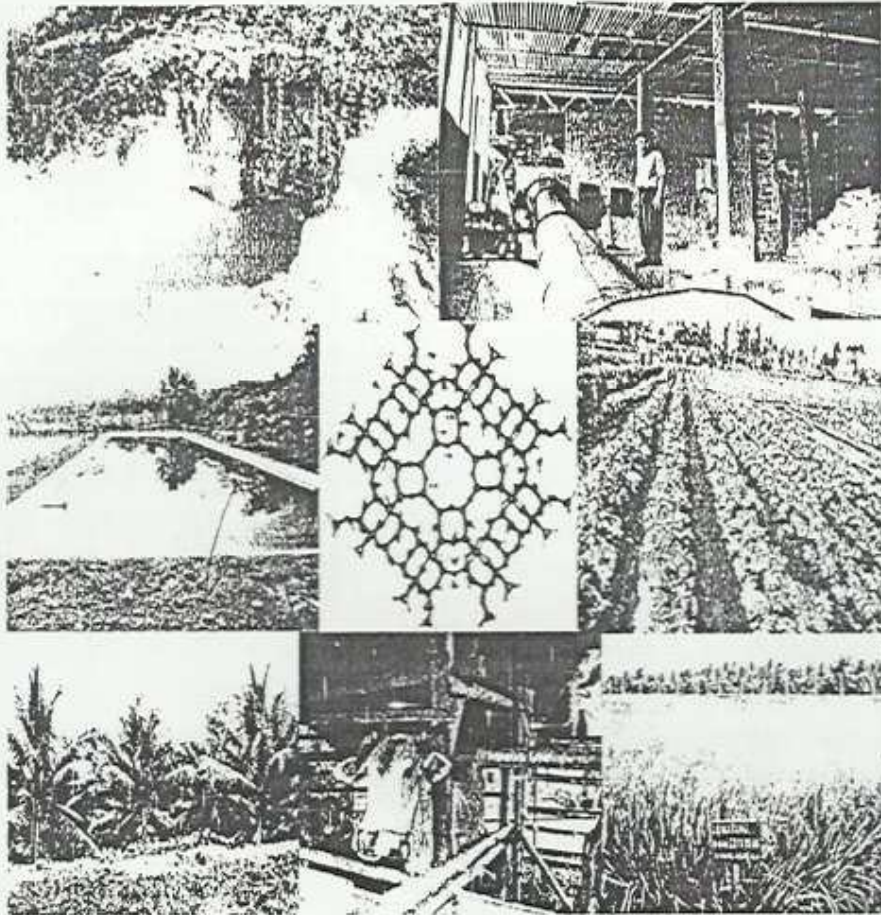


32  
ISBN 979-15213-0-1

**PROSIDING**

**SEMINAR NASIONAL  
ZEOLIT V**



Tim Editor:

Yatim Rahayu Widodo  
Muhammad Rofiq  
Ismadi Raharjo  
Iwan Gunawan  
Bina Unteawati  
Fatahillah



