RESEARCH NABATIA
Published December 2025
https://doi.org/10.21070/nabatia.v13i2.1677

Pengaruh Bahan Pembungkus Formula Pupuk Lepas Lambat Urea-Organik Terhadap Perubahan Sifat Kimia Tanah dan Ketersediaan Hara Nitrogen

The Effect of Coating Materials in a Slow-Release Urea-Organic Fertilizer Formula on Changes in Soil Chemical Properties and Nitrogen Availability

Nur Indah Mansyur[1)], Rocky Juliansen Sembiring[1)], Nurul Chairiyah[1)], Eko Hary Pudjiwati[1)]

[1)]Jurusan Agroteknologi, Universitas Borneo Tarakan

[*]Corresponding author: nurindah.ubt@borneo.ac.id

Abstracts. *Plants need nutrients, both those already in the soil and those provided through fertilization. The addition of inorganic urea fertilizer as a nitrogen nutrient is often ineffective because the nature of urea is quickly available so that the potential for loss is very large either through evaporation or leaching. Slow-release fertilizer technology is an alternative to ensure the availability of N nutrients, the efficiency of N nutrient uptake for plants, and the fertility of soil properties. The effectiveness of slow-release fertilizers can be influenced by supporting material factors. The potential for supporting materials for urea packaging derived from organic materials is very large, such as rice husk charcoal, coconut shell charcoal and shrimp waste. This study aims to examine the effect of the packaging material for the Urea-Organic slow-release fertilizer formula on changes in soil chemical properties and the availability of Nitrogen nutrients. This research was conducted through incubation experiments in the laboratory with the following treatments: Control (no treatment), F1 (Urea), F2 (Urea-rice husk charcoal), F3 (Urea-coconut shell charcoal), F4 (Urea-shrimp waste). The soil used was Ultisol which is classified as marginal, taken from newly cleared land. The parameters observed were soil pH, C-Organic and N-Nitrate content of the soil from soil samples taken at 0, 14, 28, 42, and 56 days after the incubation treatment. The results showed that the use of rice husk charcoal, coconut shell charcoal, and shrimp waste as urea packaging materials in a slow-release fertilizer formula was able to increase the availability of nitrogen nutrients (N-Nitrate), and was able to improve soil pH and soil organic matter content from before treatment. The implications of using shrimp waste, rice husk charcoal and coconut shell as urea packaging in the urea-organic slow-release fertilizer formula can increase the efficiency of N-urea fertilizer use while improving the fertility of Ultisol soil.*
Keywords: Slow-Release Fertilizer, Coating Urea, N-Nitrate

PENDAHULUAN

Teknologi pupuk lepas lambat (PLL) merupakan teknologi rekayasa pupuk sebagai solusi dari permasalahan pupuk dan pemupukan bagi petani. Permasalahan yang sering dialami oleh petani adalah rendahnya effisiensi penggunaan pupuk anorganik, terutama pupuk sumber hara nitrogen seperti urea, pupuk majemupuk NPK. Menurut [1] efisiensi pemupukan dari pupuk anorganik sumber nitrogen sangat rendah yaitu sekitar 30-40 %, tergantung pada kondisi

budidaya. Pupuk lepas lambat (PLL) menjadi alternatif upaya untuk meningkatkan ketersediaan dan effiensi pemupukan N serta menghasilkan produksi yang optimal [2,3].

Prinsip dari pupuk lepas lambat adalah mengontrol pelepasan unsur hara N dari pupuk dan mengurangi kehilangan. Terdapat banyak bahan yang bisa digunakan sebagai bahan pendukung dalam formula pupuk N lepas lambat, terutama bahan organik. Beberapa hasil penelitian yang menggunakan bahan organik sebagai pendukung dalam formula pupuk lepas lambat, seperti biochar [1,3,4], kitosan yang berasal dari limbah udang dan akrilik H [5].

Menurut [6] bahwa penggunaan pupuk N lepas lambat mampu menurunkan kehilangan unsur hara N dan meningkatkan efisiensi serapan N, dan sangat potensial menurunkan penggunaan pupuk konvensional (anorganik) sekitar 20-30% dari takaran yang direkoendasikan, dengan hasil yang optimum. [3,6] menyatakan bahwa pengunaan pupuk N lepas lambat biochar coated urea (BCU) mampu mengurangi kehilangan N, serta meningkatkan ketersediaan dan serapannya olehjagung sekitar 45%. Hasil penelitian [7] menunjukkan bahwa penggunaan Zeolit bersama pupuk urea mampu meningkatkan efisiensi urea, sehingga mengurangi kehilangan urea karena pencucian.

