



**Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III
Jakarta/Bogor 23-25 Agustus 1993**

Kinerja Penelitian Tanaman Pangan

Buku 3

**Padi – Pemupukan, Sistem Usahatani, Mekanisasi,
Pascapanen, dan Sosial-ekonomi**

**Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian**



**Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III
Jakarta/Bogor 23-25 Agustus 1993**

Kinerja Penelitian Tanaman Pangan

Buku 3

**Padi – Pemupukan, Sistem Usahatani, Mekanisasi,
Pascapanen, dan Sosial-ekonomi**

Penyunting:

Mahyuddin Syam
Hermanto
Arif Musaddad
Sunihardi

**Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
1995**

633.1/4

KIN Kinerja Penelitian Tanaman Pangan, Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III, Buku 3. – Mahyuddin Syam; Hermanto; Arif Musaddad; Sunihardi (*Eds.*). – Bogor; Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, 1995.
vi, hal 675–1022; ill: 2,0 cm.

I. Syam, M.

II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

ISBN : 979-8161-51-3

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

Jl. Merdeka 147 Bogor 16111 Telp. (0251) 334089, 331718

Fax. (0251) 312755

Pengantar

Kegiatan penelitian tanaman pangan telah memberi kontribusi yang cukup besar dalam pembangunan pertanian. Hal itu, antara lain tercermin dari berkembang dan diterapkannya teknologi yang dihasilkan yang mampu meningkatkan produksi dan pendapatan petani. Teknologi varietas unggul, misalnya, telah dikenal dan diadopsi oleh petani secara luas. Berbagai teknologi lainnya pun, seperti pengendalian hama/penyakit, sistem usahatani, dan penanganan pra- dan pascapanen tanaman pangan telah diterapkan pula oleh sebagian petani di pedesaan.

Sejalan dengan perkembangan pembangunan di segala bidang, akhir-akhir ini muncul berbagai isu yang menuntut perubahan orientasi penelitian. Isu sistem produksi terlanjutkan, misalnya, perlu dijadikan acuan dalam menentukan arah penelitian dalam PJP II mengingat isu ini berkaitan erat dengan pelestarian lingkungan yang telah menjadi komitmen internasional. Isu ini perlu pula dipadukan dengan upaya pencapaian dan pelestarian swasembada pangan, peningkatan pendapatan petani dan pengembangan agribisnis untuk mengentaskan kemiskinan.

