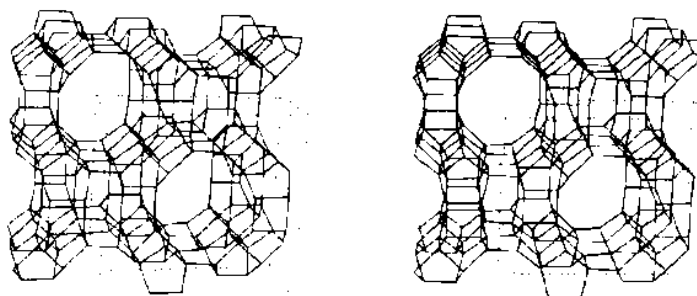


PROSIDING SEMINAR NASIONAL ZEOLIT VI Bandung. 2-4 November 2009



Editor :

I. G. Ngurah Ardha, Pramusanto, Trisna Soenara, Tendi Suhendi
Suwardi, Yateman Ariyanto, Siti Amini, Husaini
Septian Tri Putranto



IKATAN ZEOLIT INDONESIA
Darmaga Pratama Blok B No.4, Cibadak Ciampea, Bogor
Telepon/Fax: 0251-8624334
Email: sekretariat_izi@yahoo.com

POLA PELEPASAN NITROGEN DARI PUPUK TERSEDIA LAMBAT (*SLOW RELEASE FERTILIZER*) UREA-ZEOLIT-ASAM HUMAT

Ganda Darmono Nainggolan, Suwardi, dan Darmawan

Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian
Institut Pertanian Bogor
Email : suwardi_bogor@yahoo.com

ABSTRAK

Nitrogen merupakan unsur hara esensial bagi tanaman sehingga kekurangan unsur tersebut menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh dengan normal. Nitrogen mudah hilang dari tanah sehingga perlu mengurangi kehilangannya dengan membentuk pupuk dalam bentuk tersedia lambat (slow release). Beberapa bahan yang dapat digunakan untuk membuat slow release diantaranya adalah yang memiliki kapasitas tukar kation (KTK) tinggi. Zeolit dan asam humat merupakan bahan yang memiliki KTK sangat tinggi sehingga memungkinkan digunakan sebagai bahan slow release. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju dan pola pelepasan nitrogen dari formula slow release fertilizer (SRF) campuran urea, zeolit dan asam humat (UZA) dan membandingkan laju pelepasan nitrogen dengan pupuk urea pril. Penelitian dilakukan di laboratorium dengan uji inkubasi selama 14 minggu. Penetapan kadar amonium dan nitrat dilakukan dengan mengekstrak tanah dengan metode destilasi ekstrak KCl 1N + HCl 0.1N. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam humat yang diberikan pada pupuk mengakibatkan pelepasan nitrogen menjadi amonium dan nitrat semakin lambat. Dari 5 jenis Formula slow release fertilizer (SRF) yang mengandung asam humat, SRF H5 (urea:zeolit, 70%:30% dengan kandungan humat 5%) mempunyai laju pelepasan nitrogen paling lambat. Namun, dari 5 jenis pupuk SRF yang mengandung humat tersebut, pupuk SRF H1 dan H3 (dengan kandungan humat 1% dan 3%) mempunyai laju pelepasan nitrogen yang paling efisien.

Kata Kunci: Asam humat, slow release fertilizer, zeolite, padi

PENDAHULUAN

Nitrogen merupakan unsur hara esensial bagi tanaman sehingga kekurangan nitrogen menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh dengan normal. Nitrogen merupakan salah satu unsur pupuk yang diperlukan dalam jumlah paling banyak, namun keberadaannya dalam tanah sangat mobil sehingga mudah hilang dari tanah melalui pencucian maupun penguapan. Nitrogen merupakan unsur hara penentu produksi atau sebagai faktor pembatas utama produksi (Sanchez, 1979). Jumlah nitrogen dalam tanah bervariasi, sekitar 0.02% sampai 2.5% dalam lapisan bawah dan 0.06% sampai 0.5% pada lapisan atas (Alexander, 1997).

