

## Pengaruh Limbah Udang dan Arang Sekam dalam Formula Pupuk Lepas Lambat Urea-Organik Terhadap Pelepasan dan Serapan N di Lahan Marginal

Nur Indah Mansyur, Rocky Juliansen Sembiring, M. Alif Nur Ilham  
Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Borneo Tarakan  
[nurindah.ubt@borneo.ac.id](mailto:nurindah.ubt@borneo.ac.id)

### Abstrak

Urea merupakan pupuk anorganik sumber nitrogen yang banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan hara nitrogen bagi tanaman. Disisi lain urea memiliki kekurangan yaitu mudah hilang baik melalui pencucian maupun penguapan menyebabkan ketersediaannya menjadi rendah, sekitar 30-40%. Untuk mengurangi kehilangan unsur hara N dari urea maka perlu dibuat modifikasi dalam formula pupuk N-lepas lambat (PLL) dengan menggunakan bahan organik sebagai pendukung formula. Penelitian ini bertujuan untuk menguji formula pupuk N lepas lambat Urea-organik dalam melepaskan unsur hara N di tanah marginal. Penelitian dilaksanakan dengan 2 tahapan penelitian yang saling berkaitan, yaitu Tahap 1. Uji pelepasan N dari PLL Urea-organik, percobaan inkubasi RAL 7 formula PLL (P1: urea-limbah udang 1:1, P2: urea-limbah udang 1:2,5, P3: urea-limbah udang 1:5, P4: urea-arang sekam 1:1, P5: urea-arang sekam 1:2,5, P6: urea-arang sekam 1:5, kontrol (K): Urea. Pengambilan data berdasarkan lama inkubasi 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 52 hari. Tahap 2. Uji Serapan N PLL Urea-organik oleh Jangung, percobaan lapangan terdiri dari 6 takaran PLL formula urea-limbah udang (F0: Tanpa pupuk, F1: Urea 4,5, F2: PLL 20, F3: PLL 40, F4: PLL 60, dan F5: PLL 80 gr/polybag). Pengamatan dilakukan terhadap tanah, tanaman dan serapan hara N oleh Jagung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah udang dan arang sekam sangat baik sebagai bahan pendukung formula PLL urea-organik. Formula urea-organik 1:5 (P3 dan P6) sangat baik dalam mengontrol pelepasan  $\text{NH}_4^+$ . Formulasi urea-limbah udang 1:5 (P3) sangat baik mengontrol pelepasan  $\text{NH}_4^+$  berdasarkan persamaan kinetika First order. Serapan hara nitrogen tertinggi diperoleh pada aplikasi PLL formula urea-limbah udang 1:5 (F5).

**Kata Kunci** : PLL, Arang Sekam, Limbah udang ,  $\text{NH}_4^+$

### Abstract

Urea is an inorganic fertilizer source of nitrogen that is widely used to meet the nitrogen nutrient needs of plants. On the other hand, urea has the disadvantage that it is easily lost either through washing or evaporation, causing its availability to be low, around 30-40%. To reduce the loss of the N nutrient from urea, modifications need to be made to the slow-release N fertilizer formula (SRF) by using organic materials as formula support. This research aims to test the Urea-organic slow-release N fertilizer formula in releasing N nutrients in marginal soil. The research was carried out in 2 interrelated research stages, namely Stage 1. N release test from Urea-organic PLL, RAL incubation experiment 7 SRF formula (P1: urea-shrimp waste 1:1, P2: urea-shrimp waste 1:2, 5, P3: urea-shrimp waste 1:5, P4: urea-charcoal husk 1:1, P5: urea-charcoal husk 1:2.5, P6: urea-charcoal husk 1:5, control (K): Urea . Data collection based on incubation duration 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 52 days. Stage 2. Urea-organic N SRF Uptake Test by Jangung, field experiment consisting of 6 doses of PLL urea-organic shrimp waste formula (F0: Without fertilizer, F1: Urea 4.5, F2: SRF 20, F3: SRF 40, F4: SRF 60, and F5: SRF 80 gr/polybag) Observations were made on the soil, plants and N nutrient uptake by Corn Produce Research shows that shrimp waste and husk charcoal are very good as supporting materials for the urea-organic SRF formula. The 1:5 urea-organic formula (P3 and P6) is very good at controlling the release of  $\text{NH}_4^+$ . The 1:5 urea-shrimp waste formulation (P3) is very good at controlling the release of  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  release based on the First order kinetic equation. The highest nitrogen nutrient uptake was obtained in the application of SRF urea-shrimp waste formula 1:5 (F5).

**Keywords**: PLL, husk charcoal, shrimp waste,  $\text{NH}_4^+$

<https://ejournal.urindo.ac.id/index.php/pertanian>

Article History :

Submitted 13 Januari 2024, Accepted 27 Maret 2024, Published 28 Maret 2024

## PENDAHULUAN

Nitrogen merupakan unsur hara yang paling dibutuhkan oleh tanaman, sekaligus menjadi unsur hara yang sering membatasi produksi tanaman. Ketersediaan unsur hara dalam tanah sangat rendah terutama pada tanah-tanah tergolong marginal, sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan nitrogen bagi tanaman. Pemupukan adalah upaya penambahan bahan yang mengandung unsur hara ke dalam tanah dan daun untuk memenuhi kebutuhan unsur hara bagi tanaman [1], sehingga produksi tanaman menjadi meningkat [2].

