman. Jika diberikan ke tanah, pupuk ini akan mudah berubah menjadi amoniak dan karbondioksida yang merupakan gas yang mudah menguap. Urea juga mudah tercuci oleh air dan mudah terbakar oleh sinar matahari (Lingga & Marsono, 1999).

Urea dalam bentuk butiran curah (prill) dan granul digunakan dalam pertanian sebagai pupuk kimia pemasok unsur nitrogen (Affandi & Nasih, 2001). Karena tingginya kadar nitrogen dan sifatnya yang mudah larut dalam air, pupuk urea ini sangat cocok apabila dijadikan pupuk dalam bentuk CRF dan SRF (*Slow Rekease Fertilizer*) (Kaavessina dkk, 2017., Prakarsa dkk, 2017., Salman & Suntari, 2023).

CRF (*Controlled Release Fertilizer*) merupakan jenis pupuk dengan mekanisme pelepasan unsur hara berupa nitrogen secara perlahan dan berkala mendekati pola penyerapan oleh tanaman sehingga unsur hara yang terkandung dalam pupuk tidak terbawa air dan tepat sasaran. Pengembangan pupuk ini secara umum dilakukan dengan melindungi kandungan unsurnya baik secara kimiawi maupun mekanis. Perlindungan kimiawi dengan cara mencampur urea dengan zat kimia, sehingga pupuk tersebut lepas secara terkendali. Sedangkan perlindungan secara mekanis dengan mem-bungkus

pupuk dalam bentuk granul dengan bahan pembungkus yang bersifat semipermeabel (Christians et al, 2004).

Berdasarkan studi literatur dapat disimpulkan bahwa belum ada yang menggunakan poliuretan (poliol dan isosianat) sebagai bahan pelapis pupuk. Kebanyakan penelitian sebelumnya tentang pengendalian pelepasan nitrogen menggunakan zeolit sebagai bahan pelapis urea granul pada pupuk lepas lambat (Nainggolan dkk, 2009., Subandriyo, 2014., Suci & Astar, 2022.). Zeolit mengandung unsur Al, yang apabila dosisnya berlebih akan merusak tanaman, sedangkan poliuretan bentuknya cair sehingga lebih memudahkan dalam implementasinya serta memiliki ketahanan yang kuat terhadap gesekan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah *pan granulator, heat gun, temperature gun, neraca analitik, hot plate plus stirer, pengukur crushing strength Mark-10, nitrogen analyzer Foos, tabung nitrogen Foos, auto titrator, dan peralatan gelas.*

Bahan yang digunakan adalah urea *prill, poliol (C-A), isosianat (C-B), pewarna (Colanyl Blue), sampel (pupuk urea CRF), sample control (sc), H₂SO₄ p.a, H₂SO₄ 0,1 N, NaOH 40%, H₃BO₃ 1%, air demin, indikator conway..*

Pelapisan pupuk urea Prill (coating CRF)

Ditimbang sampel urea *prill*, Poliol (C-A) dan Isosianat (C-B) sesuai dengan variabel pada tabel 1. Dilelehkan Poliol (C-A) di atas *hot*

plate pada suhu 80°C dan ditambahkan pewarna. Sambil menunggu Poliol (C-A) meleleh, dimasukkan urea kedalam *pan*. Dihidupkan *pan granulator* (ON) agar berputar dan *heat gun* (diarahkan ke urea yang sedang diputar dalam *pan*). Cek suhu urea dengan *heat gun* hingga mencapai suhu $\geq 70^\circ\text{C}$. Setelah mencapai suhu $\geq 70^\circ\text{C}$, dimasukkan Poliol (C-A) dan Isosianat (C-B) secara

bergantian. Pastikan urea terlapisi oleh poliuretan (campuran Poliol dan Isosianat) dengan sempurna. Setelah itu dimatikan *pan granulator* (OFF) dan dinginkan urea yang telah terlapisi tersebut. Setelah dingin dimasukkan kedalam plastik sampel dan diberi label. Tahap yang sama diulangi pada variabel lainnya.

Tabel 1. Penimbangan Sampel Berdasarkan Variabel

Variabel	Ulangan	Urea (gram)	Poliol (gram)	Isosianat (gram)
I	1			
	2	495	1,0417 (3X)	0,6259 (3X)
	3			
II	1			
	2	490	2,083 (3X)	1,25 (3X)
	3			
III	1			
	2	485	3,125 (3X)	1,875 (3X)
	3			
IV	1			
	2	480	4,167 (3X)	2,5 (3X)
	3			
V	1	475	5,208 (3X)	3,125 (3X)

Analisis Crushing strength

Dihidupkan alat pengukur *crushing strength Mark-10*. Diambil sampel urea CRF secara acak sebanyak 10 butir. Lalu diukur dengan alat tersebut *crushing strength Mark-10*. Dicatat data yang diperoleh. Dilakukan hal yang sama untuk urea tanpa *coating*.