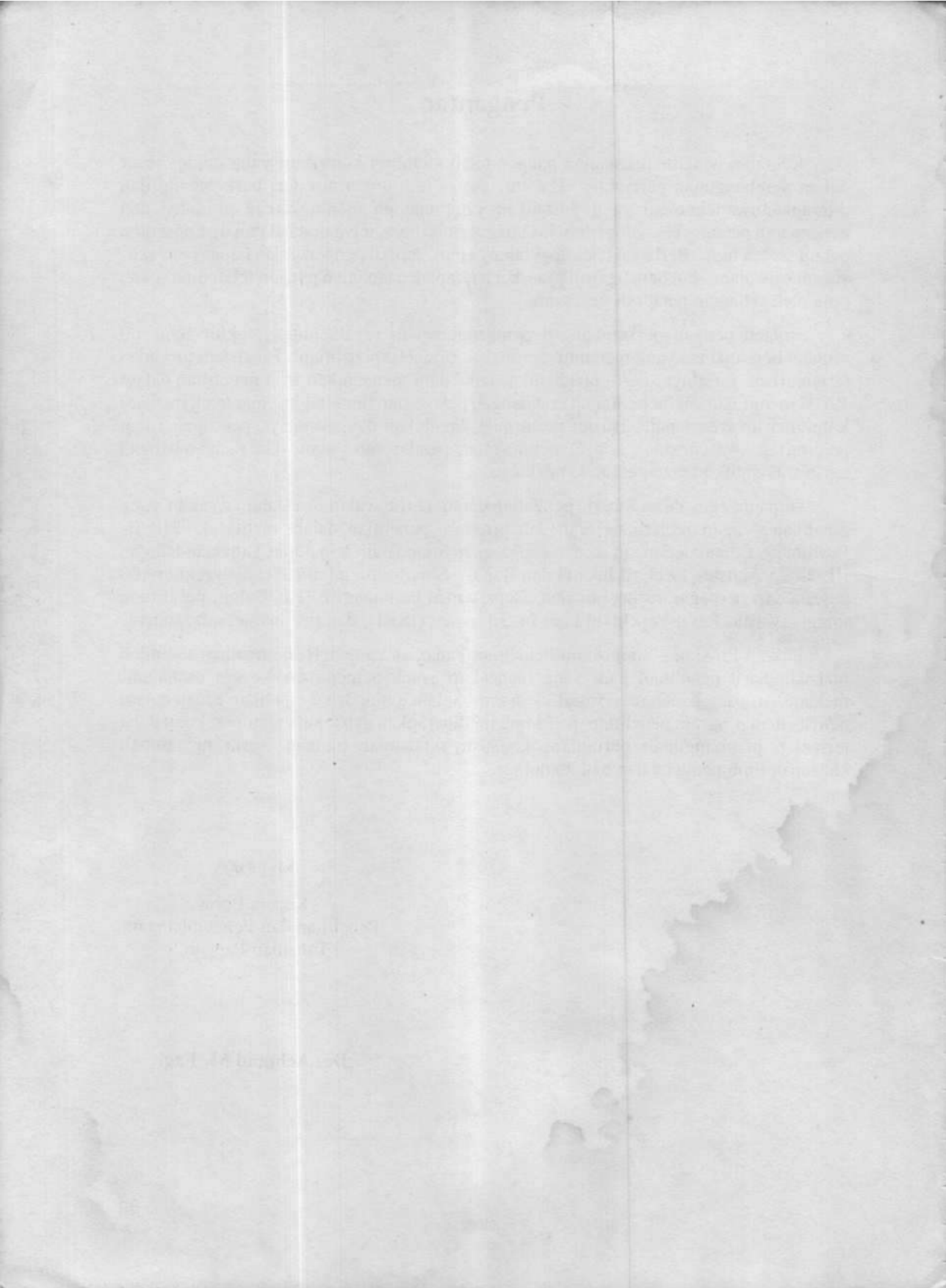
Guna mengevaluasi kinerja penelitian dalam kurun waktu lima tahun terakhir yang dikaitkan dengan reorientasi arah dan program penelitian dalam memasuki PJP II, Puslitbang Tanaman Pangan menyelenggarakan Simposium Penelitian Tanaman Pangan III, 23-25 Agustus 1993, di Jakarta dan Bogor. Simposium ini dihadiri oleh sekitar 400 peserta dari berbagai institusi lingkup Departemen Pertanian, BPPT, Bulog, perguruan tinggi, swasta, Pusat Penelitian Padi Internasional (IRRI), dan institusi terkait lainnya.

Buku 3 Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III ini memuat sejumlah makalah hasil penelitian padi yang mencakup aspek pemupukan, sistem usahatani, mekanisasi, pascapanen, dan sosial-ekonomi. Selain untuk dapat dijadikan acuan dalam penyusunan program penelitian, prosiding ini diharapkan dapat pula memberi kontribusi terhadap pembangunan pertanian, khususnya tanaman pangan, serta menambah khazanah ilmu pengetahuan dan teknologi.

