

## **PENINGKATAN EFISIENSI PUPUK NITROGEN MELALUI REKAYASA KELAT UREA-ZEOLIT-ASAM HUMAT**

(Increasing Nitrogen Efficiency through Chelate Engineering of Urea-Zeolite-Humic Acid)

**Suwardi, Darmawan**

Dep. Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB

### **ABSTRAK**

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Namun demikian, nitrogen mudah tercuci dari tanah dalam bentuk nitrat, menguap ke udara dalam bentuk gas amoniak, atau berubah bentuk yang sulit diserap tanaman. Untuk meningkatkan efisiensi pupuk nitrogen, pupuk dibuat dalam bentuk tersedia lambat. Telah diketahui bahwa zeolit adalah mineral yang mempunyai KTK tinggi dan kemampuan untuk menyerap nitrogen dalam bentuk ion amonium. Di pihak lain asam humat yang diekstrak dari bahan organik mempunyai kemampuan untuk merangsang pertumbuhan tanaman. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari peranan zeolit dan asam humat sebagai agen pelepasan lambat dari pupuk nitrogen. Penelitian dilakukan dengan metode inkubasi selama 14 minggu. Ratio urea dan zeolit adalah 70%:30% kemudian ditambahkan asam humat dengan jumlah 0, 2, 3, 4, and 5% dengan simbol UZA-1, UZA-2, UZA-3,-UZA-4, dan UZA-5. Pupuk kimia diberikan setara dengan 50 mg/kg lalu dimasukkan ke dalam botol plastik yang telah diisi tanah setara 100g BKM. Pupuk dan tanah dicampur merata pada kadar air kapasitas lapang. Kadar N-amonium dan N-nitrat dianalisa pada minggu ke 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 14 periode inkubasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa N-amonium telah terdeteksi pada minggu pertama inkubasi dan menurun sampai mendekati nol pada minggu ketiga inkubasi. Namun demikian, N-nitrat menunjukkan peningkatan selama periode inkubasi. Pelepasan nitrogen paling lambat ditunjukkan oleh UZA-5. Pada percobaan rumah kaca dengan tanaman indikator padi menunjukkan UZA-3 memberikan performa pertumbuhan terbaik.

Kata Kunci: N-amonium, N-nitrat, slow release fertilizer, zeolit, asam humat.

### **ABSTRACT**

Nitrogen is one of plant nutrients which are most important for plant growth. However, nitrogen is easy leaching from the soil as nitrate, volatilizing as ammonia gas, or change to other forms which are difficult to be absorbed by crops. To increase the nitrogen efficiency, the fertilizer is made as slow release form. It is well known that zeolite is mineral having high cation exchange capacity (CEC) and capability to adsorb nitrogen as ammonium ion. On the other hand, humic acid extracted from organic matter has capability to stimulate plant growth. The objectives of this research were to study the role of zeolite and humic acid as slow release agent of nitrogen fertilizer. The experiment was carried out by incubation method during 14 weeks. The ratio of urea and zeolite was 70%:30% then added by humic acid of 0, 2, 3, 4, and 5% resulting UZA-1, UZA-2, UZA-3,-UZA-4, AND UZA-5. The fertilizers were given equivalent to 50 mg/kg and put them into plastic bottle containing equivalent to 100g oven-dry soil. The fertilizer and soil then mixed homogenously under field capacity soil moisture. The contents of ammonium-N and nitrate-N were analyzed at 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 14 week of incubation period. The results indicated that ammonium-N had been detected at the first week incubation and decrease until near zero at the third week incubation. Meanwhile, the nitrate-N showed a continuous increase during the incubation period. The slowest nitrogen release showed

by UZA-5. In green house experiment using rice plant showed that UZA-3 gave the best performance of rice growth.

Keywords : Ammonium-N, nitrate-N, slow release fertilizer, zeolite, humic acid.

## PENDAHULUAN

Permasalahan pengembangan produksi pertanian di Indonesia diantaranya adalah rendahnya kadar bahan organik tanah dan ketidakefisienan penggunaan pupuk nitrogen. Kadar bahan organik tanah terus mengalami penurunan karena petani cenderung menggunakan pupuk kimia secara terus-menerus tanpa penambahan bahan organik ke dalam tanah. Akibatnya selain turunnya kadar bahan organik, tanah menjadi semakin masam dan keras akibat kerusakan struktur dan tidak berkembangnya sebagian besar mikroorganisme tanah. Pada kondisi seperti itu, tanah menjadi tidak responsif lagi terhadap pemupukan sehingga produksi pertanian sulit ditingkatkan (*leveling of*) (Suwardi, 2004). Saat ini sebagian besar tanah-tanah di pantai utara Pulau Jawa (Pantura) berada pada kondisi kadar bahan organik sangat rendah. Para petani biasanya menambahkan lebih banyak pupuk khususnya nitrogen untuk meningkatkan produksi pertanian mereka. Namun demikian penambahan pupuk nitrogen yang berlebihan akan merusak tanah dan menyebabkan pencemaran air. Oleh karena itu diperlukan usaha untuk dan meningkatkan efisiensi pupuk nitrogen.

