

Revitalisasi Pemupukan Padi Sawah Berbasis Lingkungan (*Revitalization of Rice Fertilization Based on Environment Approach*)

Erythrina¹ dan Zulkifli Zaini²

¹Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian
Jl. Tentara Pelajar No. 10 Bogor 16114
E-mail: erythrina_58@yahoo.co.id

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Jl. Merdeka No. 147 Bogor 16111, Jawa Barat
E-mail: z.zaini@irri.org

Naskah diterima 11 November 2014 dan disetujui diterbitkan 4 Mei 2015

ABSTRACT

IAARD in the Ministry of Agriculture has produced a wide range of technology for site specific nutrient management (SSNM), in form of soil-test kit equipment and software. This paper presents the concept of revitalization the system and direction for an efficient fertilization usage. A more rational use of fertilizers based on a specific locational need is expected in the long term to reduce the amount of fertilizer subsidies, without reducing the rice production. The effect of SSNM had been shown to give opportunities for yield increases per unit of fertilizer, to reduce loss of fertilizer, to improve agronomic efficiency and at the same time had positive influence on the environment. SSNM could be used to develop plan for fertilizer requirement per farmers' group (RDKK) which in reality was often not compiled by field extension in accordance with the area of land and fertilizer needs. Inaccurate RDKK preparation had been causing problem on the distribution of subsidized fertilizer, because it was often showing an overestimate of the amount of fertilizer needed, as compared with the availability of fertilizer. Funds allocated for the preparation of RDKK could be routed to the procurement of hardware such as computers and to train the agricultural extension workers in each Agricultural Extension Center in Indonesia, to be able to access the website-specific nutrient fertilization through the internet. Assessment Institute of Agricultural Technology located in every province could facilitate this technology transfer process.

Keywords: Fertilizer, SSNM technology, RDKK, rice paddy.

ABSTRAK

Badan Litbang Kementerian Pertanian telah menghasilkan berbagai teknologi pemupukan hara spesifik lokasi (PHSL), baik berupa peralatan maupun perangkat lunak. Tulisan ini menyajikan pemikiran tentang upaya dan arah revitalisasi sistem pemupukan yang efisien. Penggunaan pupuk yang lebih rasional dan spesifik lokasi dalam jangka panjang diharapkan dapat menurunkan jumlah subsidi pupuk tanpa menurunkan produksi padi. Pemupukan hara spesifik lokasi terbukti meningkatkan hasil per unit pemberian pupuk, mengurangi kehilangan pupuk, meningkatkan efisiensi agronomi dari pupuk sekaligus berpengaruh positif terhadap lingkungan. Teknologi PHSL dapat digunakan untuk menyusun RDKK yang dalam kenyataannya seringkali tidak disusun oleh PPL sesuai luas lahan dan kebutuhan pupuknya. Penyusunan RDKK yang tidak akurat menjadi permasalahan dalam penyaluran pupuk bersubsidi karena sering tidak sesuai dengan kebutuhan dengan ketersediaan pupuk. Dana yang dialokasikan untuk penyusunan RDKK dapat dialihkan untuk pengadaan perangkat keras seperti komputer dan melatih para penyuluh pertanian di setiap Balai Penyuluhan Pertanian di Indonesia untuk dapat mengakses situs web pemupukan hara spesifik lokasi melalui internet. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian yang terdapat di setiap provinsi dapat mempercepat proses alih teknologi ini.

Kata kunci: Pupuk, teknologi PHSL, RDKK, padi sawah.

PENDAHULUAN

Terminologi revolusi hijau digunakan untuk menjelaskan peningkatan aktivitas fotosintesis dari pigmen hijau daun atau klorofil, untuk dapat menghasilkan lebih banyak karbohidrat. Proses ini tidak hanya melibatkan penggunaan energi matahari dan karbon dioksida secara efektif dari atmosfer, tetapi juga air dan unsur hara, terutama nitrogen, fosfor, dan kalium dari tanah (Horie *et al.* 2004). Melalui proses penyilangan dan seleksi, arsitektur tanaman dimodifikasi dari varietas lokal, dengan postur tanaman tinggi menjadi varietas unggul dengan anakan lebih banyak, daun tegak, berbatang pendek dan kokoh untuk dapat menahan gabah yang lebih banyak pada malai yang terbentuk, jika lahan diberi pupuk dan air yang cukup. Arsitektur tanaman yang lebih pendek dan kokoh mampu menggunakan eksternal input secara efisien yang berasal dari pupuk kimia dan air irigasi untuk menghasilkan gabah dalam jumlah yang lebih banyak dengan umur tanaman yang lebih pendek (Zaini 2012).