Nitrogen sangat penting karena merupakan penyusun utama protein dan beberapa molekul biologik lainnya, nitrogen diperlukan baik oleh tumbuhan maupun hewan dalam jumlah yang besar. Lagipula sejumlah besar nitrogen hilang dari dalam tanah karena tanah mengalami pencucian oleh gerakan aliran air dan kegiatan jasad renik. Banyaknya nitrogen yang tersedia langsung bagi tumbuhan sangatlah sedikit (Nasoetion, 1996). Unsur ini sangat penting bagi tumbuhan dan dapat disediakan manusia melalui pemupukan. Bentuk N yang diadsorpsi oleh tanaman berbeda-beda. Unsur hara NH_4^+ dan NO_3^- mempengaruhi kualitas tanaman sehingga ada tanaman yang lebih baik tumbuh bila diberi NH_4^+ , ada yang lebih baik bila diberi NO_3^- dan adapula tanaman yang tidak berpengaruh oleh bentuk-bentuk N ini. Nitrogen yang diserap dalam tanaman dirubah menjadi $-\text{N}$, $-\text{NH}-$, $-\text{NH}_2$. Bentuk reduksi ini kemudian dirubah menjadi senyawa yang lebih kompleks dan akhirnya menjadi protein. Pemberian N yang banyak akan menyebabkan pertumbuhan vegetatif akan sangat hebat sekali dan warna daun menjadi hijau tua. Kelebihan N dapat memperpanjang umur tanaman dan memperlambat proses kematangan karena tidak seimbang dengan unsur lain seperti P, K, dan S.

Usaha memperlambat pelepasan nitrogen dari pupuk dapat menurunkan pencemaran lingkungan karena nitrogen dalam bentuk nitrat yang masuk ke perairan merupakan salah satu sumber pencemar air. Nitrogen dalam bentuk anorganik (nitrat, nitrit, dan amoniak) merupakan indikator pencemar air. Nitrifikasi banyak berpengaruh terhadap kualitas lingkungan karena oksidasi dari NH_4^+ yang stabil menjadi NO_3^- yang mudah larut dapat menyebabkan pencemaran nitrat terhadap air tanah. Konsentrasi nitrat yang tinggi dalam air dapat memacu pertumbuhan mikroba, alga, plankton, enceng gondok, dan tumbuhan air lainnya akibat proses penyuburan air oleh nitrat (Hardjowigeno, 2003).

Peningkatan efisiensi pemupukan ini dapat dilakukan antara lain dengan memperbaiki teknik aplikasi pemupukan dan perbaikan sifat fisik dan kimia pupuk melalui perubahan sistem kelarutan hara, bentuk dan ukuran pupuk serta formulasi kadar hara pupuk. Melalui usaha tersebut diharapkan kelarutan dan pelepasan hara dapat lebih diatur sehingga faktor kehilangan hara dapat dikurangi dan pencemaran terhadap lingkungan menjadi lebih kecil (Astiana, 2004).

Salah satu usaha untuk mengurangi kehilangan nitrogen adalah dengan membuat pupuk tersebut dalam bentuk *slow release*. Zeolit merupakan salah satu bahan yang dapat mengikat nitrogen sementara. Zeolit memiliki nilai kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi (antara 120-180 me/100g) yang berguna sebagai pengadsorpsi, pengikat dan

penukar kation (Suwardi, 2000). Pupuk dalam bentuk *slow release* dapat mengoptimalkan penyerapan nitrogen oleh tanaman karena SRF dapat mengendalikan pelepasan unsur nitrogen sesuai dengan waktu dan jumlah yang dibutuhkan tanaman, serta mempertahankan keberadaan nitrogen dalam tanah dan jumlah pupuk yang diberikan lebih kecil dibandingkan metode konvensional. Cara ini dapat menghemat pemupukan tanaman yang biasanya dilakukan petani tiga kali dalam satu kali musim tanam, cukup dilakukan sekali sehingga menghemat penggunaan pupuk dan tenaga kerja (Suwardi, 1991).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju dan pola pelepasan nitrogen dari formula *slow release fertilizer* (SRF) campuran urea, zeolit dan asam humat dan membandingkannya dengan pupuk urea pril.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Penelitian dilakukan dari bulan Maret 2009 sampai dengan bulan September 2009. Pupuk *slow release* yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dari campuran Urea, Zeolit dan Asam Humat. Pupuk UZA menggunakan urea dan zeolit dengan perbandingan 70:30. Sedangkan untuk asam humat digunakan dengan jumlah yang berbeda-beda yaitu 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%.