Sementara itu usaha untuk meningkatkan efisiensi pupuk nitrogen telah banyak dilakukan seperti dengan teknik pemupukan dan membuat pupuk nitrogen dalam bentuk *slow release fertilizer* (SRF). Namun pupuk SRF yang ada sekarang ini sebagian besar menggunakan bahan kimia yang meninggalkan bahan residu yang dapat merusak tanah. Sekarang orang cenderung menggunakan bahan alam seperti zeolit dan asam humat sebagai bahan SRF. Zeolit merupakan bahan alam yang memiliki KTK tinggi (120-180 meq/100g) dan dapat menjerap ion amonium. Dalam prakteknya penggunaan zeolit dan asam humat sebagai bahan SRF dengan mencampur pupuk urea, zeolit, dan asam humat kemudian dibuat dalam bentuk prill dengan alat granulasi parabola.

Untuk mengatasi permasalahan rendahnya kadar bahan organik tanah perlu dicari terobosan dengan menggunakan bahan yang mudah diaplikasikan. Asam

humat yang merupakan bahan aktif yang diekstrak dari bahan organik merupakan bahan yang dapat berfungsi sebagai bahan organik. Asam humat memiliki KTK sangat tinggi (lebih dari 200 meq/100g) sehingga dapat digunakan sebagai bahan UZA dengan cara diselimutkan pada urea. Dalam penelitian ini akan dibuat formulasi kelat urea-zeolit-asam humat untuk meningkatkan efisiensi pupuk nitrogen sekaligus kadar bahan organik tanah.

Usaha membuat pupuk SRF dari bahan yang tidak merusak tanah telah dilakukan dengan bahan zeolit dengan cara mencampurkan 30% zeolit ke dalam pupuk urea (Suwardi, 2002). Namun demikian pupuk urea-zeolit yang terbentuk sering menggumpal saat dicampur sehingga industri pupuk urea sedikit mengeluh karena penyimpanan pupuk dalam gudang tidak tahan lama. Oleh karena itu, timbul ide untuk melapisi campuran urea-zeolit untuk dengan bahan aktif hasil ekstraksi bahan organik yaitu asam humat. Penggunaan asam humat sebagai pelapis urea-zeolit secara terus-menerus diharapkan dapat meningkatkan kadar bahan organik tanah. Namun demikian formulasi asam humat untuk melapisi campuran urea-zeolit perlu dicari agar memperoleh bentuk fisik dan pengaruh tanaman yang paling baik. Dari uraian tersebut di atas penambahan asam humat ke dalam campuran urea dan zeolit diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pemupukan nitrogen sekaligus meningkatkan kandungan bahan organik tanah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari peranan zeolit dan asam humat sebagai agen pelepasan lambat dari pupuk nitrogen.

## METODE PENELITIAN

### Pembuatan Pupuk UZA

Pupuk UZA dibuat dengan cara melapisi pupuk campuran urea-zeolit dengan asam humat. Pupuk campuran urea-zeolit dengan perbandingan 70:30 merupakan perbandingan yang paling baik telah ditemukan Suwardi (2002). Zeolit yang digunakan berasal dari Tasikmalaya dengan ukuran 100 mesh dicampur dengan urea dengan perbandingan urea:zeolit: 70:30. Bahan campuran kemudian dibuat pelet dengan bantuan *pelletizer*. Asam humat yang digunakan diperoleh dari ekstraktan humat dari batubara muda seperti yang dilakukan

Darmawan dan Sumawinnata (2006). Untuk melapisi pupuk urea-zeolit dengan asam humat maka jumlah asam humat dengan jumlah yang berbeda-beda (0, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%). Asam humat cair dengan jumlah tersebut di atas dicampurkan ke urea-zeolit. Setelah tercampur merata yang ditandai dengan warna coklat kehitaman yang merata, urea-zeolit yang telah dilapisi asam humat dibuat granul dengan mesin granulator kemudian dikeringudarkan. Pupuk ini dinamakan urea-zeolit-asam humat (UZA).