Revolusi hijau yang memperkenalkan varietas unggul berdaya hasil tinggi merupakan faktor utama yang memungkinkan sejumlah negara, termasuk Indonesia, untuk meningkatkan produksi padi dan jagung pada tahun 1970 sampai 1980-an. Dampak positif dari peningkatan produksi adalah menurunnya angka kemiskinan melalui peningkatan pendapatan petani dan tersedianya beras dengan harga yang terjangkau bagi konsumen berpenghasilan rendah, baik di pedesaan maupun perkotaan.

Bagaimanapun, revolusi hijau tidak terlepas dari berbagai kritikan, terutama dari pakar lingkungan, ekonomi maupun sosial. Terjadinya degradasi lingkungan akibat penggunaan pupuk dan pestisida secara berlebihan, perlunya irigasi karena penggunaan air yang lebih banyak, menurunnya biodiversitas akibat hilangnya berbagai varietas lokal, patahnya berbagai ketahanan genetik terhadap hama dan penyakit, teknologi yang hanya dinikmati oleh petani berpendapatan tinggi karena lebih mampu mengadakan input untuk memperoleh hasil tinggi dari varietas unggul baru yang diintroduksi, sampai memperkecil peluang kerja di pedesaan, terutama bagi wanita tani (Kesavan and Swaminathan 2006).

Di sisi lain, produksi padi cenderung melandai sejak dua dasawarsa yang lalu akibat menurunnya laju peningkatan produktivitas. Dalam periode 1993-2013 laju peningkatan produktivitas padi sawah irigasi hanya 33 kg/tahun ($R^2=0,674$) (BPS 2014).

Pemerintah harus memastikan ketersediaan beras pada tingkat harga yang tidak memberatkan konsumen dan sekaligus memberikan keuntungan yang memadai kepada petani (Menko Perekonomian 2011). Situasi ini

hanya mungkin dicapai bila usahatani padi sawah dapat mengoptimalkan setiap penggunaan input. Pupuk merupakan salah satu input utama untuk memproduksi padi.

Pemerintah telah mengurangi subsidi pupuk kimia sejak 1 April 2010, yang menyebabkan harga pupuk meningkat 25-40% di atas harga eceran tertinggi (HET) yang berlaku (Rachman 2011). Pupuk urea dipatok dengan harga Rp1.800/kg, pupuk majemuk NPK Rp2.300/kg, SP-36 Rp2.000/kg, ZA Rp1.400/kg, dan pupuk organik Rp500/kg. Harga itu berlaku sejak 2012. Dengan naiknya harga pupuk di pasaran, petani harus lebih efisien dalam mengelola pemupukan padi sawah.

Pupuk berperan penting dalam peningkatan produktivitas dan produksi tanaman pangan. Walaupun penyaluran pupuk bersubsidi terus meningkat (Tabel 1), tetapi ketersediaannya masih terbatas sehingga sering tidak tersedia pada saat petani membutuhkan.

Subsidi pupuk di negara-negara berkembang cenderung meningkat, dengan pola dan ketentuan yang berbeda. Dibandingkan dengan China dan India, subsidi pupuk di Indonesia terbilang kecil, sekitar Rp 21 triliun pada tahun 2015 atau hanya sekitar 5% dari total subsidi yang dikeluarkan pemerintah. Subsidi paling besar dikeluarkan pemerintah untuk energi (61%) dan listrik (26%). Besaran pupuk bersubsidi diperkirakan akan terus meningkat karena kenaikan harga bahan baku dan depresiasi rupiah yang menyebabkan harga pokok produksi (HPP) pupuk terus meningkat.