Potensi jenis bahan organik sebagai pendukung dalam formula pupuk lepas lambat (PLL) masih sangat tinggi seperti arang sekam, tempurung kelapa dan limbah udang. Penggunaan limbah udang dan arang sekam sebagai pendukung dalam pembuatan pupuk lepas lambat sudah pernah dilakukan oleh [4]. Hasil penelitian [8] menunjukan bahwa penggunaan biochar sebagai pembungkus (coating) urea yang dikombinasikan dengan limbah undang mampu meningkatkan efisiensi serapan nitrogen pada tanah marginal sekitar 57%. Lebih lanjut dikatakan bahwa penggunaan Zeolit dapat meningkatkan efisiensi serapan nitrogen sekitar 70% [7]. Terjadinya peningkatan efisiensi serapan tersebut dapat mengurangi kehilangan urea karena pencucian [9,10, 2].

Penggunaan bahan pembungkus urea yang berbeda dalam pupuk lepas lambat memberikan pengaruh yang berbeda dalam pelepasan unsur hara nitrogen dari urea. Selama ini, penelitian tentang pupuk lepas lambat lebih banyak terfokus pada efisisensi penggunaan bahan pendukung pupuk. Menurut [11] bahwa formulasi urea-limbah udang dengan perbandingan 1:5 sangat baik mengontrol pelepasan NH4+. Belum banyak informasi tentang jumlah hara yang tersedia pada aplikasi pupuk lepas lambat urea-organik dari berbagai jenis pembungkus yang digunakan. Selama ini laimbah udang hanya digunakan sebagai pupuk organik yang potensial karena mengandung unsur hara nitrogen sekitar 6,58% dan unsur hara lainnya [8]. Selain mengandung unsur hara yang cukup baik, limbah udang jug mengandung citosan yaitu senyawa yang berpotensi sebagai agen retensi, sehingga perlu diuji coba meretensi unsur hara nitrogen. Tempurung kelapa dan sekam padi dikembangkan sebagai biochar untuk meningkatkan kesuburan ranah dan cadangan karbon tanah yang memiliki kemampun retensi hara segingga mengurangi kehilangan unsur hara terutaman nitrogen. Peran limbah udang, tempurung kelapa dan arang sekam belum banyak diuji sebagai bahan pembungkus urea dalam formula pupuk lepas lambat urea-organik, sehingga perlu dikaji. Hasil kajian ini dapat menjadi acuan penggunaan bahan pembungkus dalam formulasi pupuk lepas lambat yang mampu menyediakan unsur hara N yang cukup sekaligus dapat memperbaiki sifat kimia tanah.

METODE

Penelitian merupakan penelitian eksperimen dengan rancangan acak kelompok (RAK), dengan perlakuan: Kontrol (tanpa urea dan atau pembungkus), F1 (Urea), F2 (Urea dengan

pembungkus arang sekam), F3 (Urea dengan pembungkus arang tempurung kelapa), F4 (Urea dengan pembungkus limbah udang). Setiap perlakukan diulang 5 kali dan setiap ualngan terdapat 5 unit percobaan berdasarkan jumlah waktu pengamatan (0,14,28, 42, dan 56 hari), sehingga jumlah keseluruhan unit percobaan sebanyak 125 unit. Penelitian dilaksanakan dalam 2 tahap, yaitu 1) rekayasa pemupukan dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian UBT, 2) uji pelepasan nitrogen yang dilakukan di laboratorium.

Percobaan inkubasi dilakukan dalam ruangan pada suhu 25° C, dan sampel yang digunakan diambil pada lahan baru buka, merupakan lahan semak dengan tekstur berpasir dan topografi landai, termasuk dalam wilayah pengembangan untuk pertanian. Sebanyak 10 titik pengambilan sampel tanah, kemudian dicampur sebagai sampel tanah komposit. Kemudian di timbang sebanyak 80 g lalu masukan ke dalam wadah inkubasi, kemudian dicampurkan dengan masing-masing perlakuan sesuai dengan formula yaitu: F1 (urea 0,15 g), F2 (urea dengan pembungkus limbah udang 0,6 g), F3 (urea dengan pembungkus arang sekam 0,6 g), F4 (urea dengan pembungkus arang tempurung kelapa 0,6 g). Setelah tercampur merata, kemudian ditambahkan dengan air sebanyak 30 ml dan kembali diaduk hingga merata, diberi perlakuan, dan diinkubasi sesuai waktu pengamatan, yaitu 0, 14, 28, 42, dan 56 hari. Unutk mempertahankan kelembaban tanah maka setiap 4 hari sekali ditambahan air sebanyak 15 ml persampel. Parameter yang diamati yaitu pH tanah, kandungan C-Organik dan N tersedia tanah dalam bentuk N-Nitrat tanah yang diperoleh melalui analisis laboratorium dari sampel tanah yang diambil pada 0, 14, 28, 42, dan 56 hari setelah aplikasi perlakuan, yang yang mengacu pada panduan analisis tanah dan pupuk [12].