Mei 1995

Kepala Pusat
Penelitian dan Pengembangan
Tanaman Pangan,

Dr. Achmad M. Fagi



Daftar Isi

Pengantar	iii
Peningkatan Efisiensi dan Efektivitas Pemupukan N pada Padi Sawah Berdasarkan Analisis Sistem	
..... <i>A.K. Makarim, Ponimin Pw., Sismiati R., Sutoro, Otjim S., dan A. Hidayat</i>	675
Kebutuhan Hara N Tanaman Padi di Lahan Sawah Irigasi	
..... <i>Aan A. Daradjat dan Pudji K. Utami</i>	682
Efisiensi Penggunaan Pupuk N dan P dalam Budi Daya Padi Sawah	
..... <i>Rahayu Tejasarwana</i>	690
Pemanfaatan Timbunan Fosfat di Lahan Sawah	
..... <i>Agusli Taher</i>	700
Pemupukan Kalium di Tanah Vertisol	
..... <i>Suyanto H.</i>	714
Kalium: Penyangga Produksi Padi di Lahan Sawah Tadah Hujan	
..... <i>Sarlan Abdulrachman</i>	727
Peningkatan Produksi Padi melalui Pemupukan di Kawasan Timur Indonesia .	
..... <i>Djamaluddin, M. Rauf, A. Buntan, R. le Cerff, dan E.O. Momuat</i>	734
Efisiensi Pemupukan dalam Pola Tanam Padi - Kedelai di Lahan Tadah Hujan	
..... <i>Iswandi H. Basri, Nussyirwan Hasan, Burlis Han dan Nasrul Hosen</i>	743
Penggunaan Bahan Amelioran pada Tanaman Pangan di Lahan Kering Beriklim Basah	
..... <i>Achmadi Jumberi dan Aidi Noor</i>	755
Kelayakan Agronomis Teknologi Budi Daya Padi Sebar Langsung di Lahan Sawah Irigasi	
..... <i>Herman Supriadi dan A. Husni Malian</i>	766
Sistem Usahatani di Lahan Sawah Tadah Hujan	
..... <i>H.S. Raihan, N. Fauziati, M. Thamrin, Hidayat Dj. Noor dan M. Djamhuri</i>	782
Pengelolaan Padi Sawah Dataran Tinggi	
..... <i>Syahrul Zen, A. Kaher, Z. Hamzah dan Helmidar Bahar</i>	790
Pengelolaan Lahan Sawah Bukaian Baru untuk Budi Daya Padi	
..... <i>Burbey dan Agusli Taher</i>	799
Budi Daya Tanaman Pangan dalam Sistem Usahatani Konservasi di DAS Jratunseluna Bagian Hulu	
..... <i>Husin M. Toha dan Achmad M. Fagi</i>	810
Perkembangan dan Dampak Mekanisasi Pertanian ...	
..... <i>Masdjidin Siregar dan Soentoro.</i>	825
Kebijakan Sistem Jasa Sewa Alat dan Mesin Pertanian dalam Pengembangan Mekanisasi Pertanian Tanaman Pangan	
..... <i>E. Eko Ananto, Trip Alihamsyah dan Astanto</i>	836
Traktor Kura-kura: Alat Pengolah Tanah Alternatif di Lahan Sawah dan Rawa Pasang Surut	
..... <i>E. Eko Ananto, Astanto, Trip Alihamsyah dan Inu G. Ismail</i>	850
Prospek Pengembangan Alat Tanam Padi Gogorancan ..	
..... <i>Astanto dan E. Eko Ananto</i>	855

Perbaikan Sistem Panen dalam Usaha Menekan Kehilangan Hasil Padi	<i>Sigit Nugraha, Agus Setyono, dan Ridwan Thahir</i>	863
Usaha Perbaikan Pengeringan Padi di Tingkat Petani	<i>Ridwan Thahir, Soeharmadi dan Agus Setyono</i>	873
Pengembangan Tepung Beras Kaya Protein Mendukung Agroindustri	<i>Djoko S. Damardjati dan E.Y. Purwani</i>	883
Perberasan di Indonesia Pascaswasembada	<i>Soekartawi</i>	893
Sumber Pertumbuhan Produksi Padi	<i>Maesti M., Made Oka A., Irsal Las dan Adimesra Djulin</i>	907
Intensifikasi Padi Sawah di Pedesaan antara Modernisasi dan Pembangunan ..	<i>Tri Pranadji</i>	925
Prospek dan Perkembangan Produksi Padi Sawah di Jawa Barat	<i>Tri Bastuti Purwantini dan Rita Nur Suhaeti</i>	942
Prospek dan Kendala Pengembangan Teknologi Budi Daya Sebar Langsung Padi Sawah di Lahan Irigasi	<i>A. Husni Maltan dan Herman Supriadi</i>	953
Elastisitas Produksi Padi Sawah Dataran Tinggi di Sumatera (Studi Kasus di Takengon, Solok, dan Kerinci)	<i>Iswandi H. Basri, Marak Ali, dan Nasrul Hosen</i>	963
Pemanfaatan dan Dampak Embung terhadap Sistem Usahatani di Lahan Tadah Hujan: Kasus di Kabupaten Rembang	<i>Iis Syamsiah, I. P. Wardana dan A. M. Fagi</i>	970
Perspektif Historis Kelembagaan dan Organisasi Peningkatan Produksi Padi di Indonesia	<i>Andin H. Taryoto dan Tri Pranadji</i>	980
Penerapan Pengendalian Hama Terpadu: Keterkaitan Faktor Sosial dan Kelembagaan	<i>S. Kartaatmadja dan S.S. Sabri</i>	998
Efisiensi Biaya Pestisida pada Tanaman Padi dengan Program Pengendalian Hama Terpadu	<i>Delima Darmawan dan Yusmichad Yusdja</i>	1007