Tulisan ini menyajikan suatu pemikiran tentang upaya dan arah revitalisasi sistem pemupukan yang efisien. Tingginya subsidi pupuk yang dialokasikan pemerintah membebani anggaran Kementerian Pertanian. Penggunaan pupuk yang lebih rasional dan spesifik lokasi diharapkan dalam jangka panjang dapat menurunkan jumlah subsidi pupuk tanpa menurunkan produksi padi. Penyuluh dan petani harus memahami bahwa penggunaan pupuk sesuai kebutuhan tanaman tidak hanya meningkatkan efisiensi pemupukan dan penghematan pupuk tetapi juga berpengaruh positif terhadap lingkungan.

Tabel 1. Penyaluran pupuk bersubsidi, 2007-2012 (ton).

Tahun	Urea	SP36	ZA	NPK	Organik
2007	4.300.000	800.000	700.000	700.000	0
2008	4.800.000	814.400	750.350	962.680	345.000
2009	5.500.000	1.000.000	923.000	1.500.000	450.000
2010	4.931.000	850.000	849.749	2.100.000	750.000
2012	5.100.000	1.000.000	1.000.000	2.593.000	835.000
Laju/tahun	2,88%	6,12%	8,89%	36,55%	24,73%

Sumber: Kementerian Pertanian 2012.

DINAMIKA REKOMENDASI TEKNOLOGI PEMUPUKAN

Pada zaman penjajahan Belanda hanya pupuk nitrogen yang dianjurkan, dengan takaran 20-40 kg N/ha. Air irigasi diperkirakan dapat menyediakan unsur hara lainnya, terutama kalium (Giessen 1942, Dijk 1951). Balai Penyelidikan Teknik Pertanian (sekarang Puslitbang Tanaman Pangan) dengan berbagai keterbatasannya, mampu melaksanakan penelitian efektivitas kombinasi pemupukan N, P, dan K pada varietas lokal Bengawan (dilepas tahun 1943) dan Sigadis (dilepas tahun 1953) di Jawa pada tahun 1961-1962 (Nataatmadja *et al.* 1988).

Rekomendasi Pemupukan Bersifat Umum

Pada tahun 1980, Program Intensifikasi Khusus (Insus) menerapkan teknologi Sapta Usahatani sebagai penyempurnaan Panca-Usahatani dengan pilar utama penggunaan varietas unggul berdaya hasil tinggi dan responsif terhadap pemupukan hara N, P, dan K sebagai andalan utama revolusi hijau. Implementasi program Insus yang didukung oleh penyuluhan dan perbaikan infrastruktur pertanian mampu meningkatkan produksi padi secara signifikan dan menghantarkan Indonesia mencapai swasembada beras pada tahun 1984 (Fagi *et al.* 2009).

Rekomendasi pemupukan padi sawah yang berlaku saat itu masih bersifat umum untuk semua wilayah Indonesia tanpa mempertimbangkan status hara tanah dan kemampuan tanaman menyerap hara (Sofyan *et al.* 2004). Sementara diketahui bahwa status hara P dan K lahan sawah bervariasi dari rendah sampai tinggi (Adiningsih *et al.* 1989).

Pemupukan P dan K secara terus-menerus sejak dikembangkan program Insus dan Supra Insus dengan 10 jurus paket D menyebabkan sebagian besar lahan sawah di Jawa, Sumatera, Sulawesi, Lombok, dan Bali berstatus hara P dan K relatif tinggi (Sofyan *et al.* 2004). Selain itu penggunaan pupuk P dan K secara terus-menerus menyebabkan ketidakseimbangan hara di tanah. Ketidak seimbangan hara diduga sebagai penyebab terjadinya pelandaian produktivitas (*leveling off*) padi sawah. Kadar hara P dan K yang tinggi menyebabkan ketersediaan hara mikro seperti Zn dan Cu tertekan (Dobermann and Fairhurst 2000).

Rekomendasi Pemupukan Spesifik Lokasi

Konsep Pengelolaan Hara Spesifik Lokasi (PHSL) telah dikembangkan sejak pertengahan tahun 1990-an, yang kemudian diteliti pada sekitar 200 lokasi lahan sawah irigasi di enam negara Asia Tenggara, termasuk Indonesia

pada tahun 1997-2000 (Dobermann *et al.* 2002, Buresh *et al.* 2010).