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Tanah dan Bahan Organik yang Digunakan

Sifat kimia tanah dan bahan organik yang dianalisis sebelum percobaan, disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Sifat kimia tanah dan bahan organik yang digunakan

Parameter	Tanah	Limbah udang	Arang sekam	Tempurung kelapa
pH tanah	5.31 am	6.78 aal	7.46 al	6.29 aal
C-organik (%)	1.89 r	8.20 st	11.39 st	12.72 st
N-total (%)	0.17 r	0.38 s	0.24 s	0.27 s

Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009). Keterangan: am : agak masam, aal: agak alkalis, al : alkalis, r : rendah, s : sedang, st : sangat tinggi

Berdasarkan hasil karakteristik tanah, menunjukan bahwa tanah memiliki tingkat kesuburan yang rendah dan tidak mampu menyokong pertumbuhan tanaman secara optimal. Untuk meningkatkan kesuburan guna menyediakan unsur hara yang tersedia bagi tanaman perlu dilakukan pemupukan secara organik maupun anorganik. Pemberian pupuk anorganik terutama Urea pada tanah sering kali tidak efisien, karena sifat dari Urea yang cepat larut dan berubah,

menyebabkan banyak terjadi kehilangan baik melalui penguapan maupun melalui pencucian. Salah satu upaya untuk menjawab tantangan tersebut adalah dengan meningkatkan efisiensi pupuk urea melalui modifikasi pupuk urea menjadi bentuk pupuk lepas lambat dengan memanfaatkan bahan organik sebagi pembungkus (coating).

Hasil penelitian [13] menunjukkan bahwa pelepasan kumulatif hara N, N-NH4+ dan N-NO_3^- dari pupuk lepas lambat urea-biochar sekam padi mengalami penurunan masing-masing sebesar 20,45%, 25,98% dan 34,19% jika dibandingkan dengan perlakuan urea yang tidak dilapisi. Riset lain dari [14] mengatakan bahwa penggunaan khitosan sebagai pelapis pupuk yang berasal dari limbah udang mampu mengontrol pelepasan hara nitrogen secara berkala.

B. Pengaruh Bahan Pembungkus Terhadap Perubahan pH Tanah dan Kandungan Karbon Organik Pada Aplikasi Pupuk Lepas Lambat Urea-Organik

Tingkat kemasaman tanah merupakan indikator kesuburan tanah. Selama waktu pengamatan, pH tanah pada semua perlakuan cenderung semakin meningkat sampai pengamatan ke-5. Pada akhir pengamatan (ke-5), tingkat kemasaman tanah pada Kontrol (K) dan aplikasi urea (F1) tergolong masam, sedangkan kemasaman tanah pada aplikasi pupuk lepas lambat urea-organik (F2, F3, dan F4) tergolong agak masam. Berdasarkan tingkat kemasaman awal tanah sebelum percobaan dengan nilai 5,31 yang tergolong masam, maka aplikasi pupuk lepas lambat formula urea-organik mampu meningkatkan pH tanah menjadi agak masam (Tabel 1).

Peningkatan pH tanah yang terjadi pada aplikasi pupuk lepas lambat formula urea-organik (F2, F3, dan F4) diduga adanya pengaruh dari pH bahan organik yang digunakan sebagai pembungkus urea. Arang sekam, arang tempurung kelapa dan limbah udang memiliki pH tergolong agak alkalis dan alkalis. Hasil Penelitian [8] mengatakan bahwa penambahan bahan organik yang memiliki pH alkalis seperti arang atau biochar dan limbah udang dapat berkontribusi meningkatkan pH tanah. Pada percobaan Laboratorium, kondisi lingkungan dalam keadaan terkendali termasuk potensi hilangnya bahan organik (arang sekam, arang tempung kelapa dan limbah udang) melalui erosi dan pencucian dapat dikendalikan.