Tanah yang digunakan untuk penelitian adalah tanah yang biasa digunakan untuk menanam padi sawah di daerah Situ Gede, Bogor. Tanah diambil secara komposit pada kedalaman 0-20 cm kemudian dikeringudarkan. Untuk analisis sifat-sifat kimia di laboratorium, tanah ditumbuk dan diayak sampai lolos saringan 2 mm.

Urea dan zeolit dipersiapkan dalam bentuk bubuk (*powder*) dengan ukuran 60-100 mesh. Urea yang sudah berbentuk bubuk diberi asam humat sesuai konsentrasi kemudian diaduk hingga homogen. Adapun zeolit yang telah berbentuk bubuk dicampur dengan pati sebagai perekat pupuk. Keempat bahan tersebut dicampur secara homogen. Setelah itu SRF dibuat dengan metode konvensional menggunakan nampan dan berdasarkan pada gaya sentrifugal.

Pengukuran laju pelepasan nitrogen pupuk dilakukan dengan metode inkubasi di ruang terbuka di laboratorium. Tanah kering udara sebanyak 113.79 g atau setara 100 g (berat kering mutlak/BKM) dimasukkan kedalam wadah plastik berbentuk tabung silinder

dengan diameter 6.00 cm dan tinggi 6.70 cm. Jenis dan jumlah pupuk yang ditambahkan kedalam tanah dalam wadah plastik pada Lampiran. Setiap perlakuan diulang 3 kali.

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 oleh Suwardi (2005) dibuat dengan bantuan *pelletizer*. Pupuk UZA (Urea-Zeolit-Asam Humat) ditimbang sesuai dengan perlakuan kemudian dimasukkan kedalam wadah plastik yang telah berisi tanah setara 100 gram BKM. Tanah dan pupuk dicampur merata lalu tanah dilembabkan sampai mencapai kadar air kapasitas lapang (57.34%). Tanah dalam wadah plastik ditutup dengan plastik *polyethelene* kemudian di inkubasi. Inkubasi dilakukan pada suhu kamar dalam Inkubator terbuka selama 14 minggu.

Tiap periode waktu tertentu yaitu pada minggu ke 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 dan 14, selama masa inkubasi dilakukan analisis konsentrasi amonium dan nitrat (%), pH, EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$) dan kadar air tanah. Tiap perlakuan diulang 3 kali dengan mengeluarkan seluruh isi tanah dari dalam wadah plastik dan dilakukan pengadukan sampai merata, lalu sampel diambil untuk ditimbang sebanyak 5 gram (analisis amonium dan nitrat). Karena jumlah perlakuan ada 7, maka jumlah wadah plastik yang digunakan sebanyak $8 \times 3 \times 8 = 192$.

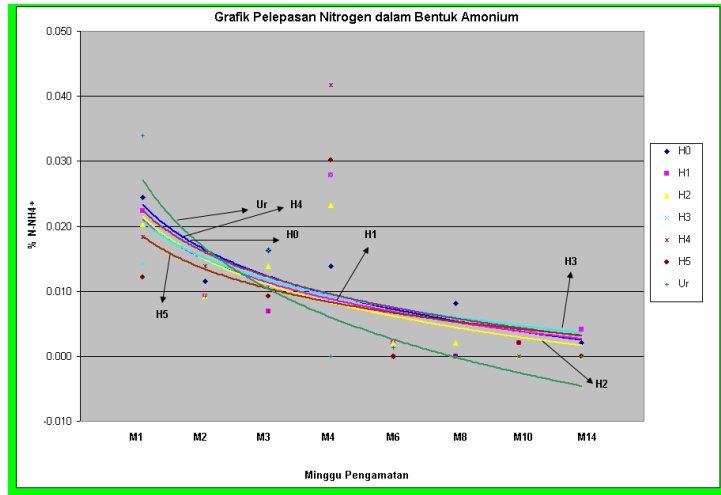
Penetapan kadar amonium dan nitrat dilakukan dengan mengekstrak tanah dengan metode destilasi menggunakan ekstrak KCl 1N+ HCl 0,1N, lalu hasil ekstrak dianalisis dengan metode Destilasi. Seluruh contoh tanah pada minggu ke 14 dianalisis pH, EC, amonium, nitrat, kadar air, P, K, KTK, dan basa-basa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