**BANDAR LAMPUNG  
2006**

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	i
Laporan Ketua Panitia.....	ii
Sambutan Ketua Ikatan Zeolit Indonesia (IZI).....	iv
Sambutan Gubernur Lampung dan Pembukaan Pelaksanaan Seminar.....	vi
Daftar Isi.....	viii
<b>MAKALAH UTAMA</b>	
1. Arah Kebijakan Pengembangan Riset IPTEK Berbasis SDA ( <i>Anny Sulaswaty dan Siti Amini</i> ).....	1
2. Kebijakan Pengembangan dan Pemanfaatan Zeolit di Provinsi Lampung ( <i>Muhammad Adnan</i> ).....	7
3. Prospek Terapan Zeolit Sebagai Material Unggulan Guna Mendukung Enam Fokus Riset Nasional ( <i>Yateman Arryanto dan Arif Rahman</i> ).....	9
4. Prospek Penggunaan Zeolit di Bidang Industri dan Ingkungan ( <i>Thamzil Las dan Yateman Arryanto</i> ).....	20
5. Pemanfaatam Zeolit di Bidang Pertanian ( <i>Suwardi</i> ).....	30
<b>MAKALAH PENDAMPING</b>	
1. Pemucatan Minyak Kelapa Sawit (CPO) Dengan Cara Adsorpsi Menggunakan Zeolit Alam Lampung ( <i>Widi Astuti, Muhammad Amin, Aprimal</i> ).....	40
2. Desalinasi Air Payau Menggunakan Surfactant Modified Zeolit (SMZ) ( <i>Widi Astuti, Adil Jamali, Muhammad Amin</i> ).....	45
3. Pengaruh Penggunaan Zeolit Dalam Ransum Terhadap Konsumsi Ransum, Pertumbuhan, dan Persentase Karkas Kelinci Lokal Jantan ( <i>Sulastrî</i> ).....	50
4. Penggunaan Zeolit Dalam Ransum Babi ( <i>M. Silalahi dan D. Aritonang</i> ).....	55
5. Pemanfaatan Zeolit Alam Sebagai Komponen Penyangga Katalis Reaksi Hidrogenasi CO <sub>2</sub> & Perengkahan Minyak Sawit ( <i>Setiadi, Yanes Darmawan, R.Melisa Fitria</i> ).....	62
6. Kinerja Katalis Zeolit ZSM-5-Al <sub>3</sub> O <sub>3</sub> Dalam Reaksi Perengkahan Minyak Sawit Menjadi Hidrokarbon Fraksi Gasoline ( <i>Setiadi dan Benny A.W</i> ).....	70
7. Karakteristik Zeolite Sebagai Bahan Penanggulangan Pencemaran Lingkungan Dan Konstruksi Beton ( <i>Rusvirman Muchtar</i> ).....	76
8. Efektivitas Penambahan Zeolit Dalam Ransum Terhadap Performa Puyuh Petelur Umur 7 – 14 Minggu. ( <i>Riyanti, M.S. dan Tintin Kurtini</i> ).....	82
9. Dinamika Molekuler Absorpsi Molekul Air Pada Zeolite Silicate ( <i>Nirwan Syarif</i> ).....	88
10. Pengaruh Zeolit dan Pupuk Kandang Terhadap Residu Unsur Hara Dalam Tanah ( <i>Ika Maruya usuma, Suwardi, Suwarno, Lenny Marilyn Estiaty, Dewi Fatimah</i> ).....	94