Pada Tabel 2 menunjukkan kandungan C-organik tanah pada kontrol dan aplikasi Urea cenderung meningkat selama waktu pengamatan, sedangkan pada aplikasi pupuk lepas lambat formula urea-organik (F2, F3 dan F4) terjadi peningkatan pada pengamatan ke-2, selanjutnya cenderung sama sampai pengamatan ke-5. Walaupun kandungan C-organik cenderung meningkat, namun berada pada kategori yang sama yaitu rendah. Pada seluruh waktu pengamatan, kandungan C-organik tanah tertinggi diperoleh pada aplikasi pupuk lepas lambat formula urea-organik (urea-arang sekam, urea-arang tempurung kelapa, dan urea-limbah udang).

Kandungan bahan organik tanah awal yang digunakan tergolong rendah. Sampai pada pengamatan ke-5, aplikasi pupuk lepas lambat formula urea-organik (F2, F3, dan F4) tidak mampu meningkatkan kandungan C-organik tanah baik. Hal ini diduga bahwa jumlah bahan organik yang ditambahkan sangat mempengaruhi keberadaan dan reaksinya dalam tanah. Bahan organik dapat berperan sebagai pembenah tanah, pupuk organik dan pendukung dalam formula pupuk. Pada penelitian ini, bahan organik yang digunakan berperan sebagai pembungkus urea dalam formula pupuk lepas lambat urea-organik, yang bertujuan untuk mengontrol pelepasan nitrogen dari pupuk urea. Oleh karena itu jumlah bahan organik (arang sekam, arang tempurung kelapa dan limbah udang) yang digunakan sebagai pembungkus tidak sebanyak jumlah bahan organik yang digunakan sebagai pembenah tanah dan pupuk organik. Arang sekam, arang tempurung kelapa dan limbah udang yang digunakan dengan perbandingan 1:1 (urea dan bahan organik), sedangkan pembenah tanah dan pupuk organik yang digunakan

dapat mencapai 40-80 ton/ha. Kandungan C-organik tanah dipengaruhi juga oleh tingkat dekomposisi dan sifat fisika tanah [15].

Pada wilayah dengan suhu dan curah hujan tinggi terjadi proses dekomposisi yang intensif menyebabkan rendahnya kandungan C-organik tanah. Selain itu, karakteristik tanah pada lokasi penelitian yang tergolong marginal dan memiliki tekstur yang berpasir tergolong kelas tekstur kasar, memiliki ruang pori yang berukuran besar sehingga daya hantar air cepat namun kemampuan dalam menahan air rendah [16]. Selanjutnya [15] menyatakan bahwa tanah berpasir sangat sulit memegang unsur hara dan semakin tinggi kandungan pasir dalam tanah akan semakin rendah kandungam C-organik, hara P dan K.

.

Tabel 2. Nilai pH dan Kandungan C-Organik tanah pada setiap waktu pengamatan

Perlakuan	Waktu pengamatan (hari setelah aplikasi)					Persentase Perubahan Nilai pH (%)
	0	14	28	42	56	
	Nilai pH tanah					
Kontrol	5,23 a	5,25 a	5,37 ab	5,33 a	5,47 a	
F1	5,22 a	5,31 a	5,26 a	5,27 a	5,48 a	0,18
F2	5,27 a	5,44 a	5,50 b	5,50 b	5,67 b	3,53
F3	5,32a	5,43 a	5, 50 b	5,53 b	5,64 b	3,01
F4	5,30 a	5,51 a	5,49 b	5,51 b	5,65 b	3,19
Perlakuan	Kandungan C-Organik Tanah (%)					Persentase Perubahan C-organik (%)
Kontrol	1,19a	1,25 a	1,28 a	1,28 a	1,29 a	
F1	1,18 a	1,25 a	1,27 a	1,28 a	1,29 a	0
F2	1,27 b	1,37 b	1,38 b	1,37 b	1,38 b	6,52
F3	1,27 b	1,36 b	1,38 b	1,37 b	1,38 b	6,52
F4	1,27 b	1,37 b	1,38 b	1,37 b	1,38 b	6,52

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak signifikan berdasarkan uji DMRT taraf 5%. K: Kontrol (Tanpa perlakuan); F1:Urea (Tanpa pembungkus); F2: Urea pembungkus arang sekam; F3: Urea pembungkus arang tempurung kelapa; F4: Urea pembungkus limbah udang

C. Pengaruh Bahan Pembungkus Terhadap Kandungan N-NO_3^- Karbon Organik Pada Aplikasi Pupuk Lepas Lambat Urea-Organik

Secara umum rendahnya efisiensi penggunaan N di lahan pertanian disebabkan oleh karakter pupuk urea yang memiliki laju pelarutan cepat. Menurut [17,18] bahwa Nitrogen memiliki sifat mudah tercuci dan tingkat volatilisasi yang tinggi sehingga membuat pupuk tidak efektif digunakan. Sehingga ketika tanaman membutuhkan N dalam tanah, tanah tidak bisa menyediakan kebutuhan akan N tersebut.. Penggunaan bahan pembungkus adalah salah satu cara dalam rekayasa pupuk dengan tujuan memperlambat laju pelepasan nitrogen dari suatu pupuk.