Urea sebagai pupuk sumber unsur hara nitrogen sangat banyak digunakan oleh petani karena memiliki kandungan unsur hara nitrogen tinggi sekitar 46% dan cepat tersedia. Unsur hara N bersifat labil sehingga aplikasi pupuk nitrogen anorganik sering kali kurang efisien. Hasil penelitian [3] menunjukkan bahwa efisiensi penggunaan pupuk nitrogen anorganik umumnya sangat rendah dan tergantung pada sistem budidaya yang dilakukan, umumnya sekitar 30-40%. Selanjutnya [4] menyatakan bahwa efisiensi serapan nitrogen oleh jagung sangat rendah sekitar 28%, atau sekitar 51-53 kg N/ha saja nitrogen yang dapat diserap oleh jagung dari 180 kg N-urea yang diaplikasikan. Rendahnya efisiensi dan serapan nitrogen disebabkan oleh ketersediaan nitrogen dalam tanah, karena hilang baik melalui pencucian, aliran permukaan, denitrifikasi, maupun volatilisasi

amonias [2], dan terangkut oleh panen [5].

Upaya peningkatan ketersediaan unsur hara nitrogen dan produktivitas lahan marginal dapat dilakukan melalui teknologi pemupukan yang efisien dan efektif [6, 4], melalui rekayasa pemupukan pupuk yang lambat lepas (*Slow Release Fertilizer*) [7, 8]. Mekanisme kerja dari pupuk nitrogen lepas lambat adalah mengontrol pelepasan serta mengurangi kehilangan hara N dari formulasi pupuk nitrogen anorganik [4]. Penggunaan pupuk nitrogen lepas lambat sangat potensial menurunkan penggunaan pupuk konvensional (anorganik) karena mampu menurunkan kehilangan nitrogen dan meningkatkan efisiensi serapan nitrogen sekitar 20-30% dari takaran pupuk anorganik yang diberikan [7]. Formulasi pupuk nitrogen lepas lambat terbuat dari campuran pupuk anorganik dengan bahan pendukung berupa polimer yang mampu meretensi nitrogen. Penelitian yang memanfaatkan bahan organik sebagai pendukung formula pupuk nitrogen lepas lambat, yaitu biochar [3, 9], senyawa kitosan yang diekstrak dari limbah udang [10]. Hasil kajian [11] menunjukkan bahwa penggunaan Zeolit bersama pupuk urea mampu meningkatkan efisiensi urea, sehingga mengurangi kehilangan urea karena pencucian. Menurut [4] menyatakan bahwa penggunaan arang biochar dan limbah udang sebagai pendamping pupuk anorganik dalam formula pupuk lepas lambat mampu mengurangi kehilangan nitrogen, serta meningkatkan

ketersediaan dan serapannya oleh jagung sekitar 45%..

Komposisi bahan utama dan pendukung dalam formula pupuk nitrogen lepas lambat menentukan efektivitas dari pupuk N lepas lambat tersebut. Komposisi tersebut juga akan berbeda tergantung bahan yang digunakan. Komposisi bahan pupuk lepas lambat yang menggunakan Zeolit adalah 13:8:10 (Zeolit:pupuk anorganik: binder/perekat) [12]. Komposisi pupuk N lepas lambat yang menggunakan biochar adalah 1 :1, 1 : 2,5 dan 1 : 5 (Urea : Biochar) [9]. Berdasarkan kajian tersebut, maka efektivitas penggunaan limbah udang dan arang sekam dalam formula Urea-organik pupuk N lepas lambat dapat juga ditentukan oleh komposisinya, sehingga sangat perlu dikaji pengaruh bahan organik sebagai pendukung dan komposisinya dalam formula pupuk N lepas lambat. Pelepasan terbaik dari formula PLL dapat diketahui berdasarkan kinetika pelepasan N-Ammonium dengan persamaan *First Order* [13].

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan Tarakan mulai bulan Maret sampai November 2023. Penelitian terdiri dari 2 sub penelitian (tahapan penelitian) yang saling berkaitan, sebagai berikut :

### *Tahap 1. Uji pelarutan N dari Pupuk Lepas Lambat Urea-Organik*

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 1 faktor, yaitu formula

PLL: P1: urea-limbah udang 1 : 1 (w/w), P2: urea-limbah udang 1:2,5 (w/w), P3: urea-limbah udang 1:5 (w/w), P4: urea-arang sekam 1:1 (w/w), P5: urea-arang sekam 1:2,5 (w/w), P6: urea-arang sekam 1:5 (w/w), sebagai kontrol (K): Urea (w), dan merupakan percobaan inkubasi. Pengambilan data berdasarkan lama inkubasi perlakuan yaitu 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 52 hari. Analisis sifat tanah dan bahan dilakukan sebelum dan selama inkubasi antara lain pH tanah, C-organik tanah, C-terikat, N-total tanah, dan N-Ammonium. Pupuk lepas lambat dibuat dari campuran urea dan limbah udang, dan campuran urea-arang sekam. Untuk melihat pola pelarutan hara N yang baik dari PLL yang dibuat maka di uji menggunakan rumus kinetika pelarutan dengan persamaan *First Order* [13].