Peningkatan Efisiensi dan Efektivitas Pemupukan N pada Padi Sawah Berdasarkan Analisis Sistem

A.K. Makarim, Ponimin Pw., Sismiyati R., Sutoro, Otjim S., dan A. Hidayat

Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor

ABSTRAK

Pupuk N diperlukan oleh tanaman padi. Namun, pemberian yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan efisiensi, tanaman menjadi peka terhadap hama dan penyakit, dan bahkan dapat sebagai penyebab pencemaran nitrat. Oleh karena itu, pemberian pupuk N perlu diupayakan agar lebih efisien dan efektif. Hal ini, antara lain, dapat dilakukan dengan pendekatan analisis sistem. Hasil analisis menunjukkan, kenaikan hasil gabah terbesar atas pemberian 90 kg N/ha (urea) di 17 lokasi di Jawa Barat dan Lampung adalah 24,7 kg gabah/kg N pupuk. Tanggap hasil padi terhadap pemupukan N di 54 lokasi berbentuk kuadratik yang nilai koefisiennya dipengaruhi oleh ciri tanah dengan penjelasan berikut: (1) hasil tanaman tanpa pupuk N terutama dipengaruhi oleh kadar bahan organik tanah, N total tanah, dan KTK tanah; (2) kenaikan hasil gabah pada takaran N rendah dipengaruhi oleh kadar bahan organik tanah; dan (3) kestabilan tanggapan tanaman terhadap pemberian pupuk N dipengaruhi oleh kadar liat dan pH tanah. Pemberian pupuk N berupa urea briket, USG, SCU, atau urea pril dengan cara pembenaman, tingkat efisiensinya lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian urea pril yang disebar di permukaan lahan. Sementara itu, saat penyerapan N yang cepat oleh tanaman – yang sejalan dengan akumulasi bahan kering tanaman – merupakan saat yang tepat untuk pemberian pupuk N bagi tanaman. Pemanfaatan hara N untuk pembentukan gabah (efisiensi fisiologi) berbeda antara dataran rendah, sedang, dan tinggi masing-masing adalah 69,22; 40,54; dan 23,3 kg gabah/kg N terserap. Efisiensi penyerapan dan efektivitas pemupukan N yang terbaik diperoleh dari pemberian pada awal pertumbuhan dan saat primordia.

PENDAHULUAN

Nitrogen merupakan unsur hara yang sangat dibutuhkan tanaman dan berkaitan dengan tingkat hasil yang dicapai. Oleh karena itu dianjurkan untuk memberikan pupuk N pada tanaman padi. Sehubungan dengan pemupukan N muncul tersebut beberapa masalah: (1) masih rendahnya efisiensi pemupukan; (2) tanaman menjadi peka terhadap serangan hama dan penyakit kalau pupuk diberikan dengan takaran tinggi; (3) terjadinya polusi nitrat bila pupuk diberikan secara berlebihan (Aldrich 1980); dan (4) relatif sulit menetapkan metode pemupukan dan takaran optimum sehubungan dengan kemungkinan perubahan harga pupuk N dan/atau harga gabah. Untuk meningkatkan manfaat pupuk

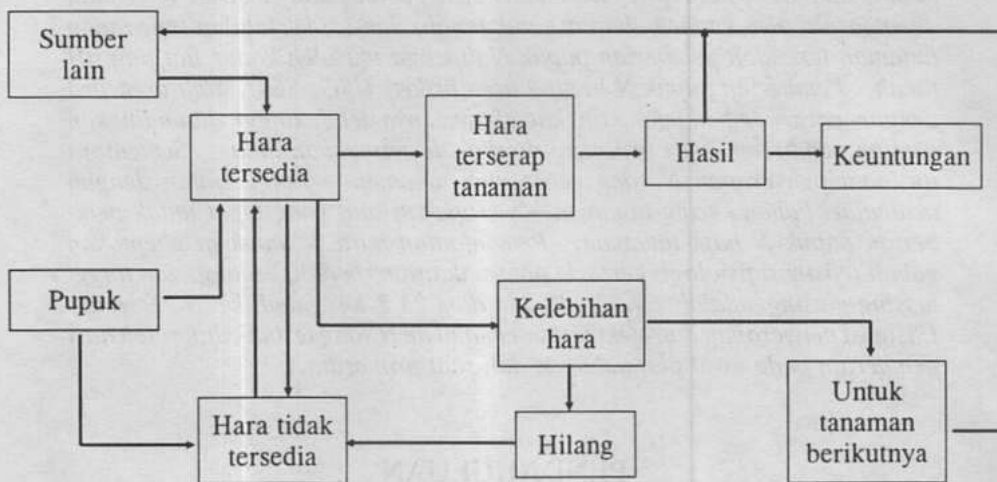
N pada padi sawah sebesar-besarnya tanpa memberi dampak yang merugikan, diperlukan cara pemupukan yang lebih efisien dan efektif.