Kandungan hara N-Nitrat pada setiap perlakuan diperoleh dari hasil pengurangan jumlah hara N-Nitrat dalam tanah yang diberi perlakuan terhadap jumlah unsur hara N-Nitrat pada kontrol (tanpa perlakuan). Secara umum pada semua waktu pengamatan, jumlah N-Nitrat yang diperoleh dari perlakuan pupuk lepas lambat urea-arang sekam (F2) berbeda nyata terhadap perlakuan urea (F1), pupuk lepas lambat urea-arang tempurung kelapa (F3), dan pupuk lepas lambat Urea-limbah udang (F4). Jumlah N-nitrat tertinggi diperoleh pada perlakuan pupuk lepas lambat urea-limbah udang (F4) (Tabel 3).

Selama masa pengamatan pola perubahan kandungan Nitrat dalam tanah pada aplikasi SRF baik menggunakan arang tempurung kelapa dan limbah udang hampir sama. Kandungan N-Nitrat tertinggi diperoleh pada perlakuan pupuk lepas lambat urea-arang tempurung kelapa (F3), diikuti pupuk lepas lambat urea-limbah udang (F4). Hal ini dipengaruhi oleh bahan penyusun setiap formula yang berbeda-beda disetiap bahannya serta tidak luput dari peran aktivitas nitrosomonas dan nitrobakter (golongan bakteri obligat autotrof) meningkatkan jumlah nitrat dalam tanah yang dibentuk melalui proses nitrifikasi yaitu perombakan amonium menjadi nitrat. sebagai sumber energi bagi aktivitas jasad renik didalam tanah atau aktivitas biologi dalam tanah. [11] menyatakan bahwa komposisi bahan pendukung formula pupuk nitrogen lepas lambat menentukan efekifitas dari pupuk N lepas lambat tersebut. Komposisi tersebut juga akan berbeda tergantung bahan yang digunakan. Hal ini juga ditunjukkan oleh penelitian [17] bahwa Formula pupuk lepas lambat Urea-zeolit-asam humat maupun urea-zeolit-tanpa asam humat mempu melepaskan hara N-NH4+ secara perlahan, sampai minggu ke 14 menunjukan hara N-NO3- mencapai 100%. Hal ini menunjukan bahwa formula ini mampu mengikat atau memegang amonium sehingga dapat memperlambat proses perubahan nitrat secara biologi.

Tabel 3. Jumlah Kumulatif N-Nitrat pada aplikasi pupuk lepas lambat Urea-Organik

Perlakuan	Waktu pengamatan (hari setelah aplikasi)					Persentase Perubahan N-Nitrat (%)
	0	14	28	42	56	
Kontrol	0,15a	0,18a	0,23a	0,21a	0,19a	
F1	0,18a	0,37c	0,26a	0,23a	0,22a	13,64
F2	0,17a	0,33b	0,36bc	0,3b	0,29bc	34,48
F3	0,20a	0,41d	0,38c	0,2a	0,33c	42,42
F4	0,17a	0,51 e	0,28 ab	0,28 b	0,27 b	29,63

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak signifikan berdasarkan uji DMRT taraf 5%. K: Kontrol (Tanpa perlakuan); F1:Urea (Tanpa Pembungkus); F2: Urea pembungkus arang sekam; F3: Urea pembungkus arang tempurung kelapa; F4: Urea pembungkus limbah udang

Aplikasi pupuk lepas lambat urea-organik dalam tanah mampu menurunkan jumlah N-Nitrat yang tercuci semakin menurun sejalan dengan lamanya waktu inkubasi. Penurunan jumlah N-Nitrat tercuci diduga bahwa terjadi pengikatan N-Nitrat oleh arang maupun limbah udang, di mana arang dan limbah udang memiliki bentuk permukaan berpori-pori serta memiliki gugus fungsional yang banyak yang berperan untuk memegang unsur hara. Jumlah hara N-Nitrat pada pengamatan ke 56 hari menunjukkan bahwa persentase tertinggi sekitar 42,42% lebih tinggi dari tanpa perlakuan. Hasil penelitian [19] menunjukkan bahwa arang (biochar) tempurung kelapa dan cangkang sawit yang dibuat dengan proses pirolisis 400°C memiliki gugus fungsional yang beragam, namun yang dominan adalah gugus aromatik karboksilat dan Fenol. Lebih lanjut bahwa gugus aromatik karboksilat dan fenol bertanggung jawab dalam memegang dan mengendalikan unsur hara, salah satunya unsur hara nitrogen. Kandungan gugus fungsional aktif pada permukaan biochar menentukan kemampuan biochar meretensi unsur hara. Gugus fungsional permukaan arang didominisasi oleh gugus karbosilat dan kelompok fenolat memiliki kapasitas yang cukup besar untuk menyerap unsur hara nitrogen [19,20], sehingga menurunkan kehilangan N tersedia (N-NH4+ dan N-NO3-) [11,13,21].