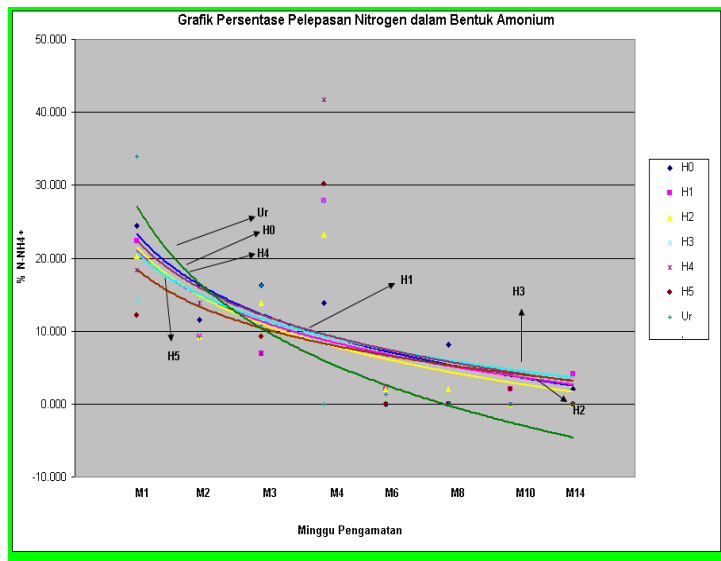
Laju Pelepasan Amonium dan Nitrat dari Pupuk SRF dan Urea Prill

Dari hasil penelitian selama masa inkubasi 14 minggu dapat dilihat bahwa jumlah amonium pada minggu pertama masih tinggi, sejalan dengan masa inkubasi jumlah amonium berkurang, hal ini disebabkan oleh proses amonifikasi. Perbandingan laju pelepasan nitrogen dari pupuk SRF dan urea prill menjadi amonium selama 14 minggu waktu inkubasi disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Berbeda dengan amonium, produksi nitrat mengalami peningkatan sejalan dengan waktu inkubasi (Gambar 3 dan 4). Aktivitas nitrosomonas dan nitrobakter (golongan bakteri obligat autotrof) meningkatkan jumlah nitrat dalam tanah yang dibentuk melalui proses nitrifikasi yaitu perombakan

amonium menjadi nitrat. Jumlah nitrat dalam tanah erat kaitannya dengan konsentrasi amonium dalam tanah. Jumlah nitrat dalam tanah cenderung meningkat dengan meningkatnya konsentrasi amonium.



Gambar 1. Grafik Pelepasan Nitrogen dalam Bentuk Amonium (%) Selama 14 Minggu Inkubasi



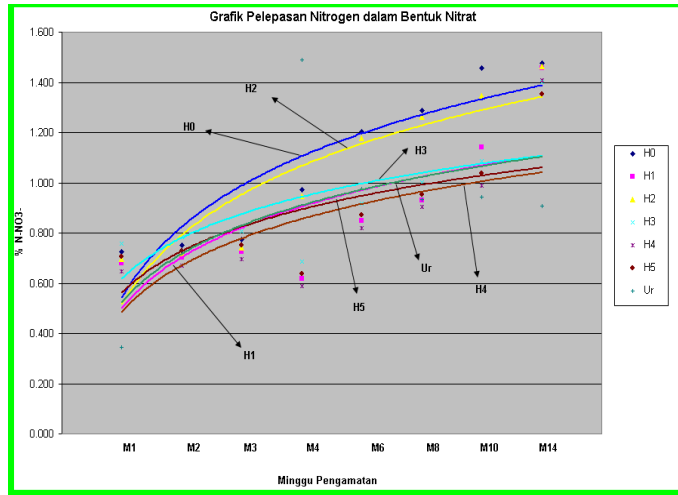
Gambar 2. Grafik Persentase Pelepasan Nitrogen dalam Bentuk Amonium (%) Selama 14 Minggu inkubasi

Efek dari peningkatan jumlah amonium adalah peningkatan jumlah nitrat dalam tanah. Proses pembentukan nitrat disebut nitrifikasi yang dilakukan oleh nitrosomonas dalam perubahan amonium menjadi nitrit dan nitrobakter yang berperan dalam perubahan nitrit menjadi nitrat.