11. Studi Pendahuluan Proses Impregnasi Zeolit Dengan Menggunakan Larutan $\text{Na}_2\text{Sn}(\text{OH})_6$ ( <i>Husaini dan Yuhelda</i> ).....	103
12. Uji Coba Pemanfaatan Zeolit Untuk Penjernih Air Yang Digunakan Dalam Proses Pengolahan Lateks Menjadi Karet Remah ( <i>Rachmad Edison</i> ).....	112
13. Improving The Quality Of Acid Mine Drainage Using Natural Zeolit : A Case Study From South Sumatra ( <i>Dwi Setyawan</i> ).....	120
14. Pengaruh Zeolit Dan Limbah Cair MSG Terhadap Pertumbuhan Nilam ( <i>Any Kusumastuty</i> ).....	126
15. Penggunaan Karbon Aktif dan Zeolit Sebagai Komponen Adsorben Saringan Pasir Cepat (sebuah aplikasi teknologi sederhana dalam proses penjernihan air bersih) ( <i>Fatahillah dan Ismadi</i> ).....	132
16. Aplikasi Zeolit – Urea Terhadap Produksi Ubi Kayu ( <i>Fatahillah</i> ).....	135
17. Kualitas kerabang dan putih telur ( <i>haugh unit</i> ) puyuh akibat penambahan zeolit dalam ransum ( <i>Tintin Kurtini dan Khaira Nova</i> ).....	139
18. Laju Tumbuh Bibit Kakao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) Akibat Aplikasi Zeolit – Urea ( <i>Muhammad Rofiq</i> ).....	144
19. Studi Slow Release Fertilizer (SRF): Uji Efisiensi Pupuk Tersedia Lambat Campuran Urea Dengan Zeolit ( <i>Tenar Gigih Prakoso, Suwardi, Mochamad Rosidi, Akhmad Jufri, Sulastri, Syaifudin Sitorus</i> ).....	151
20. An Evaluation Of Cation Exchange Capacity Methods For Natural Zeolites ( <i>Prama Yufdi</i> ).....	156
21. Sorption and Desorption of Nutrients In Seawater by Zeolite( <i>Prama Yufdi</i> ).....	158
22. Oksidasi Karbon Monoksida dan Hidrokarbon Ringan Dalam Gas Buang Motor Berbahan Bakar Bensin Menggunakan Katalis (Pt, Pd)-Ce/Zeolit Aalam Aktif Pada Beban 20 Kg ( <i>Ady Mara</i> ).....	165
23. Studi Slow Release Fertilizer (SRF): Peranan Zeolit Dalam Pelepasan Nitrogen Dari Pupuk Tersedia Lambat( <i>Nurul Hikma, Astiana Sastiono, Suwardi, Hens Saputra, Murbatan Tandirerung, Muhammad Hamzah, Digna Jatiningih, dan Edy Pratolo</i> ).....	169
24. Studi Slow Release Fertilizer (SRF): Uji Beberapa Formula SRF Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Varietas IR-64 ( <i>Toni Stepenso<sup>1</sup>, Suwardi, Anwar Mustofa, Achmad Jufri, Edy Pratolo, dan Digna Jatiningih</i> ).....	177
25. Sintesis Membran Zeolit MFI dan Uji Pemisahan Larutan Metanol – Air ( <i>Hens Saputra, Mochamad Rosjidi, Anwar Mustafa, Murbantan Tandirerung dan Moh Hamzah</i> ).....	182
26. Pengaruh Pemberian Zeolit dalam Ransum Terhadap Penampilan Reproduksi Mencit Putih ( <i>Mus musculus</i> ) ( <i>Pollung H. Siagian</i> ).....	188

## STUDI SLOW RELEASE FERTILIZER (SRF): UJI EFISIENSI PUPUK TERSEDIA LAMBAT CAMPURAN UREA DENGAN ZEOLIT

Tenar Gigih Prakoso<sup>1</sup>, Suwardi<sup>1</sup>, Mochamad Rosjidi<sup>2</sup>, Akhmad Jufri<sup>2</sup>, Sulastri<sup>3</sup>,  
dan Syarifuddin Sitorus<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian  
IPB, Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Tel./Fax: 0251-629357 Email: suwardi\_bogor@yahoo.com

<sup>2</sup>Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Jl. M.H. Thamrin 8 Jakarta 10340  
Email : membranbpt@yahoo.com

<sup>3</sup>PT Pupuk Kalimantan Timur, Tbk Jl. Pupuk Raya 1 Bontang

### ABSTRAK

Nitrogen (N) adalah salah satu unsur hara makro yang sangat penting untuk tanaman tetapi hingga saat ini efisiensi penggunaan pupuk prill masih rendah. Kehilangan nitrogen terutama disebabkan karena tercuci melalui aliran permukaan, berubah bentuk menjadi tidak tersedia, dan menguap ke udara. Telah banyak usaha yang dilakukan untuk mengurangi kehilangan N dari dalam tanah seperti membuat pupuk N dalam bentuk *Slow Release Fertilizer* (SRF). Zeolit merupakan mineral yang unik karena memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi (120-180 me/100g), mampu menyerap ion amonium, dan strukturnya yang *porous*. Sifat-sifat tersebut menjadikan zeolit mampu berperan sebagai bahan pendukung SRF bagi pupuk nitrogen. Dengan kemampuan pertukaran kation amonium yang tinggi, zeolit dapat mengikat dan menyimpan sementara nitrogen kemudian dilepaskan kembali. Dengan memadukan zeolit dan pupuk N menjadi pupuk SRF diharapkan dapat memperlambat pelepasan pupuk N sehingga dapat mengurangi kehilangan N dari dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penggunaan pupuk SRF dibandingkan dengan pupuk urea yang lazim digunakan petani (urea prill dan granule). Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 17 perlakuan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali dengan menggunakan tanaman uji padi sawah varietas "Ciherang". Hasil percobaan menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan pupuk SRF memperlihatkan pertumbuhan dan produksi yang lebih baik dari pupuk urea prill maupun granule. Pupuk SRF memiliki nilai efisiensi yang lebih tinggi dari pada pupuk prill dan granule. Dengan menggunakan SRF dapat meningkatkan efisiensi penggunaan urea sekitar 30%.