### **Percobaan Inkubasi**

Percobaan dilakukan di Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan IPB dengan menggunakan tanah dan pupuk UZA pada Mei-Agustus 2008. Tanah yang digunakan untuk penelitian adalah tanah yang biasa digunakan untuk menanam padi sawah di daerah Darmaga, Bogor. Tanah diambil dari jenis tanah Aluvial (*order Inceptisol*) secara komposit pada kedalaman 0-20 cm kemudian dikeringudarkan dan diayak 4 mm.

Tanah kering udara setara 100 g berat kering mutlak (BKM) dimasukkan ke dalam wadah plastik berbentuk tabung silinder dengan diameter 6.00 cm dan tinggi 6.70 cm. Jumlah pupuk yang ditambahkan ke dalam tanah dalam wadah plastik setara dengan 50 mg/kg. Tanah dan pupuk UZA dicampur merata lalu tanah dilembabkan sampai mencapai kadar air kapasitas lapang. Tanah dalam wadah plastik ditutup dengan plastik *polyethelene* kemudian diinkubasi. Inkubasi dilakukan pada suhu kamar dalam inkubator terbuka selama 10 minggu.

Tiap periode waktu tertentu yaitu pada minggu ke- 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 setelah inkubasi, kadar N-amonium dan N-nitrat dianalisis. Tiap perlakuan diulang 3 kali dengan mengeluarkan seluruh isi tanah dari dalam wadah plastik.

### **Pengujian Pupuk UZA dengan Tanaman Padi var. Ciherang**

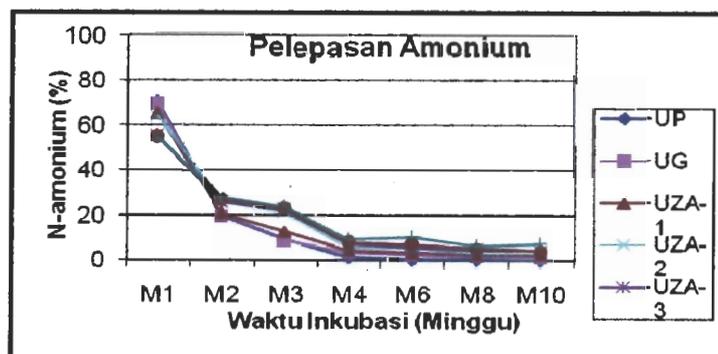
Percobaan ini dilakukan di rumah kaca Cikabayan, Institut Pertanian Bogor mulai bulan Maret sampai Agustus 2009. Pupuk UZA yang telah dibuat sebelumnya dipergunakan sebagai pupuk dasar ketika dilakukan aplikasi di rumah kaca bersama-dengan pupuk dasar yang lain yaitu SP-18, dan KCl. Dosis pupuk dasar yang dipergunakan setara SP-16 300 kg/ha (50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), KCl 200 kg/ha (112 kg K<sub>2</sub>O/ha), pupuk UZA setara urea 200 kg/ha. Tanah yang akan

dipergunakan sebagai media tanam di dalam rumah kaca diambil dari tanah yang sama untuk inkubasi. Benih padi yang digunakan adalah varietas Ciherang. Dua bibit padi ditanam dalam pot yang di dalamnya terdapat tanah sebanyak 12,5 kg BKM. Parameter pertumbuhan tanaman padi yang diukur adalah tinggi tanaman dan jumlah anakan. Pengukuran dilakukan tiap minggu sampai 10 setelah tanam (MST).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Laju Pelepasan Nitrogen Pupuk dalam Bentuk N-Amonium dan N-Nitrat

Laju pelepasan nitrogen dari pupuk UZA dalam bentuk N-amonium selama 10 minggu waktu inkubasi disajikan pada Gambar 1. Mulai minggu ke-1, inkubasi pupuk dengan cepat berubah menjadi N-amonium. Jumlah nitrogen yang terlepas dari pupuk dalam bentuk N-amonium pada minggu pertama berkisar antara 50-70% dari jumlah nitrogen. N-amonium terus berkurang sampai minggu ke-4. Penambahan asam humat memperlambat perubahan N-amonium menjadi N-nitrat. Makin tinggi kadar asam humat jumlah N-amonium yang masih berada dalam tanah lebih banyak. Hal ini menunjukkan bahwa asam humat dapat memperlambat laju pelepasan nitrogen dalam bentuk N-amonium.