Pendekatan analisis sistem dalam mencari cara untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemupukan N tampaknya dapat diharapkan. Pendekatan ini mempertimbangkan keperluan tanaman akan N dan ketersediaan N dalam tanah selama pertumbuhan tanaman, sehingga jumlah dan saat pemberian pupuk N yang tepat dapat ditentukan. Tulisan ini bertujuan untuk menggambarkan cara dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemupukan N pada tanaman padi sawah.

SISTEM PRODUKSI PADI SAWAH

Sistem pertanian padi sawah digambarkan sebagai gabungan subsistem tanah dan tanaman yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan/luar yaitu iklim dan cara pengelolaan termasuk pemupukan N, seperti disajikan pada Gambar 1.

Sistem tersebut bersifat dinamik yang perubahannya tergantung pada cara pengelolaannya. Dalam usaha peningkatan efisiensi dan efektivitas pemupukan N, maka subsistem tanah dan tanaman secara terpisah beserta gabungannya akan dipelajari.



Gambar 1. Sistem tanah dan tanaman yang menunjukkan keterkaitan antara faktor-faktor yang menentukan neraca hara, efisiensi produksi dan efisiensi pemupukan. Sumber: Fagi *et al.* (1991).

EFISIENSI PRODUKSI DAN FAKTOR YANG MEMPENGARUHI

Efisiensi produksi dapat digambarkan sebagai efisiensi agronomi, yaitu besarnya kenaikan hasil gabah per unit hara pupuk yang diberikan. Nilai efisiensi agronomi terbesar dari pemberian 90 kg N/ha berdasarkan hasil penelitian pada 17 lokasi di Jawa Barat dan Lampung adalah 24,7 kg gabah/kg N pupuk (Puslitbangtan 1990). Nilai ini diperlukan dalam menganalisis kelayakan ekonomi, menentukan apakah takaran pupuk untuk suatu lokasi masih perlu dinaikkan atau diturunkan. Nilai efisiensi agronomi yang rendah menunjukkan kurang tanggapnya tanaman terhadap pemberian pupuk, sehingga untuk meningkatkan efisiensi agronomi diperlukan penurunan takaran atau perbaikan kondisi tanah dan tanaman dengan cara lain. Sebaliknya, nilai efisiensi yang tinggi menunjukkan masih diperlukannya takaran pupuk yang lebih tinggi hingga batas menguntungkan secara ekonomi.

Nilai efisiensi agronomi ternyata dipengaruhi oleh sifat kimia tanah. Hasil penelitian pemupukan N pada padi sawah yang dilaksanakan Puslitbang Tanaman Pangan pada MH 1989/90 di 54 lokasi di Sumatera, Jawa, Bali, Lombok, Kalimantan Selatan, dan Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa tanggap tanaman padi terhadap pemberian pupuk N (berupa kuadrat) dipengaruhi oleh sifat tanah : (1) tingkat hasil tanaman tanpa diberi pupuk N terutama dipengaruhi oleh kadar bahan organik tanah, N total tanah, dan KTK tanah; (2) besarnya kenaikan hasil gabah pada takaran N rendah dipengaruhi oleh kadar bahan organik tanah; (3) kestabilan tanggapan tanaman terhadap pemberian pupuk N ternyata dipengaruhi pula oleh kadar liat dan pH tanah (Makarim *et al.* 1990).

Peningkatan efisiensi agronomi hendaknya disejajarkan dengan usaha peningkatan produksi padi secara nasional. Dengan demikian, analisis lebih lanjut terhadap nilai efisiensi agronomi adalah dengan membedakan cara peningkatan efisiensi pemberian pupuk N dan dilanjutkan dengan cara peningkatan manfaat hara N oleh tanaman (efisiensi fisiologik) atau efektivitas pemupukan (Keulen 1977).