Analisis Total Nitrogen

Ditimbang sampel sebanyak 0,5 gram lalu dimasukkan ke dalam tabung,

kemudian ditambahkan 25 mL H₂SO₄ p.a. Didestruksi pada suhu 350°C selama ± 2 jam. Dinginkan setelah dilakukan destruksi. Sampel yang telah didestruksi tersebut diencerkan pada labu ukur 250 mL dan dihomogenkan. Dipipet larutan yang telah diencerkan tersebut sebanyak 25 mL dengan pipet gondok. Dima-sukkan ke dalam labu dan dilakukan distilasi (pada labu distilasi ditambahkan NaOH 40%, dan pada erlenmeyer ditambahkan H₃BO₃

1% serta indikator conway). Hasil distilasi dititrasi dengan H_2SO_4 0,1N. Didapatkan Total Nitrogen (% N) dari sampel. Dilakukan hal yang sama untuk urea tanpa coating. Nilai total nitrogen (TN) ditentukan dengan persamaan:

$$TN = \frac{\text{Volume Titrasi} \times N \times 14,008 \times P}{\text{sampel (gram)} \times 1000} \times 100 \%$$

Keterangan:

Vt = volume titran H_2SO_4 (mL)

N = konsentrasi H_2SO_4 (N)

P = faktor pengenceran

14,008 = Massa Atom Relatif (Ar) N

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemanasan polioliol dilakukan pada suhu $70^\circ C$ karena suhu tersebut merupakan titik leleh dari polioliol. Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam proses melapisi pupuk urea *prill*. Polioliol tersebut selanjutnya bereaksi dengan isosianat membentuk poliuretan. Poliuretan merupakan bahan polimer yang mempunyai ciri khas adanya gugus fungsi uretan ($-NHCOO-$) dalam rantai utama polimer. Urea *prill* yang digunakan memiliki *crushing strength* 0,4909 KgF dan total nitrogen sebesar 46,78%.

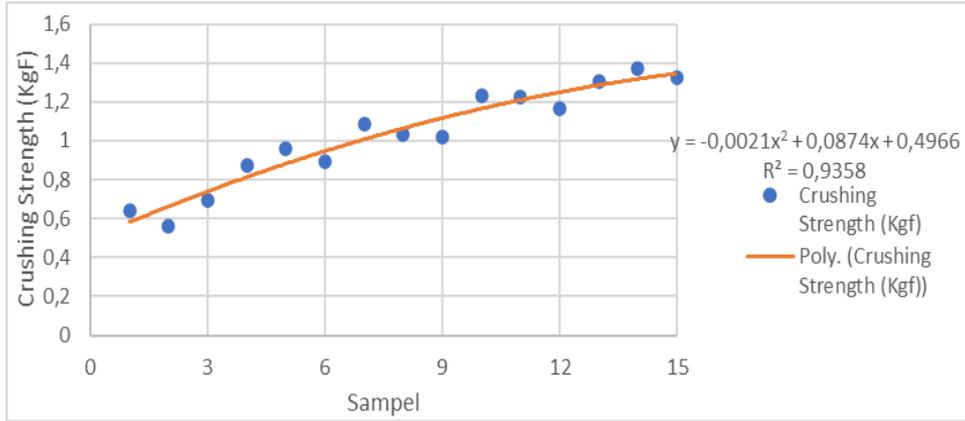
Nilai *crushing strength* hasil *coating* 5 variabel CRF di atas dianalisis dengan metoda grafik polinomial kuadran 2 yang disajikan dalam gambar 1. Dari gambar tersebut terlihat nilai R^2 mendekati 1, ini menunjukkan bahwa data tersebut dapat tervalidasi mendekati kebenaran dalam deviasi nilai. Dengan nilai R^2 sebesar 0,9358 menunjukkan bahwa data *crushing strength* ke-5 variabel memiliki simpangan yang kecil. Namun hasil dari *crushing strength* yang didapat tidak sama pada satu variabel hal ini

disebabkan karena metoda tuang yang digunakan yang menyebabkan tidak meratanya dalam melapisi pupuk urea *prill*.