Selain itu adanya aktivitas mikroorganisme dapat meningkatkan jumlah nitrogen. aktivitas mikroba tanah yang tinggi yang menghasilkan asam-asam organik yang menjadi sumber muatan dalam tanah yang berperan dalam memegang hara nitrogen. Arang memiliki sifat tahan terhadap perombakan mikroorganisme sehingga lebih stabil, dapat menjadi habitat bagi miroorganisme tanah, dan semakin lama berada dalam tanah akan semakin baik dalam

memperbaiki sifat tanah dan meningkatkan kesuburan tanah [19,11,22]. Arang juga mampu meningkatkan stabilitas agregat dan permeabilitas tanah, memperbaiki aerasi tanah, meningkatkan kadar kandungan c-organik tanah, serta mampu meretensi hara dan air agar tersedia untuk tanaman [23].

D. Korelasi Antara pH Tanah, C-organik Tanah, danN-Nitrat

Rendahnya tingkat kesuburan tanah dapat disebabkan oleh beberapa hal diantaranya nilai pH, kandungan C-organik dan hara yang rendah. Nilai pH tanah dan C-organik menjadi indikator penting dalam menentukan kesuburan tanah, dan memjadi petunjuk adanya interaksi berbagai elemen tanah baik secara fisik, kimia maupun biologi tanah [24]. Hasil uji korelasi menunjukkan korelasi yang tidak signifikan antar parameter pH dan C-organik (r = 0.1242), pH dan N-Nitrat (r = 0.0149), dan C-organik dan N-Nitrat (r = 0.0915) (Tabel 3). Korelasi yang tidak signifikan antara parameter pH dan C- organik disebabkan oleh proses jumlah bahan organik yang digunakan sebagai pembungkus masih sangat sedikit sehingga belum mampu merubah pH tanah secara signifikan. Bahan organik mampu mempengaruhi derejat kemasaman tanah [25].

Hasil penelitian [26] menyatakan bahwa pemberian bahan organik dapat meningkatkan pH tanah secara signifikan dengan takaran sekitar 49-80 ton/ha. Selain itu pH tanah juga berpengaruh terhadap kelimpahan dan aktivitas mikroba dalam tanah. Kelimpahan dan aktivitas mikroba sangat ditentukan oleh kadar bahan organik dalam tanah, semakin melimpahnya mikroba akan mempengaruhi cepat lambatnya proses dekomposisi dalam tanah. Kemasaman tanah yang tinggi menghambat proses dekomposisi bahan organik, karena pada pH masam aktivitas dan perkembangan mikroorganisme terhambat [27,28,29]. Lebih lanut dikatakan bahwa menyatakan bahwa semakin masam tanah maka akan mempengaruhi ketersediaan unsur N-Nitrat dalam tanah, karena terhambatnya proses nitrifikasi [28].

Pada umumnya Setiap bahan organik yang mengalami proses dekomposisi lanjutan dan mineralisasi mempengaruhi komposisi C dan N dalam tanah [4,11]. Kandungan karbon organik dalam tanah dapat memengaruhi kapasitas tanah untuk menyimpan dan melepaskan nutrisi, termasuk nitrat. Tanah dengan kandungan karbon organik yang tinggi cenderung memiliki kapasitas penyimpanan nutrisi yang lebih baik dan kemungkinan mengurangi risiko pencucian nutrisi, termasuk nitrat, ke dalam air tanah. Namun, hubungan ini tidak selalu linear, dan faktor-faktor lain seperti suhu, kelembaban, dan aktivitas mikroorganisme tanah juga dapat memengaruhi ketersediaan nitrat. Pada hasil uji korelasi menunjukan bahwa tidak terdapat korelasi antara C-organik dengan jumlah N-Nitrat. Hal ini disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme tanah, Aktivitas mikroorganisme ini ternyata sangat efektif dalam penyediaan unsur hara tanaman [15].