**Kata kunci :** Pupuk nitrogen, zeolit, *Slow Release Fertilizer* (SRF)

### PENDAHULUAN

Nitrogen (N) adalah salah satu unsur hara makro yang sangat penting untuk tanaman tetapi mudah hilang dari tanah. Kehilangan nitrogen terutama disebabkan karena tercuci oleh air, denitrifikasi, dan volatilisasi. Besarnya kehilangan pupuk nitrogen yang diberikan khususnya pada tanah sawah, diperkirakan 20-40 % di India, 37 % di California, 68 % di Louisiana, 25 % di Filipina dan 52-71 % di Indonesia (Ismunadji dan Sismiyati, 1988).

Telah banyak usaha yang dilakukan untuk mengurangi kehilangan N dari dalam tanah. Diantaranya adalah dengan memperbaiki teknik aplikasi pemupukan, perbaikan sifat fisik dan kimia pupuk, bentuk dan ukuran pupuk serta formulasi kadar hara pupuk. Namun sejauh ini usaha perbaikan tersebut belum menemukan nilai efisiensi penggunaan pupuk N yang tinggi. Pelepasan N yang tidak pada waktunya

menjadikan kendala tersendiri dalam memperbaiki pupuk N. Pemecahan permasalahan ini diantaranya adalah dengan membuat pupuk N dalam bentuk pupuk tersedia lambat "Slow Release Fertilizer" (SRF).

Zeolit merupakan mineral yang unik karena memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi (120-180 me/100g), mampu menyerap ion amonium, dan strukturnya yang porous. Sifat – sifat tersebut menjadikan zeolit mampu berperan sebagai bahan "Slow Release Agent" bagi pupuk nitrogen. Dengan kemampuan pertukaran amonium yang tinggi, zeolit dapat mengikat dan menyimpan sementara amonium kemudian dilepaskan kembali. Dengan mengkombinasikan zeolit dan pupuk N menjadi pupuk SRF diharapkan dapat memperlambat pelepasan pupuk N sehingga dapat mengurangi kehilangan N dari dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penggunaan pupuk SRF dibandingkan dengan pupuk urea yang lazim digunakan petani (urea prill dan granule).

### BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 13 perlakuan, masing – masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali dengan menggunakan tanaman uji padi sawah varietas "Ciherang". Perlakuan tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan, dosis pupuk yang diberikan dan waktu aplikasinya

No. Perlakuan	Perlakuan		Dosis pupuk (kg/ha)			Waktu Aplikasi	
			N	SP - 36	KCI		
1	Urea Prill	dibenam	1 x	92	150	200	7 hst
2			2 x	92	150	200	7 dan 25 hst
3		ditebar	1 x	92	150	200	7 hst
4			2 x	92	150	200	7 dan 25 hst
5	Urea Granule	dibenam	1 x	92	150	200	7 hst
6			2 x	92	150	200	7 dan 25 hst
7		ditebar	1 x	92	150	200	7 hst
8			2 x	92	150	200	7 dan 25 hst
9	SRF 3	dibenam	1 x	92	150	200	7 hst
10		ditebar	1 x	92	150	200	7 hst
11	SRF 4	dibenam	1 x	64.4	150	200	7 hst
12		ditebar	1 x	64.4	150	200	7 hst
13	Blanko	-	-	0	150	200	7 hst

Pupuk SRF yang digunakan terdiri dari ; SRF 1 dan SRF 2. Sedangkan pupuk N yang digunakan sebagai pembanding adalah pupuk yang lazim digunakan oleh petani (urea prill dan urea granulle). Komposisi masing – masing pupuk disajikan pada tabel 2.