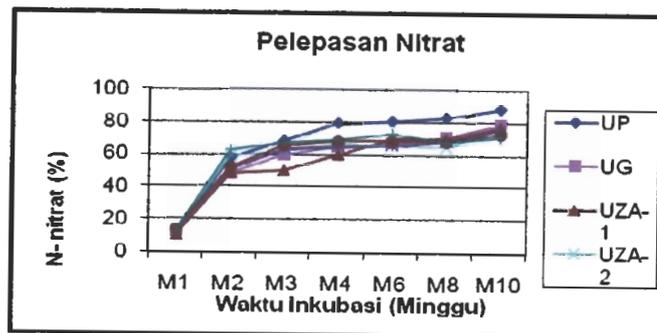


Gambar 1. Laju pelepasan nitrogen dari pupuk UZA dalam bentuk N-amonium selama 10 minggu waktu inkubasi.

Laju pelepasan nitrogen dari pupuk UZA menjadi nitrat selama 10 minggu waktu inkubasi disajikan pada Gambar 2. Pada minggu pertama pupuk dengan agak lambat berubah menjadi nitrat. Pada minggu ke-2 akumulasi pelepasan

nitrogen pupuk menjadi nitrat semakin besar sampai minggu ke-3. Pada minggu ke-3 jumlah pelepasan nitrogen pupuk menjadi nitrat mencapai 50-65% dari nitrogen yang diberikan ke dalam tanah. Sampai minggu ke-10 jumlah nitrat mencapai sekitar 75-85% Dari pupuk UZA-5 yang dibuat dari campuran urea-zeolit dan asam humat dengan jumlah asam humat 5% memberikan jumlah nitrat paling kecil.

Gambar 2 memperlihatkan bahwa dari 5 pupuk UZA, jumlah nitrat yang paling lambat terbentuk adalah UZA-5 yang diikuti UZA-4, UZA-3, dan UZA-2. Hal ini menunjukkan bahwa formula UZA-5 memiliki kecepatan proses pelepasan nitrogen menjadi nitrat paling lambat dibandingkan delapan jenis formula UZA lainnya sehingga masih mempunyai cadangan nitrogen sampai minggu ke-10. Makin tinggi kadar asam humat laju pelepasan nitrogen menjadi nitrat semakin lambat. Hal ini terkait dengan kemampuan asam humat yang dapat mengikat nitrogen dan secara fisik melapisi pupuk UZA.



Gambar 2. Laju pelepasan nitrogen dari pupuk UZA dalam bentuk N-nitrat selama 10 minggu waktu inkubasi

Laju pelepasan pupuk nitrogen dalam bentuk N-amonium dan N-nitrat selama 10 minggu menunjukkan pada minggu pertama ( $N-NH_4^+ + N-NO_3^-$ ) yang terbentuk cukup banyak. Pada minggu ke-2 pelepasan nitrogen semakin cepat sampai minggu ke-3 jumlah nitrogen hampir mendekati 100%. Dari pupuk UZA yang dibuat dari campuran urea dan zeolit dengan asam humat 5% memberikan jumlah nitrogen paling lambat.

### Pengaruh UZA terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi

Jumlah anakan dan tinggi tanaman mulai terlihat berbeda ketika tanaman memasuki 4 MST, dan ketika tanaman memasuki fase generative yang ditandai pertumbuhan jumlah anakan dan tinggi tanaman konstan. Dibandingkan dengan perlakuan urea pril (UP), jumlah anakan, tinggi tanaman, dan anakan produktif lebih tinggi dengan perlakuan UZA. Dari kelima kadar asam humat, kadar humat 3% merupakan perlakuan yang menunjukkan pertumbuhan paling baik.

Dari data tersebut di atas menunjukkan bahwa zeolit dan asam humat dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. Pupuk UZA yang merupakan campuran dari urea, zeolit, dan asam humat dapat memperlambat pola pelepasan dari pupuk nitrogen sehingga tanaman lebih efisien dalam memanfaatkan nitrogen karena pola pelepasan nitrogen lebih lambat. Dengan makin lambatnya pelepasan nitrogen menjadi nitrat, kehilangan pupuk yang diakibatkan oleh penguapan dan pencucian semakin kecil, sehingga tanaman padi memperoleh kesempatan menyerap nitrogen lebih banyak. Ini berarti zeolit dan asam humat dapat meningkatkan efisiensi pupuk nitrogen.