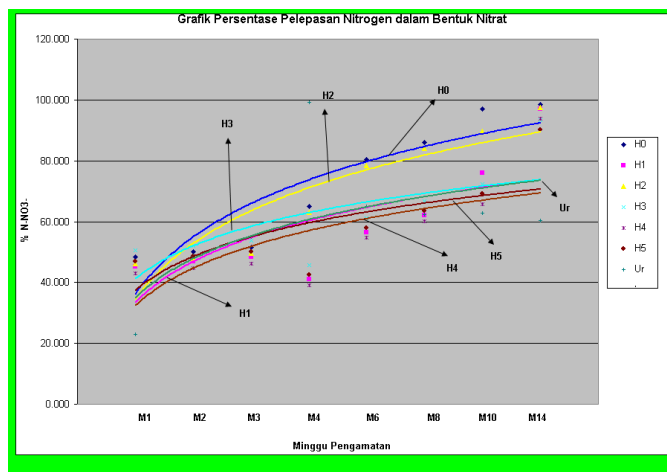
Pupuk yang dianalisis dapat digunakan atau diaplikasikan sesuai dengan kebutuhan tanaman atau keperluan lain dengan memperhitungkan efisiensi yang dilihat dari *release* setiap pupuk dalam perubahan nitrogen menjadi amonium maupun perubahan amonium menjadi nitrat, hal ini dilakukan untuk mengatasi ketidaktersediaan nitrogen baik untuk tanaman maupun keperluan lain yang disebabkan oleh faktor-faktor penghambat diantaranya volatilisasi dan pencucian. Berdasarkan hasil analisis ini juga dapat dilihat peran zeolit dan asam humat dalam membantu memperlambat laju pelepasan nitrogen menjadi amonium dan dapat ditemui adanya kecenderungan yang jelas bahwa semakin tinggi konsentrasi asam humat yang diberikan, maka laju pelepasan nitrogen semakin lambat.

Dari grafik dapat dilihat bahwa pupuk Urea melepaskan amonium pada minggu pertama sampai minggu ketiga dalam jumlah yang cukup besar. Pada minggu ke 4 pupuk urea telah melepaskan nitrogen dalam bentuk nitrat hampir mencapai 100% dari kesurutan nitrat yang terakumulasi.

Berbeda dengan urea, Formula SRF Urea, zeolit dan asam humat maupun Formula urea, zeolit tanpa asam humat melepaskan nitrogen dalam bentuk amonium secara perlahan, sampai minggu ke 14 akumulasi nitrat dari hasil analisis menunjukkan bahwa formula tersebut melepaskan nitrogen dalam bentuk nitrat mencapai 100%. Hal ini menunjukkan bahwa formula ini mampu mengikat atau memegang amonium sehingga dapat memperlambat proses perubahan nitrat secara biologik.



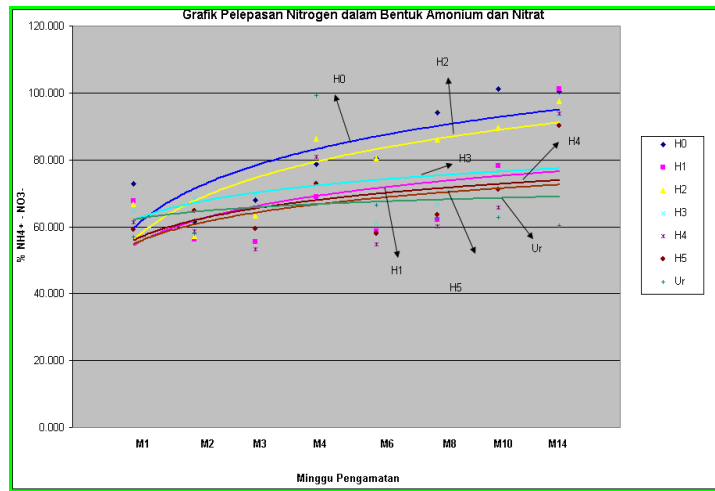
Gambar 3. Grafik Pelepasan Nitrogen dalam Bentuk Nitrat (%) Selama 14 Minggu Inkubasi



Gambar 4. Grafik Persentase Pelepasan Nitrogen dalam Bentuk Nitrat (%) Selama 14 Minggu Inkubasi

Pola Pelepasan Amonium dan Nitrat dari Pupuk *Slow Release* UZA Dibandingkan dengan Pupuk Urea Prill

Dari hasil pengamatan dapat dilihat bahwa pola pelepasan nitrogen selama 14 minggu adalah sebagai berikut : Pupuk *slow release* yang dibuat dari formula urea, zeolit dan asam humat memiliki pelepasan nitrogen yang lebih lambat dibandingkan dengan Urea Prill. Semakin tinggi konsentrasi asam humat yang diberikan maka laju pelepasan nitrogen semakin lambat.