Tabel 3. Nilai korelasi antar parameter pengamatan

Par	pH	C-Org	N-Nitrat
pH	1	0.1242 tn	0.0149 tn
C-Organik	0.1242 tn	1	0.0915 tn
N-Nitrat	0.0149 tn	0.0915 tn	1

Keterangan: tn:tidak berkorelasi

.

KESIMPULAN

Penggunaan pupuk Nitrogen anorganik seperti urea cenderung memiliki efisiensi yang rendah terutama pada wilayah dengan suhu dan curah hujan yang tinggi. Teknologi pupuk lepas lambat merupakan solusi untuk meningkatkan efisiensi pemupukan Nitrogen. Penggunaan

bahan organik sebagai bahan pembungkus urea dalam formula pupuk lepas lambat seperti arang sekam, arang tempurung kelapa, dan limbah udang mampu meningkatkan ketersediaan hara nitrogen (N-Nitrat), serta mampu memperbaiki pH tanah dan kandungan bahan organik tanah dari sebelum perlakuan. Dalam hal uji korelasi antara pH, kandungan C-organik dan kandungan N-Nitrat menunjukkan korelasi yang tidak signifikan. Hal ini disebabkan oleh perconaan yang dilaksanakan dalam laboratorium, yang membatasi pengaruh lainnya, sementara dalam hal ketersediaan hara dan reaksi biochemichal dalam tanah meruoakan reaksi kompleks dari banyak faktor yang mempengaruhi.

Oleh karena itu perlu ada penelitian pembanding yang dilaksanakan di lapangan dengan perlakuan yang sama, pengatamat terhadap beragam faktor yang mempengaruhi pelepasan unsur hara seperti suhu, curah hujan, dan praktek aplikasi pupuk lepas lambat terhadap tanaman. Beberapa pengamatan yang dapat ditinjau adalah parameter pertumbuhan, hasil efisiensi serapan N dan hubungan antara hara tersedia dengan hasil yang diperoleh.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UBT yang telah memotivasi penulis baik secara maril maupun material untuk dapat mempublikasikan hasil riset yang telah dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N.I. Mansyur,E. Pudjiwati,andA. Murtilaksono, *Pupuk dan pemupukan*. Syiah Kuala University Press, 2021

[2] N.I. Mansyur, Perbaikan Sifat kimia tanah suboptimal dan efisiensi serapan N oleh jagung yang diberi pupuk N bermatrik biochar. *Disertasi Tidak diterbitkan*. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada: Yogjakarta, 2019

[3] M. Zhou, and K. Butterbach-Bah, Assesment of Nitrate leaching loss on a yield- scaled basis from maize and wheat cropping systems. *Plant and Soil*, 2014, Vol. 374, No. 1/2, 977-991.

[4] P.M. Gonzalez, C.M. Iglesias, and J.M. Mazzarino, Managing the value of compost as organic amandements and fertilizers in sandy soils. *Agriculture Ecosystemand Enviroment*, 2015, 224: 29-38.

[5] L.Handayani, Formulasi pupuk lepas terkendali menggunakan pelapisan akrilik dan kitosan serta aplikasinya pada pembibitan *Acacia crassicarpa*. *Intstitut Pertanian Bogor*. 4, 2014.

[6] N.I. Mansyur, 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(2019)*. IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/393/1/012083 (1-9)

[7] H.O. Ahmed, B. Yap, and A.M.Muhammad, Enchancing 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.

[8] N.I. Mansyur, 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. Published under licence by IOP Publishing Ltd IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 748: 2021, International Conference on Agriculture, Climate Change, Information Technology, Food and Animal Sciences, 7-9 October 2020, Medan, Indonesia. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/748/1/012013/meta

[9] R.W. Miller, and R.L. Donahue, An Introduction to soil and plant growth. *Prentince Hall International Edition, 1990*.

[10] M.E. Trenkel, Slow and Controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enchancing nutrient use efficiency an agriculture. *International Fertilizer Industry Association(IFA)*:3, 2010.

[11] N.I. Mansyur, R.J. Sembiring, M.A.N. Ilham,Pengaruh limbah udang dan arang sekam dalam formula pupuk lepas lambat urea-organik terhadap pelepasan dan serapan N di lahan marginal. *Jurnal Ilmiah Respati*, Vol. 15, No. 1(3), 2024, 72-84. e-ISSN : 2622-9471, p-ISSN : 1411-7126.