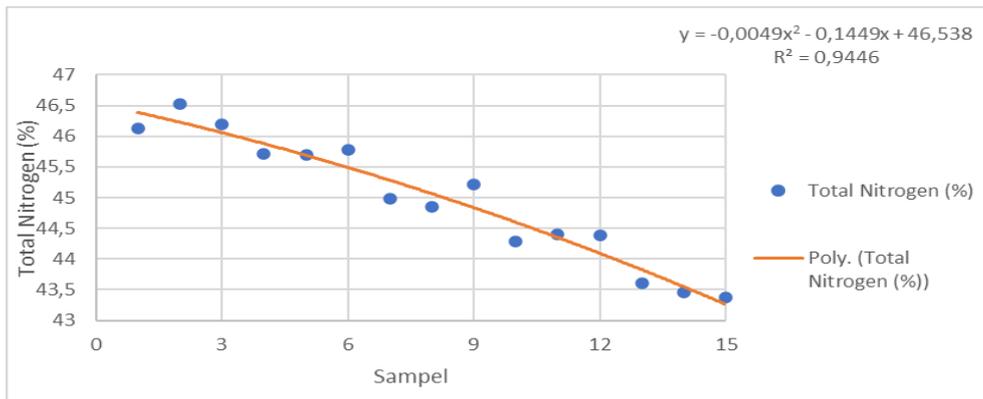
Dari grafik polinomial pada gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan poliuretan maka semakin besar nilai *crushing strength* yang diperoleh. Hal ini disebabkan oleh jumlah atau banyaknya poliuretan yang ditambahkan untuk melapisi pupuk urea *prill*, dimana tujuan dari pelapisan pupuk urea *prill* menggunakan poliuretan adalah untuk mengontrol pelepasan nutrien yang terdapat di dalam pupuk agar tidak langsung larut dalam tanah dalam waktu yang singkat. Sehingga semakin tinggi nilai *crushing strength* pupuk urea CRF tersebut maka semakin lama waktu yang dibutuhkannya untuk larut di dalam tanah, karena dapat menahan tekanan dari tanah dan nutrien di dalamnya akan larut dengan bertahap sesuai yang diinginkan.

Berdasarkan hasil analisis Total Nitrogen ke-5 variabel Urea CRF yang dimasukkan dalam metode grafik polinomial kuadran 2 pada gambar 2 terlihat bahwa nilai R^2 sebesar 0,9446, ini menunjukkan bahwa data total nitrogen di atas memiliki simpangan yang kecil. Dari grafik polinomial di atas dapat dilihat bahwa semakin besar variabel maka semakin kecil nilai Total Nitrogen yang didapatkan. Hal ini disebabkan karena dalam 0,5 gram dari penimbangan bukan hanya pupuk urea *prill* namun juga terdapat poliuretan yang melapisi pupuk tersebut. Sehingga semakin besar penambahan poliuretan maka semakin banyak poliuretan yang melapisi pupuk urea tersebut dan bukan

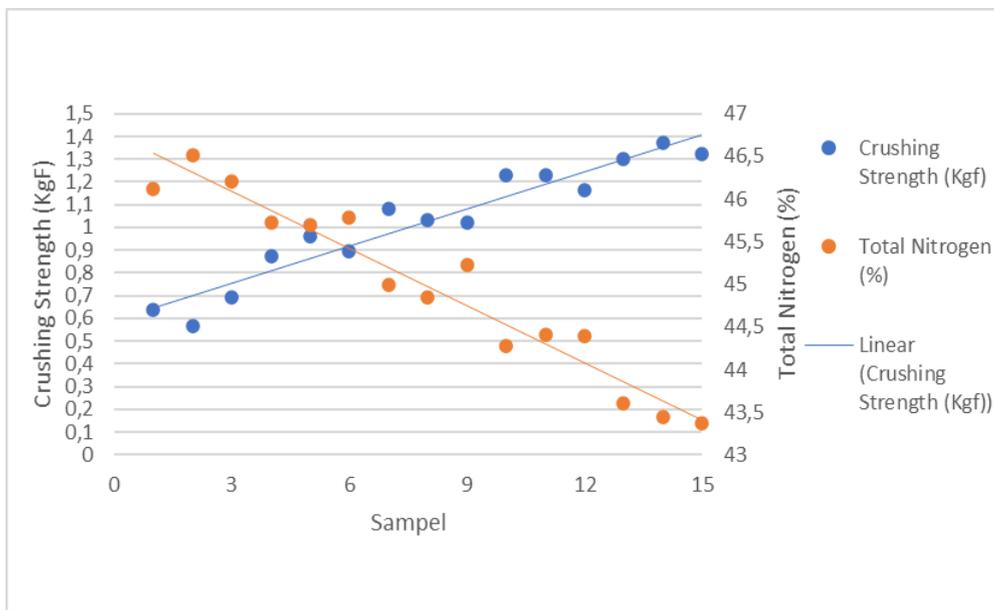
berarti urea yang digunakan memiliki kadar nitrogen yang rendah atau tidak sesuai standar.