EFISIENSI PEMBERIAN PUPUK N

Pupuk N yang diberikan pada tanaman sebagian hilang dalam berbagai proses seperti denitrifikasi, immobilisasi, volatilisasi, dan pelindian yang besarnya tergantung pada sifat dan kondisi tanah, bentuk, takaran, cara dan waktu pemberian pupuk N. Berbagai usaha untuk meningkatkan proporsi pupuk N yang dapat diserap tanaman (efisiensi pemupukan) telah dicoba. Pada dasarnya, sebagian besar tingkat kehilangan pupuk N adalah akibat nitrifikasi dan denitrifikasi, yaitu perubahan N menjadi nitrat yang selanjutnya hilang menjadi gas N_2 (Yamamura 1986). Oleh karena itu, penempatan pupuk N dianjurkan ke lapisan reduktif. Tanah yang mudah menjadi reduktif akibat penggenangan, seperti tanah-tanah berbahan organik tinggi dan/atau kandungan liat tinggi, relatif memiliki kehilangan N yang lebih rendah. Pembenaman pupuk N melalui penggunaan urea briket, USG, SCU, atau urea yang dibenam lebih efisien dibandingkan dengan urea yang disebar (Tabel 1).

Hal lain yang perlu dipertimbangkan dalam pemberian pupuk N adalah kesesuaian antara jumlah keperluan tanaman akan N dengan ketersediaan N dalam tanah. Pada awal pertumbuhan padi, setelah bibit dipindahkan dari persemaian ke lapang, tanaman belum aktif menyerap N. Selama periode 7-14 hari setelah tanam (*transplanting*), tanaman belum banyak memerlukan N dan jumlah N tersedia di tanah sudah cukup memenuhi keperluan tanaman (Makarim *et al.* 1991). Dengan demikian, pupuk N yang diberikan pada saat tanam, terutama dengan cara sebar di permukaan tanah, akan banyak yang hilang. Pemberian N pada awal pertumbuhan cepat akan sangat efektif karena unsur ini segera dimanfaatkan oleh tanaman (Tabel 2).

Beberapa stadia pertumbuhan tanaman yang penting telah diidentifikasi berdasarkan pola penyerapan dan pola akumulasi bobot kering tanaman selama pertumbuhan, yaitu pada 14 hst (awal fase anakan aktif) dan 42 hst (fase primordia) (Makarim *et al.* 1991). Oleh karena pupuk N yang diberikan segera tersedia bagi tanaman, maka saat-saat penyerapan N yang cepat oleh tanaman – biasanya sejalan dengan kecepatan akumulasi bahan kering tanaman – merupakan saat-saat yang tepat untuk pemberian pupuk N.

Tabel 1. Pengaruh bentuk pupuk N dan cara pemberiannya terhadap efisiensi dan efektivitas pemupukan N.

Bentuk urea	Serapan N tanaman (kg N/ha)	Efisiensi pupuk N (%)	Hasil gabah (kg/ha)
Tanpa N	56,7 e	-	1254 d
Pril	96,4 c	39,7 c	4820 b
USG	118,5 ab	61,8 ab	5415 a
SCU	121,8 ab	65,1 a	5497 a
Briket	110,2 b	53,5 b	5129 ab
Terbungkus kertas	125,5 a	68,8 a	5567 a
Dilarutkan	83,9 d	27,2 d	3421 c

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji berganda Duncan.

Tabel 2. Pengaruh takaran dan waktu pemberian urea terhadap efisiensi dan efektivitas pemupukan N pada padi sawah IR64.

Takaran pupuk urea (kg N/ha)	Waktu pemberian (hst)	Serapan tanaman (kg N/ha)	Efisiensi (%)	Hasil gabah (kg/ha)
0	-	68,4	-	3.647
50	0	89,7	42,6	4.109
	14	93,1	49,5	4.169
100	0	104,8	36,4	4.913
	14	124,4	56,0	5.701
150	0	116,4	32,0	5.034
	14	155,5	58,1	6.028

Hasil percobaan takaran dan waktu pemupukan N di Ciwalen, Jawa Barat mengungkapkan bahwa efektivitas pemupukan N terjadi pada waktu-waktu tertentu selama pertumbuhan tanaman, yang disajikan dalam persamaan regresi sbb. (Makarim *et al.* 1993):

$$\text{Serapan N} = 59,3 + 0,019 T_0 + 0,384 T_{12} + 0,069 T_{24} + 0,037 T_{36} + 0,468 T_{48} + 0,132 T_{60} + 0,124 T_{72}$$

$$R = 0,9943^{**}$$

di mana : T_i adalah takaran pupuk urea yang diberikan pada i (hst),
serapan N dan takaran urea dinyatakan dalam kg/ha.