[12] Balai Penelitian Tanah, Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman Air dan Pupuk Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Depertemen Pertanian Bogor, 2009

[13] C. Zhao, J.Xu, H. Bi, Y.Shang, and Q. Shao, A slow-release fertilizer of ureaprepared viabiochar-coating with nano-SiO2-starch-polyvinyl alcohol: formulation and release simulation. *Environmental Technology & Innovation*, 32: 2023, 103264.

[14] R. Savana, and DK Maharani, Usage of chitosan-silica with crosslinking agent as a matrix for slow release fertilizer. *Proceedings of the Seminar Nasional Kimia - National Seminar on Chemistry (SNK 2018*), September 2018. ISBN: 978-94-6252-591-7, ISSN: 2352-5401. DOI: 10.2991/snk-18.2018.16

[15] A. Yuniarti, A.Suriadikusumah, and J.U.Gultom, Pengaruh pupuk anorganik dan pupuk organik cair terhadap pH, N-total, C-organik, dan hasilpakcoy pada Inceptisols. *Prosiding Semnastan*, 2018. 213-219

[16] N.I. Mansyur, A. Antonius,D. Titing, Karakteristik Fisika Tanah pada Beberapa Lahan Budidaya Tanaman Hortikultura Lahan Marginal. Jurnal Ilmiah Respati Volume 14 (2): 2023. 190-200. https://doi.org/10.52643/jir.v14i2.3779

[17] G.D. Nainggolan, S. Suwardi, and D. Darmawan, The pattern of nitrogen release from slow release fertilizer urea-zeolite humic acid. Jurnal Zeolit Indonesia, 8(2): 2009. 89-96

[18] G.D. Nainggolan, Pola pelepasan nitrogen dari pupuk tersedia lambat (slow release fertilizer) Urea-Zeolit-Asam Humat. 2010. 89 h. URI: http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/27359, Collections: UT - Soil Science and Land Resources [2819].

[19] N.I. Mansyur, E Hanudin, BH Purwanto, and SNH Utami, Chemical properties and micromorphology of biochars resulted from pyrolysis of agricultural waste at different temperature. Agrivita, *Journal of Agricultural Science*. 2022, 44 (3), 431-446. http://www.agrivita.ub.ac.id/

[20] A. Masulili, Rice Husk Biochar for rice based cropping system in acid soil1. The characteristics of rice husk biochar and its influence on the properties of acid sulphate soils and rice growth in West Kalimantan, Indonesia. *Journal of Agricultural Science*, 39, 2010.

[21] R.S. Kookana, A.K.Sarmah, LVan-Zwieten, E.Krull, and B.Singh, Biochar application to soil: agronomic and environmental benefits and unintended consequences. Advances in agronomy, 2011, 112: 103-143.

[22] A.R. Zhang,G. Bian, LPan, Q.Cui,L.Hussain, L.J.Zheng,J.Zheng,X. Zhang, X.Han,and X. Yu, Effects of biochar amendement on soil quality, crop yield and greenhouse gas emission in a chinese rice paddy:A Field study of2consecutivericegrowing Cycles.*Elsevier.J.filed CropsReserch* 127 (2012) 153-160

[23] Widowati dan Sutoyo, Kombinasi jenis biochar dan perimbangan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil jagung pada tanah terdegradasi. Prosiding, 2013: 1-10.

[24] M.A.N. Ilham, Kajian pengaruh limbah kulit udang dan arang sekam dalam formula slow release fertilizer terhadap proses pelepasan unsur hara N. Skripsi, Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas BorneoTarakan, 2021. hal .71+7.

[25] R. Farrasati, I. Pradiko, S. Rahutomo, E.S.Sutarta, H.Santoso, and F.Hidayat, Karbon organik tanah di perkebunan kelapa sawit Sumatera Utara: status dan hubungan dengan beberapa sifat kimia tanah. *Jurnal Tanah an Iklim*, 2019,43(2), 157-165.

[26] M.N. Eiddieansyah, Kajian hubungan kandungan asam humat dan asam fulvat bahan organik dengan pertumbuhan tanaman jagung. Skripsi, Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Borneo Tarakan, 2022, ha. 78.

[27] M.E. Trenkel, Improving Fertilizer Use Efficiency :Controlled-Release and Stabilized Fertilizers In Agriculture. *Published by the International Fertilizer Industry Association Paris*, December 1997. Copyright. 1997 IFA. All rights reserved. ISBN 2-9506299-0-3

[28] S. Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. *Akademika Presindo*. Jakarta

[29] S.E. Agustin, and R. Suntari, Pengaruh aplikasi urea dan kompos terhadap sifat kimia tanah serta pertumbuhan jagung (*Zea mays* L.) pada tanah terdampak erupsi Gunung Kelud. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 2018, *5*(1), 775-783