Perlakuan pupuk Nitrogen diberikan dosis setara dengan urea 200 kg/ha kecuali pada SRF 2 hanya diberikan 70 % dari dosis pupuk yang lazim digunakan petani ( $70\% \times 92\text{ N} = 64.4\text{ N}$ ). Hal ini dimaksudkan untuk melihat efisiensi pupuk SRF lebih lanjut jika hanya diberikan 70 % saja.

Tanah diambil dari lapang dengan cara mencangkul sedalam 25 cm dari permukaan tanah (*top soil*). Tanah dikering anginkan selama  $\pm 1$  minggu, ditumbuk dan diayak dengan ayakan tanah 4 mm hingga siap untuk digunakan sebagai media tanam kemudian tanah diaduk rata hingga homogen.

Tanah hasil ayakan ditimbang sebanyak 12, 5 kg BKM (setara bobot tanah pada jarak tanam 25 x 25 cm) dan dimasukkan ke dalam ember (pot) kemudian ditambahkan air. Diaduk rata sampai terbentuk struktur lumpur (air 5 cm di atas permukaan tanah). Penanaman padi dilakukan dengan menanam bibit secara *transplanting* (tanam pindah) pada media yang sudah siap ditanami dengan 3 bibit per pot. Kemudian bibit djarangkan menjadi 2 bibit per pot sebelum 7 hst.

Tabel 2. Komposisi masing – masing pupuk

No.	Jenis Pupuk	Komposisi (%)		Kandungan N
		Urea	Zeolit	
1	Urea Prill	100	0	45
2	Urea Granulle	100	0	45
3	SRF 1	70	30	32
4	SRF 2	50	50	22
5	Blanko	-	-	-

Pemupukan dilakukan sesuai perlakuan yaitu pada 7 hst. Pemberian pupuk dasar SP -36 dan KCl diberikan seluruhnya bersamaan dengan pemupukan urea yang pertama. Masing – masing perlakuan diberikan pupuk dasar SP-36 150 kg/ha (54 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) dan KCl 200 kg/ha (112 kg K<sub>2</sub>O/ha). Pada perlakuan dibenamkan, pupuk diletakkan (dibenamkan) sedalam 20 cm. Untuk perlakuan pupuk urea 2x pemberian, pemberiannya dilakukan pada tanaman berumur 7 hst sebanyak 50% dan pada saat tanaman berumur 25 hst sebanyak 50%.

Penggenangan air pada tanaman padi dipertahankan setinggi 3–5 cm sampai tanaman terlihat bunting, dan air dipertahankan setinggi 10 cm pada fase bunting. Bila mulai tampak keluar bunga, air dikeringkan 4–7 hari. Setelah bunga muncul, serentak diberikan air kembali setinggi 5–10 cm dan dipertahankan sampai awal pemasakan biji, selanjutnya dipertahankan kering sampai saat padi panen. Perawatan dan pemeliharaan tanaman dilakukan secara kontinue sampai panen. Pengamatan dan pengambilan data dilakukan setiap pekannya.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan tanaman padi pada berbagai cara aplikasi dan waktu pemberian pupuk yang berbeda tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Semua perlakuan menghasilkan tinggi tanaman dengan klasifikasi sedang menurut klasifikasi tinggi tanaman padi Departemen Pertanian (1973). Ini menunjukkan semua tanaman tumbuh secara normal.

Tabel 3. Pertumbuhan padi pada fase vegetatif.

No.	Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Anakan Maksimum	Anakan Produktif	Keterangan*
1	Urea Prill, dibenam 1 x	110.2	19.3	12.0	Sedang
2	Urea Prill, dibenam 2 x	111.0	19.0	12.7	Sedang
3	Urea Prill, ditebar 1 x	110.7	23.7	14.0	Tinggi
4	Urea Prill, ditebar 2 x	109.3	17.0	12.3	Sedang
5	Urea Granule, dibenam 1 x	112.7	17.7	12.0	Sedang
6	Urea Granule, dibenam 2 x	117.0	21.3	13.3	Tinggi
7	Urea Granule, ditebar 1 x	110.3	19.0	11.7	Sedang
8	Urea Granule, ditebar 2 x	111.7	23.0	12.3	Sedang
9	SRF 1, dibenam 1 x	110.0	21.3	13.0	Tinggi
10	SRF 1, ditebar 1 x	107.0	22.3	14.7	Tinggi
11	SRF 2, dibenam 1 x	111.7	23.0	16.0	Tinggi
12	SRF 2, ditebar 1 x	112.2	17.0	12.0	Sedang
13	Blanko	104.8	16.3	8.7	Rendah