### *Tahap 2. Uji Serapan Nitrogen Pupuk Lepas Lambat Urea-Organik oleh Jagung*

Percobaan uji serapan nitrogen menggunakan PLL yang di formulasi dari urea-limbah udang, merupakan formula yang terbaik dalam pelepasan N dari hasil percobaan tahap 1. Menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) terdiri dari 6 perlakuan takaran pupuk : F0: Tanpa pupuk, F1: Urea 4,5 g/polibag, F2: PLL 20 gr/polibag, F3: PLL 40 gr/polibag, F4: PLL 60 gr/polybag, dan F5: PLL 80 gr/polibag. Parameter yang diukur : 1) *Tinggi tanaman*, 2) *Jumlah daun*, 3) *Berat kering oven*, 4) *Kandungan N Jaringan* [14]. Perhitungan serapan N oleh jagung dengan persamaan [4]:

$$S(N) = BK \times ka \cdot N$$

S : Serapan hara N (g), BK: Bobot biomassa (g), dan Ka. N : Kadar N jaringan (%)

Data dianalisis dengan menggunakan uji F atau *analisis of varian* (Anova). Jika hasil analisis menunjukkan pengaruh yang signifikan, maka akan dilanjutkan dengan uji beda nyata antar perlakuan dengan menggunakan uji DMRT pada taraf 5%.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### *Karakteristik Tanah dan Bahan Organik*

Tanah merupakan salah satu faktor yang sangat penting untuk diperhatikan peranan tanah sebagai media pertumbuhan tanaman. Pada Tabel 2 merupakan hasil analisis beberapa karakteristik tanah, limbah udang dan arang sekam yang digunakan pada penelitian.

**Tabel 1. Nilai beberapa karakteristik tanah, limbah udang dan arang sekam**

Karakteristik	Tanah	Limbah udang	Arang sekam
pH-H <sub>2</sub> O (1:5)	4,5	6,82	5,8
C-organik (%)	0,46	21	-
C-terikat (%)	-	-	56
N – total (%)	0,70	0,74	0,22

Sumber : Hasil penelitian (2023)

Berdasarkan hasil karakteristik tanah, menunjukkan bahwa tanah yang digunakan memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Tanah yang memiliki tingkat kesuburan yang tidak dapat menyokong pertumbuhan tanaman secara optimal. Kesuburan tanah sangat berkaitan erat dengan kemampuan tanah menyediakan unsur hara bagi tanaman, serta

faktor pertumbuhan lainnya, seperti tata air udara, aktivitas mikroorganisme dan penetralisir suhu.

Untuk meningkatkan penyediaan unsur hara bagi tanaman perlu dilakukan penambahan pupuk, baik organik maupun anorganik. Penambahan pupuk anorganik terutama Urea pada tanah seringkali tidak efisien, karena sifat urea yang cepat larut dan berubah, menyebabkan banyak terjadi kehilangan baik melalui penguapan maupun pencucian. Teknologi untuk memaksimalkan penyediaan dan penyerapan pupuk urea oleh tanaman adalah teknologi pupuk lepas lambat (PLL) atau *slow release fertilizer* (SRF).

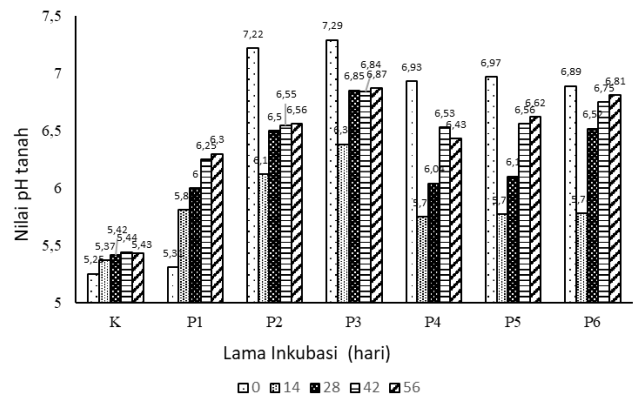
Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat beberapa bahan organik cukup potensi sebagai bahan pendukung PLL yaitu limbah udang. Menurut [4], limbah udang mengandung protein (15,60%-23,90%), kalsium karbonat (53,70 % - 78,40 %), dan kitin (18,70 % - 32,20 %). [15] Pane et al. (2014) menyatakan bahwa arang sekam mengandung SiO<sub>2</sub> (52%), C (31%), K (0,3%), N (0,18%), P (0,08%), dan Ca (0,14%). Hasil analisis limbah udang dan arang sekam dalam penelitian menunjukkan potensi yang baik sebagai bahan pendukung formula PLL. Hal ini disebabkan karena limbah udang dan arang sekam memiliki kandungan karbon organik yang relative tinggi. Selain itu limbah udang dan arang sekam memiliki pH yang mendekati netral. Dengan potensi tersebut limbah udang dan arang sekam tidak hanya dapat digunakan

sebagai bahan pendukung formula SRF, namun juga dapat memperbaiki kesuburan tanah.