Pada persamaan di atas tampak bahwa waktu pemberian N yang sangat efisien selama pertumbuhan tanaman padi varietas IR64, adalah pada 12 dan 48 hst, masing-masing merupakan fase awal anakan aktif dan fase primordia bunga. Hasil penelitian tersebut sesuai dengan pola dinamika hara N dalam tanaman (*crop demand*) dan tanah.

EFISIENSI FISILOGI DAN EFEKTIVITAS PEMUPUKAN

Agar pupuk yang diberikan efektif meningkatkan hasil tanaman, maka ada dua syarat yang perlu mendapat perhatian yaitu: *pertama*, tanaman harus bebas dari kendala, baik fisiologi maupun fisik seperti kekurangan atau kelebihan hara, keracunan unsur lain atau gas toksik, kekeringan, kebanjiran, rebah, atau gangguan hama, penyakit, gulma; *kedua*, keperluan tanaman akan N dicukupkan secara tepat, baik dalam jumlah maupun waktu. Syarat pertama meliputi cara pengelolaan tanah dan tanaman yang baik secara keseluruhan, sedangkan syarat kedua memerlukan pengetahuan tentang waktu dan takaran pupuk N yang diperlukan tanaman pada kondisi lingkungan tertentu.

Perbedaan pemanfaatan hara N yang terserap tanaman untuk menghasilkan gabah, atau disebut efisiensi fisiologi, tampak pada hasil penelitian di Jawa Barat dan Lampung (Sismiyati *et al.* 1992 dan Makarim *et al.* 1993) yang ditunjukkan oleh tiga persamaan berikut:

1. Di Pusakanegara (dataran rendah):
hasil gabah (kg/ha) = $1.350 + 69,22$ serapan N (kg N/ha)
 $r = 0,7738^*$; $n = 12$
2. Di Ciomas, Citayam, Cianjur, Lebak, Metro, dan Terbanggi (dataran sedang):
hasil gabah (kg/ha) = $878,5 + 40,54$ serapan N (kg N/ha)
 $r = 0,8007^{**}$; $n = 36$
3. Di Ciwalen (dataran tinggi):
hasil gabah (kg/ha) = $2.458 + 23,3$ serapan N (kg N/ha)
 $r = 0,9338^{**}$; $n = 12$

Dari ketiga persamaan tersebut terlihat bahwa nilai serapan N oleh tanaman semakin rendah dengan semakin tingginya tempat, yaitu berturut-turut 69,2; 40,54; dan 23,3 kg gabah/kg N terserap untuk dataran rendah, sedang, dan tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian di Ciwalen pada MK 1992, diketahui waktu dan takaran pupuk N pada padi sawah varietas IR64 dalam bentuk persamaan (regresi) berikut:

$$\text{Hasil gabah} = 4.286 - 3,55 T_0 + 8,13 T_{12} + 3,57 T_{24} + 2,85 T_{36} + 9,32 T_{48} + 4,68 T_{60} + 1,22 T_{72}$$

$$R = 0,9589^{**}$$

Persamaan ini menunjukkan bahwa pemupukan urea pada 12 dan 42 hst efektif menghasilkan gabah. Periode tersebut merupakan saat kritis bagi tanaman dalam perbanyakannya dan pembungaan/malai yang memerlukan banyak nitrogen.