\* Keterangan ; Klasifikasi jumlah anakan produktif menurut Departemen Pertanian (1973)

Jumlah anakan memiliki korelasi positif dengan serapan hara N. Semakin banyak jumlah anakan berarti semakin banyak pula hara N yang diserap oleh tanaman. Pupuk SRF memberikan hasil jumlah anakan yang lebih baik dari pupuk urea prill dan granule dengan rata – rata jumlah anakan produktif bernilai tinggi menurut klasifikasi Departemen Pertanian (1973). Pada SRF-2 (kandungan N 22 %) yang hanya diberikan dosis pupuk 70 % dari normal menunjukkan pertumbuhan yang sama baiknya dengan perlakuan lain pada dosis normal. Hal ini dapat dimengerti karena semakin banyak kandungan zeolit dalam pupuk SRF maka kemampuan untuk menyerap amonium untuk kemudian dilepaskan kembali juga semakin tinggi, sehingga kehilangan N di dalam tanah dapat berkurang lebih banyak.

Tabel 4. Produksi padi

Perlakuan	Bobot padi/pot (g)	Panjang malai (cm)	Bobot 1000 bulir (g)	Biomassa Jerami padi (g)
Urea Prill, dibenam 1 x	29.48	21.87	24.99	32.46
Urea Prill, dibenam 2 x	30.63	21.43	24.10	34.91
Urea Prill, ditebar 1 x	34.93	22.12	24.91	34.81
Urea Prill, ditebar 2 x	27.96	21.14	23.96	28.25
Urea Granule, dibenam 1 x	33.17	23.28	24.12	29.29
Urea Granule, dibenam 2 x	32.01	21.83	24.19	34.50
Urea Granule, ditebar 1 x	29.39	22.49	24.37	31.85
Urea Granule, ditebar 2 x	31.25	22.30	24.65	37.21
SRF 1, dibenam 1 x	30.46	21.26	24.39	31.21
SRF 1, ditebar 1 x	40.05	21.76	24.79	37.31
SRF 2, dibenam 1 x	40.43	21.91	25.16	40.85
SRF 2, ditebar 1 x	31.85	23.04	24.89	27.54
Blanko	16.53	21.26	24.79	23.39

Hasil produksi padi pun memperlihatkan trend yang sama. Perlakuan SRF memberikan hasil produksi yang lebih baik dari pupuk urea prill dan granule. Bobot padi/pot dan bobt biomasa jerami yang dihasil rata-rata lebih tinggi dari hasil perlakuan urea prill dan granule. Pada SRF-2 (kandungan N 22 %) dengan dosis hanya 70% memperlihatkan hasil yang sama baiknya dengan perlakuan lain pada dosis normal. Bahkan SRF-2 dibenam 1x menghasilkan bobot padi/pot dan biomasa jerami padi paling tinggi.

Nitrogen merupakan unsur hara penentu produksi atau sebagai faktor pembatas utama produksi (Sanchez, 1993). Artinya, walaupun kelarutan hara lainnya banyak di dalam tanah, namun jika ketersediaan N di dalam tanah tidak mencukupi maka serapan hara lainnya pun terganggu sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman terhambat. Sebaliknya, jika N tersedia berlebih di dalam tanah juga dapat mengganggu pertumbuhan tanaman dan resiko kehilangan N dari dalam tanah menjadi tinggi. Maka dari itu, ketersediaan N yang sesuai dan tepat pada saatnya sangat dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan tanaman yang baik.