*Perubahan Kemasaman Tanah (pH Tanah) Marginal Pada Aplikasi Pupuk Lepas Lambat (PLL) Urea-Organik*

Selama masa inkubasi pH tanah pada aplikasi urea relative sama, walau terjadi peningkatan namun tidak signifikan dengan pH tanah sebelum inkubasi, disajikan pada Gambar 1. Nilai pH tanah pada aplikasi PLL formula urea-limbah udang dan formula urea-arang sekam sangat tinggi apa awal aplikasi, dan mengalami penurunan hingga mencapai keadaan yang konstan mengikuti masa inkubasi, namun formula PLL urea-limbah udang (P3) cenderung menunjukkan perubahan pH yang relative baik dari nilai pH yang diukur maupun selisih perubahan yang sangat kecil, sehingga lebih baik dari formula PLL urea-arang sekam (P6).

Secara umum formulasi PLL dengan komposisi bahan pendukung dan urea yang berbeda mempengaruhi perubahan kemasamana tanah. Hal ini diduga pengaruh dari bahan pendukung yang ditambahkan, yang mana limbah udang memiliki pH sekitar 6,82 dan arang sekam memiliki pH sekitar 5,8. Pada semua pengamatan, PLL formula urea-limbah udang 1:5 (P3) mampu meningkatkan pH tanah yang paing tinggi dari perlakuan lainnya, karena diduga pengaruh dari pH bahan pendukung yang berbeda yang mana pH limbah udang lebih tinggi dari pH arang sekam.



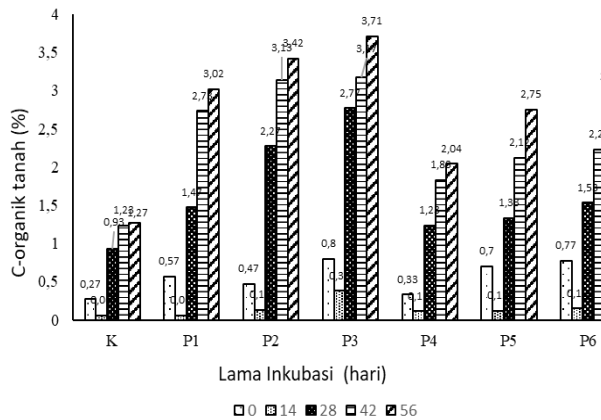
Gambar 1. Perubahan pH tanah selama masa inkubasi akibat aplikasi PLL formula urea-limbah udang dan urea-arang sekam

Menurut [16], bahwa limbah udang mengandung kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) yang berpotensi sebagai bahan pengganti kapur pada tanah untuk meningkatkan pH tanah. sedangkan arang sekam padi mengandung K, P, Ca dan Mg sebagai pengganti kapur yang mampu meningkatkan pH tanah [17, 4]. Menurut [18], terjadi peningkatan pH pada pemberian arang sekam padi sebanyak 20 t/ha. Penambahan bahan organik baik limbah udang maupun arang sekam pada tanah yang bersifat masam dapat meningkatkan pH tanah karena mengandung karbon organik, yang berperan penting dalam siklus karbon dan hara serta perubahan pH tanah [19, 20].

*Perubahan C-organik Tanah Marginal Pada Aplikasi Pupuk Lepas Lambat (PLL) Urea-Organik*

Pola perubahan C-Organik pada PLL formula urea-limbah udang dan urea-arang sekam disajikan pada Gambar 2. Tampak bahwa pola perubahan C-organik akibat penambahan perlakuan PLL formula urea-limbah udang dan

urea-arang sekam cenderung sama. Pada semua perlakuan, kandungan C-organik tanah meningkat dengan semakin lama waktu inkubasi kecuali pada perlakuan control (K). Peningkatan C-organik yang signifikan terlihat pada aplikasi PLL baik formula urea-limbah udang maupun formula urea-arang sekam adala pada lama inkubasi 35 dan 52 hari. Formula urea-limbah udang 1:5 (P3) dan formula urea-arang sekam 1:5 (P6) memiliki kandungan tertinggi, namun P3 lebih tinggi dari P6.



Gambar 2. Perubahan kandungan C-organik selama masa inkubasi akibat aplikasi PLL formula urea-limbah udang dan urea-arang sekam

Pada penelitian ini dipeoleh bahwa semakin banyak jumlah bahan pendukung yang ditambahkan baik limbah udang maupun arang sekam dalam formula PLL berpotensi meningkatkan kandungan karbon organik. Menurut [4] bahwa semakin tinggi jumlah bahan organik yang ke dalam tanah akan meningkatkan kandungan C-organik yang diikuti oleh peningkatan aktifitas mikroorganisme tanah sehingga memberi peningkatan terhadap C-organik. Kandungan C-

organik yang diberi PLL formula urea-limbah udang lebih tinggi dari arang sekam, diduga karena pengaruh langsung dari kandungan karbon organik dalam bahan pendukung yang di gunakan. Hasil analisis kadundungan karbon organik limbah udang lebih tinggi dari pada arang sekam. Dengan kandungan C-organik yang tinggi apabila ditambahkan ke dalam tanah dalam jumlah yang lebih banyak akan meningkatkan kandungan C-organik yang lebih tinggi.