Gambar 5. Grafik Pelepasan Nitrogen dalam Bentuk Amonium dan Nitrat (%) Selama 14 Minggu Inkubasi

Pelepasan nitrogen dari pupuk UZA pada umumnya menurun selama masa inkubasi. Walaupun pada minggu-minggu awal pupuk melepaskan nitrogen dalam jumlah yang besar jika dibandingkan dengan urea. Efisiensi pelepasan nitrogen ke dalam tanah juga sangat bergantung pada aktivitas fauna tanah, kondisi lingkungan dan kebutuhan tanaman terhadap unsur nitrogen itu sendiri.

Perubahan pH, EC dan Sifat-Sifat Kimia Tanah Selama Inkubasi

Hasil pengukuran pH selama 14 minggu inkubasi menunjukkan secara umum pH tanah cukup tinggi pada awal inkubasi dan kemudian menurun sejalan dengan waktu inkubasi. Hal ini sangat berkaitan dengan produksi amonium (bersifat basa) pada awal inkubasi menyebabkan peningkatan pH. Sejalan dengan waktu inkubasi terjadi penurunan jumlah amonium dan peningkatan jumlah nitrat. Karena nitrat bersifat asam, maka sejalan dengan waktu inkubasi pH tanah menurun. Perubahan pH tergantung dari proses amonifikasi dan nitrifikasi dari nitrogen menjadi amonium dan nitrat.

Jumlah nitrifikasi sangat dekat dan secara langsung berhubungan dengan pH, dan reaksi optimum dari tanah sangat banyak dan mungkin sebagian besar dari pengoksidasian amonium menyebabkan pH berada pada titik netral sampai diatas netral, sementara pengoksidasian nitrit sampai nitrat menyebabkan pH berada dibawah titik netral. (Morril dan Dawson, 1962). Reaksi pembentukan nitrat akan membebaskan H^+ merupakan sebab terjadinya pengasaman tanah (Leiwakabessy, 1988). Pemberian pupuk nitrogen kedalam tanah dapat meningkatkan reaksi nitrifikasi dalam tanah dengan membebaskan ion hidrogen sehingga menurunkan pH tanah dan menyebabkan nitrat yang terbentuk tinggi.

Sebaliknya nilai daya hantar listrik (EC) pada awal inkubasi rendah dan meningkat sejalan dengan waktu inkubasi. Perubahan EC juga tergantung dari proses nitrifikasi dari nitrogen menjadi amonium dan nitrat. Nitrat yang merupakan anion dari asam kuat bila berada dalam jumlah yang tinggi dapat menghantarkan listrik yang ditunjukkan dengan nilai EC yang tinggi.

Mekanisme *Slow Release* Pada *Slow Release Fertilizer* yang dibuat dari Urea, Zeolit dan Asam Humat

Efisiensi yang tinggi pada pemamfaatan nitrogen tersedia bergantung pada pengendalian erosi, memperkecil pencucian pada tanah dan yang terakhir adalah pada pencegahan terhadap sifat nitrogen yang mudah menguap (Volatile). Volatisasi merupakan salah satu penyebab kehilangan nitrogen tanah yang dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu penguapan melalui sistem kapiler tanah dimana NH_4^+ yang terlarut dalam air bergerak kelapisan atas dan hilang melalui proses evaporasi dan kedua disebabkan penempatan pupuk amonium yang kurang tepat di permukaan tanah menyebabkan penguapan secara langsung akibat suhu yang tinggi. Pelepasan dari pupuk urea yang diberikan ke dalam tanah dapat mencapai 10%-15% (leiwakabessy, 1988). Dengan demikian hilangnya N

melalui volatilisasi salah satunya dapat dikurangi dengan menggunakan pupuk lepas terkendali (*slow release*).