Pupuk urea memiliki sifat higroskopis (mudah menarik uap air). Ketika ia diberikan ke dalam tanah, maka proses hidrolisis urea menjadi sangat cepat sekali. Segera setelah itu, urea terurai menjadi amonium. Proses selanjutnya, jika tidak menguap karena evaporasi, amonium diubah menjadi nitrat dan bentuk yang

lebih tereduksi lagi (seperti ; nitrit ( $\text{NO}_2$ ), oksida nitrit ( $\text{NO}$ ), oksida nitrous ( $\text{N}_2\text{O}$ ) dan unsur nitrogen bebas ( $\text{N}_2$ )). Bentuk – bentuk ini mudah menguap dan mudah hilang tercuci aliran permukaan.

Zeolit memiliki kemampuan untuk menyerap amonium. Semakin banyak zeolit yang diberikan, semakin banyak amonium yang dapat dijerap. Ketika pupuk SRF (campuran urea dan zeolit) diberikan ke dalam tanah, amonium yang terurai dari pupuk urea segera dijerap oleh zeolit sehingga dapat menghambat proses denitrifikasi. Hal ini tentu dapat mengurangi kehilangan N dari dalam tanah. Amonium yang dijerap zeolit tidak segera dilepaskan ke dalam tanah selama kelarutan N di dalam tanah masih tinggi. Setelah kelarutan N di dalam tanah menurun, baru amonium yang terjerap dalam zeolit dilepaskan ke dalam tanah. Hal ini sangat baik untuk menjaga ketersediaan N secara kontinu bagi tanaman sehingga pertumbuhan tanaman tidak terganggu.

### KESIMPULAN

1. Pupuk SRF memberikan hasil pertumbuhan dan produksi yang lebih baik dari pada pupuk urea prill dan granule.
2. Pupuk SRF-2 dengan kandungan urea 22 % memberikan hasil pertumbuhan dan produksi lebih baik dari pada pupuk SRF-1 dengan kandungan urea 32 %
3. Pupuk SRF-2 (kandungan urea 22 %) mampu menghemat penggunaan urea 30 %.

### DAFTAR PUSTAKA

- Astiana, S. 2004. Penggunaan Bahan Mineral Zeolit Sebagai Campuran Pupuk Zeolit-Urea Tablet. Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya lahan, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- De Datta.1987. *Advances in Soil Fertility Research and Nitrogen Fertilizer Management for Lowland Rice*. Akademiai Kiado, Budapest.
- Ismunadi, M. dan R. Sismiyati. 1988. Hara Mineral Tanaman Padi. Dalam Padi. Balai Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Leiwakabessy, F. M. 1988. Kesuburan tanah. Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Mumpton, F. A. 1977. Mineralogy and Geology of Natural Zeolites. Mineralogical Society of America, Short course notes, Vol. 4. s
- Prasad, R. And S. K. De Datta. 1979. Increasing Fertilizer Nitrogen Efficiency in Wett Land Rice, *In Nitrogen and Rice*. 1979. IRRI. Los Banos, Laguna, Philippines.
- Sanchez, P. A. 1993. Sifat dan pengelolaan Tanah Tropika. Penerbit ITB. Bandung.
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah, Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Bogor, IPB. Bogor.
- Soepardi, G., S. Sabiham, dan S. Djokosudardjo. 1980. Pupuk dan Pemupukan. Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Bogor, IPB. Bogor.
- 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. Departement of Agriculture Chemistry, Tokyo University of Agriculture.
- Suwardi. 1997. Studies On agricultural utilization of Natural Zeolites in Indonesia. Dissertation, Graduate School of Agriculture. Tokyo University of Agriculture.
- Suwardi. 2000. Pemanfaatan Zeolit sebagai Media Tumbuh Tanaman Hortikultura. Departemen Tanah, Fakultas Pertanian IPB, Prosiding. Temu Ilmiah IV. PPI. Tokyo, Jepang; 1-3 September 1995.
- Suwardi. 2002. Pemanfaatan Zeolit untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Pangan, Peternakan, dan Perikanan. Makalah disampaikan pada Seminar Teknologi Aplikasi Pertanian Bogor IPB.