*Total Pelepasan Hara N (N-Amonium) dari Pupuk Lepas Lambat (PLL) Selama Inkubasi*

Secara umum formulasi PLL dari bahan pendukung limbah udang dan arang sekam memberikan pengaruh yang sama terhadap jumlah N-Amonium yang di lepas. Kemampuan melepaskan  $N-NH_4^+$  berbanding lurus dengan jumlah C-organik dalam tanah. Hal ini diduga ada peranan yang sangat penting dari C-organik dalam memegang dan melepaskan  $N-NH_4^+$ .

Selama masa inkubasi biochar jumlah  $N-NH_4^+$  yang tercuci semakin menurun dengan semakin lamanya waktu inkubasi, seperti yang terlihat pada Tabel 2. Penurunan jumlah N-Nitrat selama masa inkubasi diduga adanya perubahan jumlah gugus fungsional yang dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme. Selain itu adanya aktivitas mikroorganisme tersebut dapat meningkatkan jumlah nitrogen. Menurut [20], biochar sangat baik sebagai bahan pembenah tanah, memiliki sifat tahan terhadap perombakan mikroorganisme sehingga lebih stabil, dapat menjadi habitat bagi

mikroorganisme tanah, dan semakin lama berada dalam tanah akan semakin baik dalam memperbaiki sifat tanah dan meningkatkan kesuburan tanah.

**Tabel 2. Jumlah hara nitrogen (N-Amonium) yang lepas dari formula PLL pada setiap waktu pengamatan lama inkubasi (hari)**

Form ula	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> yang dilepaskan (mg/kg), lama inkubasi (hari)								
	0	7	14	21	28	35	42	49	56
PLL K		10,						13,	
	35	2	6,8	12	17	1,8	5,2	6	9,4
P1		13,						17,	11,
	33	2	8,8	15	22	1,8	6,2	6	9
P2		18,	14,					21,	15,
	42	2	8	16	25	5,8	9,2	6	4
P3		25,	17,	25,	41,			33,	21,
	53	5	5	5	5	1,5	9,5	5	5
P4		16,	13,	21,	21,			19,	17,
	43	4	7	3	8	13,2	15,9	1	5
P5		19,	16,					22,	21,
	43	6	4	26	26	16,4	19,6	8	2
P6		21,	19,	98,				23,	22,
	51	6	4	6	26	19,4	21,6	8	7

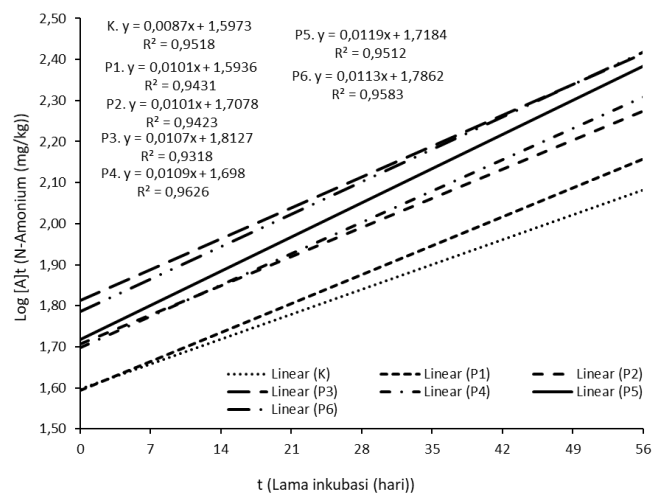
Sumber : Hasil penelitian (2023).

Keterangan : Data hasil analisis Laboratorium Ilmu Tanah, UBT (2023)

Terjadinya penurunan kehilangan nitrogen tanah disebabkan oleh meningkatnya proses biokimia dalam tanah akibat aktivitas mikroba tanah yang tinggi yang menghasilkan asam-asam organik. Asam-asam organik tersebut merupakan sumber muatan dalam tanah yang berperan didalam memegang unsur hara, seperti unsur hara nitrogen. Selain itu aktivitas mikroorganisme mempengaruhi perubahan ammonium menjadi nitrat dengan cepat [21].

Selama masa inkubasi pola perubahan kandungan N-Amounium tanah pada aplikasi PLL baik menggunakan limbah udang maupun

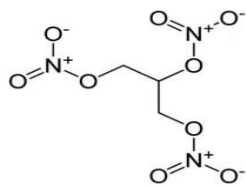
arang sekam hampir sama. Berdasarkan persamaan kinetika pelepasan unsur hara nitrogen *First Order* bahwa semua formula PLL baik formula urea-limbah udang maupun urea-arang sekam memiliki kemampuan yang sama dan baik dalam pelepasan unsur hara nitrogen dalam hal ini N-Amonium seperti yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kinetika pelarutan/pelepasan N-Amonium dari formula PLL, berdasarkan persamaan kinetika *Fisrt Order*