Gambar 1. Hasil analisis Crushing Strength 5 variabel Urea CRF



Gambar 2. Hasil Analisis Total Nitrogen 5 variabel Urea CRF



Gambar 3. Penentuan dosis optimum *coating* Urea CRF

Analisis nilai optimal dosis perlu dilakukan untuk memperoleh data yang optimal dengan menggunakan metode regresi linier untuk mencari nilai perpotongan 2 grafik sehingga diperoleh nilai dosis optimal yang digunakan untuk formulasi CRF dapat dilihat pada gambar 3. Pada gambar tersebut terlihat bahwa dosis optimum *coating* poliuretan didapat pada titik perpotongan Total Nitrogen (45,5%) dengan *Crushing Strength* (0,9 KgF) pada variabel 2. Nilai optimum yang didapat yaitu pada variabel 2, karena pada variabel tersebut polimer tidak mempengaruhi nilai Total Nitrogen pada pupuk urea, serta dapat meningkatkan nilai *Crushing Strength* menjadi 0,9 KgF dibanding pupuk urea *prill* yang tidak dilapisi oleh polimer (0,4909 KgF).

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa *coating* polimer pupuk urea *prill* menjadi urea CRF dapat dilakukan dengan menggunakan poliuretan yang terbentuk dari polioliol dan isosianat. Dosis optimum penentuan *coating* polimer pupuk urea CRF (Controlled Release Fertilizer) dengan menggunakan poliuretan adalah pada variabel 2 dengan urea : pelapis (98 % : 2 %) dengan berat urea 490 gram dan poliuretan 10 gram. Pada kondisi ini diperoleh nilai *Crushing Strength* sebesar 0,9 KgF dan Total Nitrogen 45,5%.

DAFTAR PUSTAKA

Afandie dan Nasih. (2001). *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius.

Christians, Nick E. Aaron J Patton., dan Quincy D Law. (2004). *Fertilization: Fundamental of Turfgrass Management*. John Wiley & Sons.

Kaavessina, Mujtahid., Husnabilqis, Chitra & Hardiyanti, Meylani Tri. (2017). Smart-Urea-Controlled-Release-Nitrogen-Fertilizer Menggunakan Plastik Biodegradable Poli Asam Laktat Sebagai Carrier. *Equilibrium*, 16(2), 11-16.

Lingga dan Marsono. (1999). *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya.

Nainggolan, Ganda Darmono., Suwardi & Darmawan (2009). Pola Pelepasan Nitrogen Dari Pupuk Tersedia Lambat (*Slow Release Fertilizer*) Urea-Zeolit-Asam Humat. *Jurnal Zeolit Indonesia*, 8(2), 89-96.

Prakarsa, Nosafarma M., Sediawan, Wahyudi B & Fahrurrozi, Moh. (2017). Pelapisan pusa Pupuk Urea Menggunakan Campuran Minyak Jelantah dan Parafin dengan Metode *Slow Release Fertilizer*. *Simposium Nasional RAPI XVI*, 222-226

Salman, Muhammad & Suntari, Retno. (2023). Pemanfaatan Beberapa Bahan Pelapis Pada Urea Terhadap Nitrogen Tersedia dan Sifat Kimia di Vertisol Pasuruan. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 10(1), 49-56

Subandriyo, Moh Eko. (2014). *Pembuatan Pupuk Urea Lepas Lambat dengan Proses Pelapisan Urea Asetaldehid dan Zeolit*. (Tesis, Universitas Gadjah Mada). <https://etd.repository.ugm.ac.id/pelantikan/detail/74174>

Suci, Ida Ayu & Astar, Ismail. (2022). Enkapsulasi Urea Menggunakan

Biokomposit Zeolit Alam Alginat-Pati Sagu sebagai Model Pupuk Lepas Lambat (*Slow Release Fertilizer*). *Al-Kimia*, 10(1), 1-11.

Sutedjo, M.M. (2008). *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta.