

BULETIN *AgroBio*

ISSN 0853-9022

Vol. 2, No. 1, 1998

JURNAL TINJAUAN ILMIAH RISET BIOLOGI DAN BIOTEKNOLOGI PERTANIAN

Hara N, Efisiensi Penggunaan dan Dinamikanya dalam Sistem Padi Sawah Sisdiyati Roechan, Irwan Nasution, & A. Karim Makarim	1
Status Plasma Nutfah Padi di Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, 1991-1998 Tiur Sudyaty Silitonga ...	7
Menuju Kesamaan Persepsi Terhadap Taksonomi Bakteri <i>Pseudomonas solanacearum</i> (SMITH 1896) SMITH 1914 M. Machmud	16
Pengembangan Uji Toksisitas Kristal Protein <i>Bacillus thuringiensis</i> dengan Brush Border Membrane Vesicle Tri Puji Priyatno	22
Bioekologi dan Pengendalian Penggerek Polong <i>Etiella</i> spp. Harnoto	31
Hama Wereng Coklat Padi: Perkembangan Biotipe, Mekanisme dan Genetika Ketahanan Varietas Ida Hanarida Somantri	36



Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Hara N, Efisiensi Penggunaan dan Dinamikanya dalam Sistem Padi Sawah

Sismiyati Roechan¹, Irwan Nasution², dan A. Karim Makarim¹

¹Balai Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi

²Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor

ABSTRACT

Nitrogen: It's Dynamics and Utilization Efficiency in Lowland Rice Systems. Sismiyati R., I. Nasution, and A.K. Makarim. Large amount of nitrogen losses due to improper nitrogen fertilizer application is a major problem in rice production. Efficient fertilizer application technology needs to be practiced by farmers. Understanding on nutrient dynamics is important in formulating techniques for increasing efficiency of nitrogen utilization. Technology to optimize nitrogen efficiency has been developed. Previous studies indicated that the best times for nitrogen fertilizer to rice plants were at early fast growing stage and at primordial initiation stage. If nitrogen contents in plants at these plant stages are optimal, it is expected that rice yield will be high. Application of N fertilizer in a slow released form is more beneficial economically and ecologically than the normal form. For example, application of tablet urea as a slow released form needs specific equipments and accomodation support systems. Therefore, the farmers' knowledge and skill on the new technology need to be improved. On the other hand, soil properties such as soil texture, cation exchange capacity, as well as organic C and N contents of the soil need to be considered in effort to increase N fertilizer utilization.

Key words: Nitrogen, efficiency, lowland rice.

Penggunaan pupuk secara berlebihan terutama N, akan merugikan petani, karena menaikkan masukan produksi, hasil gabah kemungkinan menurun, tanaman menjadi lebih rentan terhadap hama penyakit, dan menyebabkan pencemaran lingkungan seperti pencemaran nitrat dan nitrit dalam saluran irigasi. Dengan dihapusnya subsidi pupuk, pemupukan perlu dilaksanakan secara lebih efisien. Fakta menunjukkan tingkat hasil padi relatif tetap sejak 1985 (BPS, 1996). Pengetahuan tentang dinamika hara N pada tanah dan tanaman sangat penting untuk mendapatkan cara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk.

Dinamika hara adalah pergerakan hara sejak hara diberikan ke dalam tanah (masukan hara), kemudian peristiwa perubahannya di dalam tanah, dan akhirnya hara terangkut ke luar melalui jerami

dan gabah. Adanya keragaman jenis tanah, iklim, dan ketersediaan air, telah menyebabkan perubahan pola dinamika hara, sehingga mempengaruhi keragaman hasil, efikasi, dan efisiensi penggunaan pupuk.

Hara N mudah hilang melalui proses volatilisasi NH_3 , nitrifikasi, denitrifikasi, pencucian, dan imobilisasi (Crasswell dan Vleg, 1978; De Datta *et al.*, 1974). Lebih dari 50% pupuk N yang diberikan tidak dapat digunakan oleh tanaman padi (Ismunadji *et al.*, 1973; Pande dan Bhan, 1966; Reddy dan Patrick, 1977). Dengan berbagai cara dan bentuk pupuk N, efisiensi serapan N dapat bervariasi antara 10% dan 73,6% (Sismiyati *et al.*, 1993b). Sifat-sifat tanah, misalnya KTK tanah, kandungan liat, kandungan bahan organik menyebabkan perbedaan efisiensi tersebut (Sismiyati *et al.*, 1994; Sismiyati dan Partohardjono, 1994). Dinamika berbagai jenis pupuk N di dalam tanah perlu ditinjau

kembali, agar takaran, waktu, dan cara pemberian pupuk N dapat ditetapkan lebih tepat.

Peningkatan efisiensi penggunaan pupuk melalui pendekatan dinamika hara di dalam tanaman dapat dijadikan sebagai dasar untuk mengetahui banyaknya hara yang terangkut oleh gabah dan jerami, serta banyaknya hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk memproduksi gabah. Hasil penelitian di Cianjur, Serang, dan Kalimasin (Tangerang) perlu dikembangkan di lokasi lain, sehingga diperoleh takaran keperluan hara berdasarkan lokasi (Sismiyati *et al.*, 1992; 1994). Selanjutnya hasil ini perlu lebih dipertajam dengan cara mengaitkan hasil yang telah diperoleh dengan pendekatan dinamika hara N di dalam tanah. Diharapkan dengan cara ini dapat diperoleh takaran N yang efisien secara ekoregional.

STATUS NITROGEN PADI SAWAH KAITANNYA DENGAN HASIL GABAH

Hasil penelitian Makarim *et al.* (1994), padi sawah varietas IR64 mengalami perubahan konsentrasi N maksimal dalam tanaman selama pertumbuhannya. Beberapa hari setelah tanam pindah konsentrasi N maksimal sekitar 2,58%, lalu meningkat dengan cepat menjadi 3,90% pada 12 hst. Setelah itu, konsentrasi N menurun terus, dan mencapai kadar terendah (1,39%) pada umur 48 hst atau fase primordia bunga. Besarnya penurunan konsentrasi N tersebut, kemungkinan akibat cepatnya penggunaan N untuk pembentukan organ baru misalnya pembentukan anakan. Setelah fase tersebut, konsentrasi N kembali meningkat dan pada saat panen konsentrasi maksimalnya adalah 2,11%. Keragaman konsentrasi N terbesar akibat keragaman hara N tanah terjadi pada 60 dan

72 hst, dan terkecil pada 48 hst. Status hara N pada fase primordia tersebut merupakan indikator besarnya hasil gabah.

Kadar N jerami umur 40 hst mempunyai hubungan yang sangat nyata dengan hasil gabah. Persentase nitrogen dari 16 lokasi yang dicoba antara 1,16% dan 2,53%, dengan hasil gabah terendah 2,09 t/ha dan tertinggi 5,5 t/ha. Kadar N jerami umur 40 hst pada umumnya adalah 2,37% (Yoshida, 1981). Bila dihitung dengan persamaan regresi yang diperoleh, yaitu:

$$Y = 1042 + 1518 N \quad (r = 0,637^{**})$$

Y = hasil gabah dalam t/ha.

N = Persentase N tanaman umur 40 hst (Sismiyati dan Partohardjono, 1994).

Kandungan N jerami sebesar 2,37%, hanya akan menghasilkan gabah 4,6 t/ha padahal sasaran pemerintah 5,4 t/ha. Berdasarkan hasil percobaan tersebut produksi sebanyak ini baru dapat diperoleh apabila kandungan N jerami 2,87%. Dari koefisien regresi yang didapat, kadar N tanaman memberikan sumbangan dalam peningkatan hasil sebanyak 41%. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya menyediakan hara N yang cukup sampai umur 40 hst, sehingga dapat menopang hasil yang tinggi. Mengingat bahwa dari 16 lokasi yang pernah diteliti, takaran N tertinggi sudah mencapai 174 kg N/ha, usaha untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk masih diperlukan sehingga dapat dicapai kadar N jerami sebanyak 2,87%. Kecukupan status hara N tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: waktu pemupukan, takaran N, sumber N, perbedaan lokasi, cara pemberian N, perbedaan musim, dan interaksinya dengan hara lain.

KEPERLUAN HARA N TANAMAN PADI SAWAH

Dalam sistem padi sawah, hara N yang diserap tanaman terutama adalah dalam bentuk amonium-N ($\text{NH}_4\text{-N}$) dan nitrat-N ($\text{NO}_3\text{-N}$). $\text{NH}_4\text{-N}$ merupakan bentuk yang stabil dari hara N dan yang paling utama diserap oleh padi sawah (Vaughan dan Ord, 1985). Bila kedua bentuk ini tersedia, tanaman padi lebih banyak menyerap $\text{NH}_4\text{-N}$ sehingga pH larutan tanah akan menurun. Pada fase pertumbuhan akhir, tanaman padi banyak menyerap $\text{NO}_3\text{-N}$ sehingga pH-nya akan meningkat. Pada fase awal pertumbuhan hara N berfungsi untuk memproduksi jerami, sedangkan pada fase akhir pertumbuhan lebih banyak untuk memproduksi gabah.

Keperluan hara N menyangkut bentuk, takaran, waktu, dan cara pemberian. Penelitian mengenai ini sudah banyak dilaksanakan (Partohardjono *et al.*, 1981; Sismiyati dan Ismunadi, 1983; Sismiyati *et al.*, 1993a). Pada tanah dengan tekstur berat berkadar liat tinggi, membenamkan pupuk urea ke dalam lapisan reduksi meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan pupuk. Hal ini dibuktikan dengan teknik urea *mudball*, urea briket, dan urea yang dibungkus kertas koran dan membenamkannya sedalam 10-12 cm. Pada tanah berpasir ringan, teknik memberikan 3-4 kali kiranya lebih efisien. Pupuk yang bersifat melepas lambat seperti urea yang dibungkus belerang (SCU) sangat baik untuk tanah semacam ini.

Dengan membenamkannya sedalam 10-12 cm di lapisan reduksi volatilisasi NH_3 dapat dikurangi (Mikkelsen *et al.*, 1977). Volatilisasi NH_3 selalu terjadi bila digunakan pupuk yang berbentuk $\text{NH}_4\text{-N}$ misalnya urea, karena adanya keseimbangan antara $\text{NH}_4 <==> \text{NH}_3$.

pH dan suhu tinggi berperan dalam volatilisasi NH_3 . pH di atas 7,4 meningkatkan volatilisasi NH_3 . pH larutan tanah diatur oleh aktivitas fotosintesis dan respirasi jasad mikro yang hidup di dalam air tergenang. Oleh karena itu, efisiensi penggunaan pupuk sangat bergantung pada kehidupan biotik di larutan tanah, suhu udara, dan keseimbangan antara CO_2 di udara dan CO_3 di dalam larutan tanah. Bila suhu udara dan radiasi surya tinggi, pH larutan tanah dan volatilisasi NH_3 meningkat. Dalam keadaan demikian, CO_2 terlarut menurun karena fotosintesis biota tanah meningkat. Oleh sebab itu, bila pupuk urea tidak ditabur begitu saja tetapi dibenamkan di lapisan reduksi, volatilisasi NH_3 dapat dikurangi. Hasil penelitian yang dilakukan Puslitbang Tanaman Pangan dan Food Agricultural Organization (FAO) memperjelas bahwa penggunaan urea tablet lebih efisien dibandingkan urea pril (FAO Team, 1997). Bila urea tablet dibenamkan sedalam 10-12 cm, $\text{NH}_4\text{-N}$ terlepas ke dalam larutan tanah jauh lebih tinggi dan yang terlepas ke dalam saluran irigasi lebih rendah dibandingkan dengan urea pril yang diberikan secara ditabur. Dalam bentuk $\text{NH}_4\text{-N}$ liat dapat menahannya sehingga memperkecil kehilangan N dan akar tanaman padi mudah menyerapnya. Dengan cara ditabur urea pril lebih banyak melepas $\text{NO}_3\text{-N}$ ke dalam larutan tanah, dan bila masuk ke dalam lapisan reduksi akan mengalami denitrifikasi menjadi N_2O dan N_2 hilang ke udara.

Waktu pemupukan N yang tepat dilaporkan oleh Makarim *et al.* (1994) yang mengemukakan bahwa saat tanaman memasuki fase pembentukan anakan cepat (12 hst) dan fase segera setelah primordia bunga (48 hst) merupakan waktu yang tepat untuk pemberian pupuk N agar diperoleh serapan N

dan hasil gabah yang tinggi. Pemupukan N pada fase awal pertumbuhan lebih berfungsi untuk pertumbuhan vegetatif dan pada fase akhir pertumbuhan lebih berfungsi untuk pembentukan dan pengisian gabah (Yoshida, 1981). Oleh karena itu, pada stadia primordia, N tanaman yang terkonsentrasi dalam tanaman harus maksimal agar organ pembentuk hasilnya maksimal.

PEMBENAMAN PUPUK N PADA LAPISAN REDUKSI DAN PENGEMBANGAN APLIKASINYA

Pada dasarnya, cara pemberian pupuk N dengan cara membenamkan ke lapisan reduksi, lebih efisien daripada disebarkan di permukaan tanah. Berbagai bentuk pupuk N telah dikemukakan sebelumnya, yakni bentuk urea *mudball*, urea dibungkus kertas koran, urea briket, dan urea *super granule*. Sismiyati *et al.* (1993a) melaporkan bahwa dari percobaan di 17 lokasi di Jawa Barat dan Lampung pada MH 1989/90, urea briket yang diberikan satu kali secara ekonomis lebih menguntungkan di sebagian besar lokasi pengujian dibandingkan dengan pemberian urea pril dan urea cair. Urea *super granule* (USG) dapat meningkatkan efisiensi pemakaian pupuk N dan dapat menghemat 70-90 kg N/ha/musim (Sri Adiningsih *et al.*, 1988). Kebaikan urea yang dibungkus kertas koran telah diteliti pula di Muara, bahkan efektifitasnya masih lebih baik daripada urea *mudball* (Sismiyati dan Ismunadji, 1983).

Jadi bentuk pupuk urea yang diubah ke bentuk yang bersifat melepas N secara lambat lebih ekonomis. Akan tetapi dari segi teknis persiapannya lebih sulit karena memerlukan tenaga untuk membuatnya, meskipun aplikasinya hanya satu kali dalam satu musim tanam. Bentuk urea yang lebih besar

seperti urea briket (asal IRRI), dan urea *super granule* (asal IFDC), perlu dikembangkan sehingga sesuai dengan sistem bercocok tanam padi di Indonesia. Akhir-akhir ini kepada petani diperkenalkan bentuk urea tablet sebagai pengganti urea briket. Keduanya berbobot 1 g/tablet. Perbedaan kedua bentuk ini ialah urea briket pinggirnya pipih sedangkan urea tablet pinggirnya bersisi tegak. Bentuk yang terakhir ini tampak lebih kuat dibandingkan dengan yang bersisi pipih meskipun masih memungkinkan adanya kerusakan ketika dilakukan pengangkutan. Namun demikian, ada beberapa masalah yang perlu mendapat perhatian, yakni:

- Untuk luasan sawah yang besar, aplikasi dengan tangan tidak mungkin dilaksanakan. Oleh karena itu, perlu diusahakan tersedianya aplikator yang baik untuk membenamkan urea tablet tersebut.
- Kadang-kadang ada keterlambatan dalam mendistribusikan pupuk ke petani, karena jarak antara lokasi dan mesin pembuat pupuk sangat jauh. Disarankan agar mesin pembuat pupuk ini diperbanyak dan sebaiknya berlokasi di daerah sentra produksi padi.
- Tidak semua jenis tanah cocok dengan pemberian urea tablet, sehingga daerah yang bertekstur pasir, pemberian urea pril masih disarankan dengan cara terpisah.
- Bentuk urea *granule* yang lebih besar atau *super granule* dengan permukaan yang halus diharapkan dapat menyamai efektifitas urea tablet, karena seandainya diaplikasikan dengan alat aplikator bentuk permukaan yang halus tidak tersangkut, dan bila ditabur dengan bentuk butir-an yang lebih besar akan masuk

ke dalam lumpur lebih dalam dibandingkan dengan urea pril biasa.

PENGARUH CIRI TANAH TERHADAP HASIL GABAH

Ciri tanah misalnya kandungan C-organik, N total tanah, dan KTK tanah sangat berpengaruh terhadap hasil gabah dan tanggap tanaman (Sismiyati *et al.*, 1993b). Hubungan antara hasil gabah dan ciri tanah merupakan regresi linier berganda seperti persamaan di bawah ini:

$$Y = 3,7301 + 3,2420 \log C + 3,6305 \log KTK - 3,541 \log N$$

$$R = 0,5273^*$$

Hasil gabah (Y) ditentukan oleh kadar C-organik tanah (C), kapasitas tukar kation (KTK) tanah dan N total tanah (N) dengan kontribusi sebesar 53%. KTK tanah memberikan kontribusi terbesar terhadap hasil gabah dengan selang kepercayaan 98%, sedangkan peubah yang lain kurang dari 62%. KTK tanah erat kaitannya dengan kemampuan tanah menahan NH_4-N , sehingga NH_4-N asal pupuk tidak mudah hilang tercuci dari daerah perakaran tanaman.

Berdasarkan persamaan di atas dapat diduga besarnya hasil gabah pada berbagai nilai ciri tanah. Pada nilai C-organik, KTK, dan N total terendah (berdasarkan kisaran data tanah yang dianalisis) hasil gabah diduga hanya sebesar 3,2 t/ha. Dengan meningkatkan C-organik tanah ke nilai yang terbesar sedangkan nilai N total dan KTK tetap rendah, maka dugaan hasil menjadi 4,6 t/ha. Hal ini menunjukkan perlunya meningkatkan kadar C-organik tanah. Selain C-organik, nilai KTK tertinggi akan menghasilkan gabah sebesar 6,3 t/ha meskipun pada nilai N total dan C-organik tanah yang terendah. Akan tetapi nilai N total tanah berpengaruh nega-

tif terhadap hasil gabah. Diduga semakin besar kandungan N total tanah semakin besar pula N tanah yang tidak tersedia bagi tanaman, karena N terikat pada bahan humik yang stabil (Vaughan dan Ord, 1985). Tingkat hasil tanaman umumnya erat kaitannya dengan N tersedia dalam tanah, yaitu N yang mudah dibebaskan (dirombak) dari bahan organik.

DINAMIKA AMONIUM-N PADA LAHAN SAWAH

Dengan diketahuinya pengaruh berbagai ciri tanah terhadap hasil gabah, maka akan lebih lengkap bila pengetahuan tentang dinamika N ini dimasukkan ke dalam penelitian efisiensi penggunaan pupuk N. Penelitian telah dilakukan terhadap ketersediaan $\text{NH}_4\text{-N}$ pada larutan tanah dan yang teradsorbsi di lima jenis tanah di Jawa Barat (Pagelaran, Citayam, Cianjur, Rengasdengklok, dan Lebak) dengan berbagai metode pemupukan (Tabel 1). Ciri tanah diamati di lima jenis tanah. $\text{NH}_4\text{-N}$ ditetapkan pada kelima jenis tanah tersebut dengan metode kolorimetri (pereaksi Nesler) panjang gelombang 432 nm.

Jumlah total $\text{NH}_4\text{-N}$ teradsorbsi pada umumnya 1-2 kali lebih tinggi daripada yang di larutan tanah. $\text{NH}_4\text{-N}$ terjerap paling tinggi terdapat pada tanah Cianjur (Vertisol) yang kadar C-organik tanah dan KTK-nya tertinggi. Di Citayam dan Rengasdengklok, jumlah $\text{NH}_4\text{-N}$ ter-

adsorbsi lebih konstan, tetapi pada larutan tanah terus menurun dengan bertambahnya waktu.

Konsentrasi $\text{NH}_4\text{-N}$ di larutan tanah dan yang teradsorbsi tetap stabil pada perlakuan 0 N (T1). Kenaikan konsentrasi $\text{NH}_4\text{-N}$ teradsorbsi pada tanah Cianjur, menunjukkan bahwa amonium lebih banyak dilepaskan oleh tanah yang kemudian diserap oleh tanaman. Pada perlakuan T2 yang diberi urea pril, 3 kali terpisah, konsentrasi $\text{NH}_4\text{-N}$ terlarut dan teradsorbsi bervariasi dengan jenis tanah. Sebagian tanah mengalami kenaikan pada awalnya dan sebagian lainnya menurun, terutama untuk $\text{NH}_4\text{-N}$ teradsorbsi di Citayam dan Lebak. Pola konsentrasi amonium tanah pada perlakuan T3 (1 kali urea briket) dan T4 (2 kali urea briket) adalah mirip, hanya bervariasi pula dengan jenis tanahnya. Pada perlakuan urea briket 2 kali keadaannya lebih stabil, terutama di Pagelaran. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan N untuk tanaman lebih terjamin selama pertumbuhannya, dibandingkan dengan metode pemupukan yang lain. Hal tersebut tampak dari tingginya serapan N dan hasil gabah, meskipun secara ekonomis urea briket lebih menguntungkan.

Dari uraian di atas ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yakni:

a. Di Cianjur (Grumusol), tanah yang belum dipupuk N, konsen-

trasi $\text{NH}_4\text{-N}$ yang tersedia di larutan tanah dan teradsorbsi tertinggi bila dibandingkan dengan empat jenis tanah yang lain di Jawa Barat. Ciri tanah di Cianjur menunjukkan KTK, N total, dan C-organik paling tinggi, dengan serapan N dan hasil gabah tertinggi pula. Berarti ketiga ciri tanah tersebut dapat menjadi indikator kuat, yang secara laboratoris benar untuk menentukan tingkat kesuburan suatu jenis tanah. Pada tanah yang ber-KTK tinggi, sebagian besar pupuk N yang diberikan akan lebih banyak berada dalam kompleks pertukaran, sehingga mudah tersedia untuk tanaman padi (Sismiyati dan Makarim, 1994). Kenyataan ini membuktikan kebenaran dari persamaan yang dibahas pada bab sebelumnya bahwa kandungan C-organik, KTK, dan N total tanah sangat besar kontribusinya dalam menentukan hasil gabah.