Tabel 1. Pengaruh UZA dengan berbagai kadar asam humat terhadap jumlah anakan dan tinggi tanaman 8 MST, serta anakan produktif tanaman padi

No	Perlakuan	Jumlah Anakan (buah)	Tinggi Tanaman (cm)	Anakan Produktif (buah)
1	UZA-0	16,0	102,8	16,8
2	UZA -1	17,7	102,6	16,1
3	UZA-2	17,7	104,2	16,7
4	UZA-3	18,3	103,2	18,2
5	UZA-4	17,7	103,0	16,2
6	UZA-5	17,0	105,4	17,0
7	UP	15,0	101,8	15,0

#### **Mekanisme *Slow Release* pada UZA**

Zeolit yang dicampur dengan pupuk urea mengikat ion amonium yang dilepaskan pupuk urea pada saat penguraian. Rongga zeolit yang berukuran 2-8 Angstrom sesuai dengan ukuran ion amonium. Pengikatan akan lebih efektif jika jumlah zeolit yang dicampurkan ke dalam pupuk urea semakin banyak, karena kompleks jerapan dan rongga yang dapat menangkap ion amonium semakin banyak. Namun demikian zeolit yang terlalu banyak dapat mengikat nitrogen

semakin kuat. Ion amonium yang dijerap zeolit tidak segera dilepas ke dalam larutan tanah selama jumlah ion amonium dalam tanah masih tinggi. Setelah ion amonium dalam tanah berubah menjadi nitrat, persediaan ion amonium dalam rongga-rongga zeolit dilepaskan ke dalam larutan tanah. Jadi zeolit berfungsi memperlambat proses perubahan ion amonium menjadi ion nitrat.

Zeolit memiliki nilai KTK yang tinggi yang berarti mempunyai jumlah kisi-kisi pertukaran dan rongga-rongga dalam jumlah yang banyak sehingga semakin banyak jumlah ion amonium yang berasal dari pupuk nitrogen yang telah mengalami hidrolisis dijerap zeolit. Penjerapan ion amonium di dalam rongga/kisi-kisi zeolit, hanya bersifat sementara dan dengan mudah akan di berikan kepada tanaman pada saat diperlukan (Suwardi, 1991). Jika kadar N dalam larutan tanah berkurang, N yang diadsorpsi oleh zeolit akan dilepaskan secara perlahan ke dalam larutan tanah.

Asam humat yang memiliki KTK dan pH yang tinggi serta mempunyai peranan dalam merangsang pertumbuhan tanaman ternyata hanya diperlukan dalam jumlah yang sangat sedikit yaitu 3% dari campuran urea dan zeolit. Berdasarkan sifat pertukaran kation, seperti halnya zeolit, asam humat dapat mengikat dan menyimpan sementara unsur-unsur hara dalam tanah kemudian melepaskan kembali ke tanah saat tanaman membutuhkannya. Asam humat secara fisik dapat menyelimuti pupuk nitrogen sehingga dapat menghambat proses penguapan pupuk menjadi gas amoniak. Disamping itu asam humat mengandung zat perangsang tumbuh yang memungkinkan akar tanaman berkembang dengan lebih baik. Dengan mekanisme pengikatan ion amonium, penghambatan penguapan nitrogen, dan perangsangan perkembangan akar, asam humat dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

## **KESIMPULAN**

1. Dari 5 jenis formula UZA dengan campuran asam humat 1-5% (UZA-1 sampai UZA-5), UZA-5 mempunyai laju pelepasan nitrogen paling lambat termasuk juga jika dibandingkan dengan urea pril dan urea granul. Namun

demikian uji pertumbuhan tanaman menunjukkan kadar asam humat 3% merupakan dosis yang paling baik.

2. Zeolit dan asam humat dalam UZA mempunyai kemampuan memperlambat proses transformasi N-amonium menjadi bentuk N-nitrat, mengurangi penguapan nitrogen menjadi gas amoniak, dan merangsang perkembangan akar tanaman sehingga zeolit dan asam humat dapat meningkatkan efisiensi pupuk nitrogen dan pertumbuhan tanaman.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian ini melalui Program Hibah bersaing.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Darmawan dan Sumawinata, B. 2006. Comparison of humic acid characteristics extracted from peat and other materials. Proceedings on International Symposium: Nature and Land Management of Tropical Peatland in South East Asia. Bogor 20-21 September 2002.
- Suwardi. 2002. Pemanfaatan Zeolit untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Pangan, Peternakan, dan Perikanan. Makalah disampaikan pada Seminar Teknologi Aplikasi Pertanian, Bogor IPB.
- Suwardi. 2004. Teknologi Pengomposan Bahan Organik sebagai Pilar Pertanian Organik. Proceeding Simposium Nasional Pertanian Organik: Keterpaduan Teknik Pertanian Tradisional dan Inovatif. ISBN 979-964671-5, 25-33.