Pada aplikasi urea, total N-Amonium lebih rendah dari PLL padahal jumlah nitrogen yang diberikan sama, hal ini dipengaruhi oleh sifat hara nitrogen yang mobil dan mudah hilang melalui pencucian, nitrifikasi, denitrifikasi dan volatilisasi [16], sehingga perlu ada bahan yang dapat mengurangi kehilangan. Formula PLL urea-limbah dang dan urea-arang sekam mampu menurunkan kehilangan nitrogen, yang ditunjukkan dengan total N-Amonium yang tersedia. Kandungan gugus fungsional aktif pada permukaan limbah udang dan arang sekam menentukan kemampuan biochar meretensi unsur hara. Gugus

fungsional permukaan tersebut didominasi oleh gugus karboksilat dan kelompok fenolat memiliki kapasitas yang cukup besar untuk menyerap unsur hara nitrogen [20], sehingga menurunkan kehilangan N tersedia ( $N-NH_4^+$  dan  $N-NO_3^-$ ) [4]. Mekanisme retensi hara nitrogen oleh gugus fungsional bahan pendukung formula PLL baik limbah udang maupun arang sekam diilustrasikan pada Gambar 4.



Gambar 4 Mekanisme pengikatan unsur hara nitrogen (N) oleh gugus fungsional yang ada di permukaan bahan organik sebagai pendukung dalam formula pupuk lepas lambat [22]

*Pengaruh Aplikasi PLL Urea-Limbah Udang Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung*

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pada tanaman berumur 1 dan 2 MST, perlakuan urea dan PLL Urea-limbah udang tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman jagung. Pada umur tanaman 3, 4 dan 5 MST menunjukkan bahwa pemberian urea dan PLL urea-limbah udang signifikan meningkat tinggi tanaman dari kontrol (F0). Walaupun terjadi peningkatan tinggi tanaman, namun tinggi tanaman pada aplikasi PLL urea-limbah udang takaran 20 (F2), 40 (F3), dan 60 g/polibag (F4) tidak signifikan dengan aplikasi Urea (F1), sedangkan aplikasi PLL urea-limbah udang 80 g/polibag (F5) memberikan tinggi tanaman yang tertinggi dan signifikan dengan

perlakuan lain kecuali dengan PLL urea-limbah udang takaran 60 g/polibag (F4).

**Tabel 3. Rerata Tinggi Tanaman (cm) Akibat Aplikasi Pupuk Lepas Lambat (PLL) Urea-Limbah Udang**

Takaran PLL Urea-Limbah Udang	Tinggi tanaman pada umur..... minggu setelah tanam (MST)				
	1	2	3	4	5
F0	18,0 a	35,8 a	56,0 a	69,6 a	81,1 a
F1	18,1 a	32,4 a	65,8 b	96,4 b	126,6 c
F2	18,2 a	34,5 a	64,6 b	85,0 b	112,1 bc
F3	18,4 a	31,8 a	65,2 b	86,9 b	109,8 b
F4	18,9 a	31,9 a	69,0 bc	94 b	119,8 bc
F5	21,3 a	38,1 a	77,5 c	108,1c	139 d

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata dan angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%

Secara umum tinggi tanaman semakin tinggi dengan bertambahnya umur tanaman. Pada umur pengamatan ke 5 MST, tinggi tanaman tertinggi diperoleh pada aplikasi PLL urea-limbah udang takaran 80 g/polibag (F5), yaitu sebesar 139 cm. Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa jumlah daun tanaman pada semua perlakuan semakin bertambah dengan semakin bertambah umur tanaman. Jumlah daun pada kontrol (F0) lebih rendah dari perlakuan lainnya. Pada awal pertumbuhan, jumlah daun pada semua perlakuan tidak berbeda nyata, hal yang sama pada umur 3 dan 4 MST, yang mana aplikasi PLL takaran 20 (F2), 40 (F3), 60 (F4), dan 80



g/polibag (F5) tidak signifikan dengan aplikasi urea (F1). Sedangkan jumlah daun jagung pada umur tanaman 2 dan 5 MST menunjukkan bahwa perlakuan PLL takaran 80 g/polybag (F5) signifikan dengan perlakuan lainnya dan merupakan nilai yang tertinggi dari perlakuan lainnya.

**Tabel 4. Rerata Jumlah Daun (helai) Akibat Aplikasi Pupuk Lepas Lambat (PLL) Urea-Limbah Udang**

Takaran PLL Urea-Limbah Udang	Jumlah daun pada umur..... minggu setelah tanam (MST)				
	1	2	3	4	5
F0	4,6 a	6,1 a	6,9 a	7,1 a	9,7 a
F1	4,7 a	7,1 c	8,7 b	9,4 b	10,5 b
F2	4,6 a	6,9 bc	8,4 b	9,0 b	10,0 a
F3	4,8 a	6,5 b	8,4 b	9,4 b	10,4 ab
F4	4,4 a	6,7 b	8,2 b	9,2 b	10,3 ab
F5	4,4 a	7,1 c	8,9 b	10 b	12,0 c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata dan angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%

Aplikasi PLL urea-limbah udang 80 g/polibag (F5) mampu meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun jagung karena pemberian pupuk dalam bentuk lepas lambat dapat mengoptimalkan penyerapan nitrogen oleh tanaman sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini juga berkaitan dengan tersedianya unsur hara nitrogen yang terkandung dalam PLL formula urea-limbah udang yang berperan sebagai penyusun protein untuk memacu pembelahan sel-sel meristem dan meningkatkan pertumbuhan

vegetatif tanaman, antara lain meningkatkan pertumbuhan akar, meningkatkan sintesis protein, pembentukan klorofil yang menyebabkan warna daun menjadi lebih hijau sehingga menyebabkan pertumbuhan pada tinggi tanama, lebar tajuk, serta panjang akar dapat meningkat.