b. Dari segi efisiensi, hasil penelitian tersebut merupakan penjabaran bahwa pembenaman pupuk urea yang berukuran lebih besar daripada urea pril dapat mengurangi kehilangan N oleh volatilisasi, pencucian, denitrifikasi, dan imobilisasi. Volatilisasi $\text{NH}_3\text{-N}$ akan rendah bila tanah berkadar C-organik, N total, dan ber-KTK tinggi (Tejida *et al.*, 1980).

PENGELOLAAN HARA YANG EFISIEN

Analisis kimia jerami dan gabah diperlukan untuk mengetahui jumlah dan efisiensi serapan N. Berdasarkan hasil gabah tiap varietas, jumlah N yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan 1 t gabah dan efisiensi serapan N, dapat diperoleh kebutuhan hara N untuk pengelolaan pupuk pada musim berikutnya. Pada Tabel 2 diperlihatkan

Tabel 1. Waktu dan jumlah pupuk N yang diberikan di lima tempat di Jawa Barat, MH 1991/92.

No.	Jumlah pupuk N pada			Bentuk pupuk N
	7 hst	21 hst	42 hst	
T1	-	-	-	-
T2	30	30	30	urea pril
T3	90	-	-	urea briket
T4	45	45	-	urea briket

Sumber: Sismiyati dan Makarim, 1994.

kan bahwa setiap varietas mempunyai adaptasi yang berbeda pada setiap spesifik lokasi. Varietas Cisdane memerlukan pupuk N 131-133 kg/ha di Tangerang dan Serang, sedangkan di Cianjur hanya memerlukan 120 kg/ha. Kebutuhan hara tersebut merupakan takaran maksimal yang harus diberikan. Kalaupun diberikan lebih dari takaran tersebut, tanpa menghilangkan kendala-kendala produksi yang ada, maka efisiensi serapan N yang didapat akan tetap rendah seperti pada Tabel 2.

Untuk memperoleh produksi yang lebih tinggi, efisiensi serapan N harus ditingkatkan. Cara-cara meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk N sebaiknya dilaksanakan. Karena ketiga lokasi ini bertekstur liat, dianjurkan memberikan pupuk di lapisan reduksi dengan bentuk urea yang lebih besar, misalnya urea tablet yang diberikan satu kali pada umur 12 hari setelah tanam. Agar diperoleh tingkat efisiensi yang maksimal maka kendala-kendala produksi perlu diperbaiki, misalnya: serangan hama/penyakit, pengolahan tanah yang lebih dalam, sistem pengairan yang lebih baik, dan sebagainya. Selain

itu, petani harus dibekali dengan lebih banyak informasi teknologi yang dapat digunakan untuk mengatur strategi pengelolaan hara yang intensif (Cassman *et al.*, 1993).

Alternatif lain yang kini menjadi populer kembali adalah dengan pemanfaatan bahan organik yang selain menjadi sumber N, juga sebagai sumber C dan hara lainnya yang lebih lengkap dibandingkan dengan pupuk kimia. Kelengkapan hara dan cara pelepasan N yang sedikit demi sedikit, sesuai dengan sifat bahan yang dicari berdasarkan kajian di atas, yaitu ideal untuk menjadi bahan atau pupuk N yang efisien dan efektif bagi tanaman padi. Marzuki (1993) melaporkan bahwa kombinasi urea tablet dan *Sesbania rostrata* meningkatkan hasil gabah 16% lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi urea tablet dan jerami. *S. rostrata* mengandung 0,94% N lebih tinggi daripada jerami 0,035% N. *S. rostrata* diberikan dalam bentuk segar, dibenamkan 3 hari sebelum tanam. *Sesbania* dapat ditanam langsung bersama tanaman padi dengan jarak tanam 100 x 20 cm atau 50 x 20 cm dan dipanen ketika umur tanaman padi 35-45 hst (Suhartatik

et al., 1994). Keuntungan penggunaan tanaman *Sesbania* sebagai sumber N adalah tanaman tumbuh cepat (11,26 t biomas/ha, 75 kg N, 5 kg P, 18 kg K dalam 45 hari), dapat ditanam di sekitar atau di pesawahan, menambat N udara lewat bintil akar dan batang sehingga menyuburkan tanah sekitarnya, mudah melapuk, dapat dijadikan pakan ternak, dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Teknik penggunaan *Sesbania* secara *in situ* ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut termasuk penggunaan strain-strain *Azorhizobium* sp. yang lebih efektif dalam menambat N udara. Perkembangan teknik tersebut dapat merubah pengelolaan hara N pada padi sawah di masa mendatang.