Adapun *slow release fertilizer* yang digunakan pada penelitian ini adalah pupuk yang dibuat dari bahan urea, zeolit dan asam humat. Pupuk ini diberi nama UZA. Adapun mekanisme *slow release* dari pupuk ini merupakan pengaruh dari adanya kandungan zeolit dan asam humat pada pupuk tersebut. Zeolit yang merupakan salah satu bagian pupuk dapat mengikat amonium yang dilepaskan pupuk urea pada saat penguraian. Pengikatan akan lebih efektif jika jumlah zeolit yang dicampurkan kedalam pupuk semakin banyak, karena kompleks jerapan yang dapat menangkap amonium semakin banyak. Pupuk campuran urea-zeolit dengan perbandingan 70:30 merupakan perbandingan yang paling baik telah ditemukan oleh Suwardi (2005) dibuat dengan bantuan *pelletizer*. 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*.

Amonium yang dijerap zeolit tidak segera dilepas kedalam larutan tanah selama jumlah amonium dalam tanah masih tinggi. Setelah amonium dalam tanah berubah menjadi nitrat, persediaan amonium dalam rongga zeolit dilepaskan ke dalam larutan tanah. Jadi zeolit memperlambat proses perubahan amonium menjadi nitrat. Zeolit dapat mencegah terjadinya nitrifikasi karena mineral zeolit dapat menjerap NH_4^+ pada kisi-kisinya (diameter rongga klinoptilolit 3.9-5.4 Å sedangkan diameter NH_4^+ 1.4 Å), sehingga bakteri nitrifikasi tidak dapat masuk karena ukuran tubuh dari bakteri tersebut 1000 kali lebih besar dari diameter rongga zeolit (Alexander, 1977).

Zeolit juga memiliki nilai KTK yang tinggi, yang berguna sebagai pengadsorpsi dan pengikat dan penukar kation, karena memiliki KTK yang tinggi maka semakin banyak jumlah kisi-kisi pertukaran didalam zeolit, sehingga semakin banyak jumlah NH_4^+ yang berasal dari formula SRF dan pupuk urea yang telah mengalami hidrolisis menjadi amonium dapat dijerap oleh kisi-kisinya. Penjerapan NH_4^+ ini di dalam rongga / kisi-kisi zeolit, hanya bersifat sementara dan dengan mudah akan diberikan kepada tanaman pada saat diperlukan (Suwardi, 1991).

Berdasarkan sifat pertukaran zeolit yang tinggi, zeolit dapat mengikat dan menyimpan sementara unsur-unsur hara dalam tanah kemudian melepaskan kembali ke tanah saat

tanaman membutuhkan khususnya N karena sifat selektivitas adsorpsi zeolit yang tinggi terhadap ion amonium. Kemampuan zeolit dalam menyerap amonium, menghambat perubahan amonium menjadi nitrat sehingga kehilangan N dalam bentuk nitrat yang mudah tercuci air hujan dapat ditekan. Jika kadar N dalam larutan tanah berkurang, N yang diadsorpsi oleh zeolit akan dilepaskan secara perlahan untuk keperluan tanaman (Suwardi, 2002).

Adapun dalam penelitian ini digunakan bahan asam humat. Dari hasil pengamatan selama 14 minggu dapat dilihat pengaruh asam humat terhadap mekanisme *slow release* dari SRF bahwa semakin tinggi konsentrasi asam humat yang diberikan pada pupuk dapat mengakibatkan pelepasan nitrogen menjadi amonium dan amonium menjadi nitrat semakin lambat.

Asam humat dapat berfungsi memperbaiki pertumbuhan tanaman secara langsung dengan meningkatkan permeabilitas sel atau melalui kegiatan hormon pertumbuhan (Tan, 1992). Tan dan Napamornbodi (1979 *dalam* Tan, 1992). Memaparkan bahwa asam humat bermamfaat bagi pertumbuhan akar dan bagian atas tanaman. Selain itu, terdapat peningkatan yang nyata dalam kandungan N bagian atas semai dan produksi bahan kering dari pemanfaatan asam humat.

Chen dan Aviad (1990 *dalam* Andalasari, 1997) mempelajari penggunaan asam humat untuk merangsang pertumbuhan tanaman. Pengaruh asam humat pada tanaman baik di laboratorium maupun di lapangan adalah pada tinggi, berat basah, dan berat kering tunas dan akar, jumlah akar lateral, inisiasi akar, pertumbuhan bibit, penyerapan hara dan pembungaan.