*Serapan Hara Nitrogen oleh Jagung pada Aplikasi PLL Urea-Limbah Udang pada Tanah Marginal*

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi takaran PLL urea-limbah udang maka berat total jaringan semakin tinggi, sehingga berimplikasi pada meningkatnya serapan unsur hara nitrogen. Total berat kering jaringan jagung dan serapan unsur hara nitrogen oleh jagung diperoleh pada aplikasi PLL takaran 80 g/polibag (F5) dengan nilai 202,4 dan 263,12 g, sedangkan terendah diperoleh pada perlakuan kontrol (F0) yaitu dengan nilai 21,4 dan 14,98 g, yang diikuti oleh perlakuan urea (F1) yaitu sebesar 71,7 dan 57,56 g.

**Tabel 5. Serapan hara nitrogen oleh jagung (mg) pada aplikasi PLL formula urea-limbah udang**

Takaran PLL Urea-Limbah Udang	Berat Total Jaringan Jagung (g)	Serapan N Jagung (mg)
F0	21,4 a	14,98 a
F1	71,7 b	57,56 b
F2	94,2 c	84,78 c
F3	92,7 c	101,97 c
F4	166 d	198 d
F5	202,4 e	263,12 e

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata dan angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan

berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%

Serapan hara sangat dipengaruhi oleh kondisi hara di dalam tanah, dan tanah sebagai media pertumbuhan tanaman diharapkan mampu mensuplai hara bagi tanaman yang tumbuh di atasnya. Jika suplai hara kurang maka perlu dilakukan pemupukan, dan sebelum hara diserap oleh bulu-bulu akar, hara yang ditambahkan dalam bentuk pupuk hara akan berubah menjadi ion-ion melalui 3 mekanisme yaitu (1) aliran massa (*mass flow*); (2) diffuse dan (3) pertukaran kation (*cation exchange*) yaitu pertukaran antara ion dalam larutan tanah dengan akar [23, 24]. Jumlah total unsur hara yang diserap oleh tanaman jagung selama pertumbuhannya dapat digunakan sebagai indikator kebutuhan hara tanaman tersebut selama hidupnya.

Jika unsur hara makro yang terdapat dalam tanah meningkat maka jumlah yang dapat diabsorpsi oleh tanaman juga akan meningkat, disertai dengan pembentukan senyawa-senyawa organik dalam jaringan tanaman. Selain itu volume fotosintat yang mampu dihasilkan tanaman tidak hanya ditentukan oleh penyerapan sinar matahari, tetapi juga oleh tingkat ketersediaan bahan baku dalam ribosom yang diperoleh melalui absorpsi unsur hara dari dalam tanah [25].

## **SIMPULAN**

Rekayasa pupuk lepas lambat (PLL) formula urea-limbah udang dan urea-arang

sekam sangat baik dalam mengontrol pelepasan unsur hara nitrogen dari pupuk urea. Pupuk lepas lambat formula urea-limbah udang 1:5 (P3) dan urea-arang sekam 1:5 (P6) sangat baik dalam mengontrol pelepasan N-Amonium. Berdasarkan kinetika pelepasan N-Amonium dengan persamaan *First order*, PLL formulasi urea-limbah udang 1:5 (P3) mampu mengontrol pelepasan N-Amonium yang lebih baik dari formula urea-arang sekam (P6). Perlakuan PLL formula urea-limbah udang mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi dan jumlah daun tanaman jagung serta serapan hara nitrogen oleh jagung. Serapan unsur hara nitrogen tertinggi diperoleh pada aplikasi PLL urea-limbah udang 1:5 takaran 80 g/polibag (F5).

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM), Universitas Borneo Tarakan atas dukungan moril dan material yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian dan publikasi hasil penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Xu N., G. Tan, H. Wang, and X. Gai. Effect of biochar additions to soil on nitrogen leaching, microbial biomass and bacterial community structure. *European Journal of Soil Biology*, 74, 1-8. 2016.
- [2] Zhou, M., and K. B., Bahl. Assesment of