KESIMPULAN

- 1. Bentuk pupuk yang melepas N secara lambat lebih menguntungkan, baik secara ekologis maupun ekonomis.
- 2. Teknologi yang dapat meningkatkan konsentrasi N tanaman menjadi maksimal pada fase pertumbuhan primordia bunga, baik dengan waktu pemberian pupuk N menjelang fase tersebut maupun dengan penggunaan pupuk N lepas lambat, dapat menaikkan hasil gabah secara efektif dan efisien.
- 3. Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk N secara ekoregional, sistem informasi geografis ciri-ciri tanah, terutama KTK, C-organik dan N total, perlu digunakan dan pengetahuan petani tentang teknologi pengelolaan hara secara intensif perlu ditingkatkan.
- 4. Pada masa mendatang penggunaan tumbuhan penambat N udara, seperti *S. rostrata*, sebagai substitusi pupuk N akan sangat bermanfaat.

Tabel 2. Hasil gabah, efisiensi serapan hara, dan kebutuhan hara N di tiga lokasi, Kaliasin (MH 1989/90), Cianjur, dan Serang (MH 1991/92).

Varietas	Hasil gabah (t/ha)	Pemanfaatan hara (kg N/t gabah)	Efisiensi serapan N (%)	Kebutuhan hara N (kg/ha)
Kaliasin, Tangerang (Aluvial)				
Cisdane	4,2	22,9	26,7	131
IR64	3,2	19,1	12,8	70
IR36	4,0	18,9	22,0	97
Cianjur (Grumosol)				
Cisdane	4,7	26,4	23	120
IR64	5,8	23,0	29	139
IR36	4,0	28,1	23	122
Serang (Hidromorfik)				
Cisdane	5,3	21,2	50	133
IR64	4,8	18,7	41	144
IR36	4,7	19,4	40	133

Sumber: Sismiati *et al.*, 1992; 1994.