Bersama dengan lempung tanah, bahan-bahan humat bertanggung jawab atas sejumlah aktivitas kimia dalam tanah. Mereka terlibat dalam reaksi kompleks dan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung asam humat diketahui memperbaiki kesuburan tanah dengan mengubah kondisi fisik, kimia, dan biologi dalam tanah. Secara langsung, asam humat telah dilaporkan merangsang pertumbuhan tanaman melalui pengaruhnya terhadap metabolisme dan terhadap sejumlah proses fisiologi lainnya. Senyawa humat juga berperan serta dalam pembentukan tanah dan memainkan peranan penting khususnya dalam translokasi atau mobilisasi lempung, aluminium dan besi, yang menghasilkan perkembangan horison spodik dan horison argilik (Tan, 1992).

Pengaruh spesifik dari asam humat pada pertumbuhan tanaman mencakup: (1) kelarutan dari unsur hara mikro (Fe, Zn, Mg) dan beberapa hara makro (K, Ca, P); (2) menurunkan tingkat aktivitas racun dari bahan yang beracun; (3) meningkatkan populasi mikroba; dan (4) berpengaruh terhadap agregasi mineral tanah (Andalasari, 1997; Spark *et al.*, 1997).

KESIMPULAN

1. Semakin tinggi konsentrasi asam humat yang diberikan pada pupuk UZA mengakibatkan pelepasan nitrogen menjadi amonium dan nitrat semakin lambat.
2. Dari 5 jenis formula SRF yang mengandung asam humat, SRF H5 (urea:zeolit, 70%:30% dengan kandungan humat 5%) mempunyai laju pelepasan nitrogen paling lambat. Namun, dari 5 jenis pupuk SRF yang mengandung humat tersebut, pupuk SRF H1 dan H3 (dengan kandungan humat 1% dan 3%) mempunyai laju pelepasan nitrogen yang paling efisien.
3. Dengan penambahan zeolit sebagai bahan campuran pupuk yang dibuat dalam bentuk granul, nyata dapat memperlambat laju pelepasan nitrogen.
4. Pupuk dalam bentuk *Slow Release Fertilizer* (SRF) dapat mengoptimalkan penyerapan hara oleh tanaman, karena SRF dapat mengendalikan pelepasan hara sesuai dengan waktu dan jumlah yang dibutuhkan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1997. *Introduction to Soil Microbiology*. 2nd ed. Jhon Wiley and Sons. Inc. New York.
- Andalasari, T.D. 1997. Regenerasi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) pada beberapa media dengan asam humat. [Tesis]. Bogor; Institut Pertanian Bogor. 78 pp. (Tidak dipublikasikan).
- Astiana. S. 2004. Penggunaan Bahan Mineral Zeolit Sebagai Campuran Pupuk Zeolit-Urea Tablet. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo..
- Leiwakabessy, F. M. 1988. *Kesuburan Tanah*. Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor..

- Morril, L.G., and Dawson, J. E. 1962. Growth rates of nitrifying chemoautotrophs in soil. *J. Bacteriol.* 83:206-206.
- Nasoetion. Andi Hakim. 1996. Pengantar ke Ilmu-ilmu Pertanian. Pustaka Literatur Antar Nusa. 133 hal.
- Robinson, J. B. D. 1957. The critical relationship between soil moisture content in the region of wilting point and the mineralization of soil nitrogen. *J. Agr. Sci.* 49:100-105.
- Sanchez, P. A. 1979. Properties and Management of Soil in Tropics. Jhon Wiley and Sons. New York.
- Suwardi. 1991. *The Mineralogical and Chemical Properties of Natural Zeolite and Their Application Effect for Soil Amandement*. A Thesis for the Degree of Master. Laboratory of Soil Science. Departemen Of Agriculture Chemistry, Tokyo University of Agriculture.
- Suwardi. 2000. Pemamfaatan Zeolit sebagai Media Tumbuh Tanaman Hortikultura. Departemen Tanah, Fakultas Pertanian IPB, Prosiding, Temu ilmiah IV. PPI. Tokyo, Jepang; 1-3 September 1995.
- Suwardi. 2002. Pemamfaatan Zeolit Sebagai Media Tumbuh Tanaman Pangan, Peternakan, dan Perikanan. Makalah Disampaikan pada Seminar Teknologi Aplikasi Pertanian Bogor IPB.
- Tan, K.H. 1992. Dasar-dasar Kimia Tanah. Edisi ketiga (Terjemahan). Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta. 295pp.