- Nitrate leaching loss on a yield- scaled basis from maize and wheat cropping systems. *Plant and Soil*, 374, 977-991. *Springer Science*, 1. 2014
- [3] Gonzalez, P. M., Iglesias, C. M., and Mazarino, J. M. Managing the Value of Compost as Organic Amendments and Fertilizers in Sandy Soils. *Agriculture Ecosystem and Environment*, 224: 29-38. 2015
- [4] Mansyur, N.I., E. Hanudin, B.H. Purwanto, and S.N.H. Utami. The Nutritional Value of Shrimp Waste and Its Response to Growth and N Uptake Efficiency by Corn. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 748 012013, 1-8. 2021
- [5] Hortan-Hartwig, L., and Bockman. Ammonia exchange between crops and air. *Nonvegian 1. Agric. Sci*, 5-40. Doi:10.36987/Agr. V 672-675. 1994
- [6] Mansyur N.I, E Hanudin, B.H Purwanto, and S.N.H Utami. Morphological characteristics and classification of soils formed from acidic sedimentary rocks in North Kalimantan. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 393 (2019) 012083. IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/393/1/012083 (1-9). 2019
- [7] Jarosiewicz, A., and Tomaszewska, M. Controlled - Release NPK Fertilizer Encapsulated by Polymeric Membranes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 413-417. 2003
- [8] Trenkel , M. E. Slow and Controlled - release and stabilized fertilizers : an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture . *International Fertilizer Industry Association (IFA)*.3. 2010
- [9] Mansyur N.I. Perbaikan Sifat Kimia Tanah Suboptimal dan Efisiensi Serapan N Oleh Jagung Yang di beri Pupuk N Bermatrik Biochar. Disertasi Tidak diterbitkan. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta. 2019
- [10] Handayani, L. Formulasi Pupuk Lepas Terkendali Menggunakan Pelapisan Akrilik dan Kitosan serta Aplikasinya pada Pembibitan Acacia crassicarpa. *Intstitut Pertanian Bogor*. 4. 2014
- [11] Ahmed, H. O., Yap, B., and Muhammad, A. M. Enhancing the Urea-N use Efficiency on maize (Zea Mays) cultivation on acid soils amended with zeolite and TSP. *American Journal of Applied Sciences* , 829-833. 2009
- [12] Saleh, M., Zulmanwardi, Z., and Pasanda, O. S. Pembuatan Pupuk SRF (Slow Release Fertilizer) Dengan Menggunakan Polimer Amilum. In *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*. 2018
- [13] DONG, Y., and WANG, Z. Y. Release Characteristics of Different N Forms in an Uncoated Slow/Controlled Release

- Compound Fertilizer. *Agricultural Sciences in China*, 6(3), 330-337. ScienceDirect. 2007
- [14] Balai Penelitian Tanah. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor. 2009
- [15] Pane, M., Damanik, M., and Sitorus, B. Pemberian bahan organik kompos jerami padi dan abu sekam padi dalam memperbaiki sifat kimia tanah ultisol serta pertumbuhan tanaman jagung. *J Agroekoteknologi Univ Sumatera Utara*. 2(4). 2014
- [16] Kim, S. O. F. Physicochemical and Functional Properties of Crawfish Chitosan As Affected By Different Processing Protocols. *A Thesis Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College in Partial Fulfillment of the Requirements For The Degree of Master of Science*. Seoul National University. Korea.p 2. 2004
- [17] Tarigan, E., Hasanah, Y., and Mariati. Respons Pertumbuhan Dan Produksi Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) Terhadap Pemberian Abu Vulkanik Gunung Sinabung Dan Arang Sekam Padi. *J Online Agroekoteknologi*. 3(3):956–962. 2015
- [18] Harahap, F.S., Walida, H., Harahap, DA., and Wicaksono, M. Pemberian abu sekam padi dan jerami padi untuk pertumbuhan serta serapan tanaman jagung manis (*Zea mays* L.) pada tanah ultisol di kecamatan rantau selatan. *J Agroplasma*. 6(2):12– 18. 2019
- [19] Wang, Y., Liu, X., Butterlym C., Tang, C., and Xu J. Ph Change, carbon and nitrogen mineralization in paddy soils as affected by chinese milk vetch addition and soil water regime. *J Soils Sediments*. 13(4):654-663. 2013
- [20] Mansyur, NI., E Hanudin, BH. Purwanto, and S.N.H. Utami. Chemical Properties and Micromorphology of Biochars Resulted from Pyrolysis of Agricultural Waste at Different Temperature. *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science* 44 (3), 431-446. <http://www.agrivita.ub.ac.id/>. 2022
- [21] Shaviv, A., and Mikkelsen, R. L. Controlled Release Fertilizers to Increase Efficiency of Nutrient Use and Minimize Enviromental Degradation A. *Fert rES*, 1-12. 1993
- [22] Lehmann, J., and Joseph, S. Biochar for environmental management. *Science and Technology*. Earthscan, London-Sterling, VA. pp: 416. 2015
- [23] Balai Penelitian Tanah. Pengertian pemupukan berimbang. 2013. <http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/pupuk/index.php/publik>

asi/102-pengertian-pemupukan-

berimbang, diakses tanggal 14 Februari 2022

- [24] Mansyur, NI,, EH Pudjiwati, and A. Murtalaksono. Pupuk dan Pemupukan (Book). Syiah Kuala University Press. Cetakan Pertama, 2021 ix + 122 (15,5 cm X 23 cm). ISBN: 978-623-264-326-0 ISBN: 978-623-264-327-7 (PDF). 2021

- [25] Mengel, K., E. A. Kirkby, H. Kosegarten and T. Appel. Principles of Plant Nutrition. 5th Ed., Kluwer Academic Publ., London. 2001