KEPUSTAKAAN

- Biro Pusat Statistik.** 1996. Rata-rata produksi padi sawah per hektar menurut propinsi. Biro Pusat Statistik. 164 hlm.
- Cassman, K.G., M.J. Kropff, J. Gaunt, and S. Peng.** 1993. Nitrogen use efficiency of rice reconsidered: What are the key constraints? *Plant and Soil* 155/156: 359-362. Kluwer Academic Publ. The Netherlands.
- Crasswell, E.T. and P.L.G. Vleg.** 1978. Fate of fertilizer nitrogen applied to wetland rice, pp. 175-192. *In* I. Watanabe *et al.* (Eds.). Nitrogen and Rice Symposium, 18-21 September 1978. Int'l Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.
- De Datta, S.K., F.A. Saladaga, W.N. Obcemea, and T. Yoshida.** 1974. Increasing efficiency of fertilizer nitrogen in flooded tropical rice. Paper presented at the seminar on Optimizing Agricultural Production under Limited Available of Fertilizer, New Delhi, December 13-14, 1974. 23 pp.
- FAO Team.** 1997. Improvement of the efficiency and environmental impact of nitrogen fertilizers in irrigated rice cropping in Indonesia. Report of the AARD-FAO Research Collaboration Project.
- Ismunadji, M.I. Zulkarnaini, A. Prawirosamudro, and F. Yazawa.** 1973. Productivity of some major Java soils with special reference to yield and nitrogen nutrition of lowland rice. *Contr. Cent. Res. Inst. Agric. Bogor* 7:1-17.
- Makarim, A.K., Sismiati R., and P. Ponimin.** 1994. Nitrogen requirement of irrigated rice at different growth stages, pp. 70-82. *In* H.F.M. ten Berge *et al.* (Eds.). SARP Research Proceedings April 1994. Nitrogen economy of irrigated rice field and simulation studies. DLO-Res. Inst. Agrobiologi and Soil Fertility Wageningen. IRRI, Los Banos, Philippines.
- Marzuki, A.R.** 1993. Pengaruh pemberian bahan organik dan urea terhadap pertumbuhan dan hasil padi (*Oryza sativa*) varietas IR64. *Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan* 5:86-96.
- Mikkelsen, D.S., S.K. De Datta, and W.N. Obcemea.** 1977. Factors affecting ammonia volatilization losses from flooded environment of rice. Paper presented at the IRRI Conf., April 18-22, 1977. IRRI, Manila, Philippines. 17 pp.
- Pande, H.K. and V.M. Bhan.** 1966. Effect of row spacings and levels of fertilization on growth, yield and nutrient uptake of upland paddy and on associated weeds. *Riso* 15:47-67.
- Partohardjono, S., B.S. Soepardi, and A. Munandar.** 1981. Effect of ordinary urea, granular urea, sulfur coated and urea briquet on the yield of PB26 lowland rice. *Penelitian Pertanian* 1(1):10-12.
- Reddy, K.R. and W.H. Patrick, Jr.** 1977. Effect of placement and concentration of applied $\text{NH}_4\text{-N}$ on nitrogen loss from flooded soil. *Soil Sci.* 123:142-148.
- Sismiati R. dan M. Ismunadji.** 1983. Usaha peningkatan efisiensi pemupukan nitrogen pada padi sawah, hlm. 317-324. *Dalam* M. Ismunadji *et al.* (Red.). Simposium Hasil Penelitian Padi dan Palawija dalam Pembangunan Pertanian, Buku II, Maros, 26-29 September 1977.
- Sismiati R., P. Ponimin, dan A.K. Makarim.** 1992. Studi dinamika hara lahan sawah di tanah Aluvial, Kaliasin, Tangerang, hlm. 655-662. *Dalam* S. Hardjosudarmo *et al.* (Red.). Prosiding Seminar Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor, 29 Febr. dan 2 Maret 1992.
- Sismiati R., I. Nasution, R. Fathan, S. Ningrum, Murtado, M. Djazuli, M.F. Muhadjir, dan A.K. Makarim.** 1993a. Penelitian efisiensi pemupukan nitrogen pada tanaman padi di Jawa Barat dan Lampung, hlm. 23-36. *Dalam* S. Brotonegoro *et al.* (Red.). Pros. Lokakarya Penelitian Komoditas dan Studi Khusus 1992, Vol 3. Padi AARP, Badan Litbang Pertanian.
- Sismiati R., A. Hidayat, Damanhuri, D. Suardi, dan A.K. Makarim.** 1993b. Efisiensi pemupukan N pada tanaman padi sawah. *Penelitian Pertanian* 13(3):87-96.
- Sismiati R. and A.K. Makarim.** 1994. Soil ammonium dynamics and nitrogen uptake by lowland rice on several soil types in West Java, pp. 149-164. *In* H.F.M. ten Berge, *et al.* (Eds.). SARP Research Proceedings April 1994. Nitrogen economy of irrigated rice field and simulation studies. DLO-Res. Inst. Agrobiologi and Soil Fertility Wageningen. IRRI, Los Banos, Philippines.
- Sismiati R., Sukirman, dan A.K. Makarim.** 1994. Kajian dinamika hara lahan sawah yang berproduktivitas tinggi dan rendah. *Penelitian Pertanian* 14(2):43-51.
- Sismiati R. dan S. Partohardjono.** 1994. Status hara nitrogen padi sawah dalam kaitannya dengan efisiensi pupuk. *Penelitian Pertanian* 14(1):8-13.
- Sri Adiningsih, S. Rochayati, D. Setyorini, dan M. Sudjadi** 1988. Efisiensi penggunaan pupuk pada lahan sawah. Disajikan dalam Simposium Penelitian Tanaman Pangan II, Puncak, 21-23 Maret 1988, Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 26 hlm.
- Suhartatik, E., Mastur, dan S. Partohardjono.** 1994. Pengaruh pemupukan nitrogen, pembenaman *Sesbania rostrata* dan jerami terhadap hasil padi sawah. *Penelitian Pertanian* 14(1):1-7.
- Tejida, H.R., E.T. Craswell, and S.K. De Datta.** 1980. Site factors affected the efficiency of nitrogen fertilizers in INSFFER experiments. Paper presented at the meeting of INSFFER, April 24, 1980, at IRRI, Los Banos, Philippines. 14 pp.
- Vaughan, D. and B.G. Ord.** 1985. Soil organic matter-a perspective on its nature, extraction, turnover and role in soil fertility, pp. 1-35. *In* D. Vaughan and R.E. Malcolm (Eds.). Development in Plant and Soil Sciences. vol. 16. Soil Organic Matter and Biological Activity. Martinus Nijhoff/DR. W. Junk Publishers.
- Yoshida, S.** 1981. Fundamental of rice crop science. Int'l Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines. 269 pp.