KESIMPULAN

1. Tanggap tanaman padi terhadap pemupukan N atau tingkat efisiensi agronomi dipengaruhi oleh ciri tanah, seperti bahan organik, kadar liat, KTK tanah, dan N total tanah.
2. Peningkatan efisiensi dan efektivitas pemberian pupuk N dapat dilakukan dengan mengetahui pola keperluan N tanaman dan pola ketersediaan N tanah akibat pemupukan N, serta pemberian pupuk N dengan cara pembenaman ke lapisan reduksi yang dilakukan pada awal fase anakan aktif dan fase primordia.
3. Pemanfaatan hara N oleh tanaman padi (efisiensi fisiologi) lebih baik di dataran rendah daripada di dataran tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrich, S. R. 1980. Nitrogen in relation to food, environment, and energy. Special Publication 61, Agricultural Experiment Station, College of Agriculture, University of Illinois at Urbana-Champaign, USA. p. 111-170.
- Fagi, A. M., A. K. Makarim, dan M. O. Adnyana. 1990. Efisiensi pupuk pada tanaman. Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk V. Cisarua.
- Keulen, H. van. 1977. Nitrogen requirement of rice with special reference to Java. Contr. Centr. Res. Inst. Agric. No.30. Bogor. 67 p.
- Makarim, A. K., A. Hidayat, and H.T.M. Ten Berge. 1991. Dynamics of soil ammonium, crop nitrogen uptake and dry matter production in lowland rice. In: F.W.T. Penning de Vries, H.H. van Laar and M.J. Kropff (eds.). Simulation and systems analysis for rice production. Pudoc, Wageningen. p. 214-228.
- Makarim, A. K., Sismiyati R. dan I. Manwan. 1990. Efisiensi pemupukan N pada tanaman padi sawah. (*in press*).

- Makarim, A. K., Sismiati R. dan Ponimin Pw. 1993.** Model simulasi untuk pendugaan potensi hasil padi pada agroekosistem tertentu. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1990.** Hasil dan program penelitian tanaman pangan 1990/91. Rapat Kerja Pembahasan dan Penyusunan Program Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Sukabumi, 18-20 Juni 1990.
- Sismiati, R., I. Nasution, R. Fathan, St. Ningrum, Murtado, M. Djazuli, M.F. Muhadjir, dan A. K. Makarim. 1992.** Penelitian efisiensi pemupukan nitrogen pada tanaman padi di Jawa Barat dan Lampung. Prosiding Lokakarya Penelitian Komoditas dan Studi Khusus. Vol. 3: 23-36.
- Yamamura, S. 1986.** Behavior of nitrogen in paddy soil. JARQ 20(2): 100-107.

- Makarim et al. Efektivitas Pemupukan N pada Padi Sawah
- Daradjat dan Utami Kebutuhan N Padi Sawah Irigasi
- Tejasarwana Efisiensi Pupuk N dan P pada Padi Sawah
- Taher Pemanfaatan Timbunan Fosfat di Lahan Sawah
- Suyanto Pemupukan Kalium di Tanah Vertisol
- Abdulrachman Kalium : Penyangga Produksi Padi Sawah Tadah Hujan
- Djamaluddin et al. Peningkatan Produksi Padi melalui Pemupukan
- Basri et al. Efisiensi Pemupukan dalam Pola Tanam Padi-Kedelai
- Jumberi dan Noor Penggunaan Amelioran pada Tanaman Pangan
- Supriadi dan Malian Kelayakan Agronomis Budi Daya Padi Sebar Langsung
- Raihan et al. Sistem Usahatani di Lahan Sawah Tadah Hujan
- Zen et al. Pengelolaan Padi Sawah Dataran Tinggi
- Burbey dan Taher Pengelolaan Lahan Sawah Bukaas Baru
- Toha et al. Tanaman Pangan dalam Usahatani Konservasi di DAS
- Siregar dan Soentoro Dampak Mekanisasi Pertanian
- Ananto et al. Sistem Jasa Sewa Alat dan Mesin Pertanian
- Ananto et al. Traktor Kura-kura, Pengolah Tanah Alternatif
- Astanto dan Ananto Pengembangan Alat Tanam Padi Gogorancan
- Nugraha et al. Sistem Panen untuk Menekan Kehilangan Hasil
- Thahir et al. Usaha Perbaikan Pengeringan Padi di Tingkat Petani
- Damardjati dan Purwani Pengembangan Tepung Beras Kaya Protein
- Soekartawi Perberasan di Indonesia Pascaswasembada
- Maesti et al. Sumber Pertumbuhan Produksi Padi
- Pranadji Intensifikasi Padi Sawah di Pedesaan
- Purwantini dan Suhaeti Prospek dan Perkembangan Produksi Padi
- Malian dan Supriadi Prospek Budi Daya Sebar Langsung Padi Sawah
- Basri et al. Elastisitas Produksi Padi Sawah Dataran Tinggi
- Syamsiah et al. Pemanfaatan dan Dampak Embung
- Taryoto dan Pranadji Perspektif Historis Organisasi Produksi Padi
- Kartaatmadja dan Sabri Faktor Sosial dan Kelembagaan PHT
- Darmawan dan Yusdja Efisiensi Biaya Pestisida dalam PHT

ISBN : 979-8161-51-3