Penelitian manajemen pemupukan nitrogen (N) telah berubah: (1) dari pendekatan menekan kehilangan hara menjadi pemberian pupuk sesuai kebutuhan tanaman; (2) dari indikator utama *recovery efficiency* menjadi *agronomic efficiency*, yaitu setiap kg kenaikan hasil gabah per kg pupuk yang diberikan, dan *partial factor productivity* yaitu jumlah gabah yang dihasilkan untuk setiap kg pemberian pupuk; (3) dari rekomendasi yang bersifat umum menjadi rekomendasi berdasarkan respon tanaman dan efisiensi agronomi; dan (4) dari pemberian N yang berlebihan pada tahap awal pertanaman menjadi pemberian N sesuai stadia dan kebutuhan tanaman (Buresh 2007).

Perubahan ini mengharuskan pemberian pupuk berbeda dosis antar lokasi, musim tanam, dan varietas yang digunakan. Pemupukan spesifik lokasi memberi peluang untuk meningkatkan hasil per unit pemberian pupuk, mengurangi kehilangan pupuk, dan meningkatkan efisiensi agronomi pupuk (Zaini 2012).

Teknologi Pemetaan Status Hara P dan K Tanah

Peta status hara menggambarkan dan memberikan informasi tentang sebaran dan luasan status hara dalam suatu wilayah. Dari peta tersebut dapat diketahui berapa luas tanah yang mempunyai status hara rendah, sedang, tinggi, dan lokasinya. Peta status hara tanah skala 1:250.000 dapat digunakan sebagai dasar alokasi pupuk di tingkat provinsi, sedangkan peta status hara tanah skala 1:50.000 dapat digunakan sebagai dasar penyusunan rekomendasi pemupukan tingkat kecamatan (Sofyan *et al.* 2004). Sebagian besar lahan sawah di Indonesia berstatus P sedang dan tinggi, sedangkan yang berstatus P rendah hanya 17% (Tabel 2).

Tabel 2. Status hara P tanah sawah skala 1:250.000 di beberapa pulau di Indonesia.

Pulau	Status hara P ('000 ha)			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Jawa	543	1.658	1.452	3.653
Sumatera	428	1.081	771	2.280
Kalimantan Selatan	146	164	155	465
Bali	2	16	74	92
Lombok	0	12	111	123
Sulawesi	152	312	433	897
Total	1.271	3.243	3.996	7.510

Sumber: Sofyan *et al.* 2004

Kalium merupakan hara mikro ketiga yang dapat menjadi kendala bila hasil panen diangkut terus-menerus dan jerami tidak dikembalikan ke tanah. Pada lahan sawah yang digenangi selama pertumbuhan tanaman, ketersediaan K relatif tinggi karena perubahan dan pergerakan K terjadi secara cepat. Air irigasi yang mengandung K dan pengembalian jerami yang mengandung K cukup tinggi dapat memperkecil kemungkinan lahan sawah kahat K. Luas lahan sawah yang berstatus K rendah hanya 12% (Tabel 3).

Teknologi Petak Omisi

Petak Omisi atau minus satu unsur hara terdiri atas empat petak yaitu: (1) petak 0 N, yaitu petakan yang diberi pupuk

P dan K tanpa N, (2) petak 0 P, yaitu petakan yang diberi pupuk N dan K tanpa P, (3) petak 0 K, yaitu petakan yang diberi pupuk N dan P tanpa K, dan (4) petak NPK yaitu petakan yang diberi pupuk NPK (Abdulrachman *et al.* 2003).

Pasokan hara asli tanah adalah jumlah hara tertentu yang tersedia dalam tanah yang berasal dari segala sumber (misalnya tanah, sisa tanaman, air irigasi), kecuali pupuk anorganik yang diberikan ke tanah, yang tersedia bagi tanaman selama musim tanam (Dobermann and Fairhurst 2000). Indikator pasokan hara dalam tanah yang praktis adalah hasil tanaman pada kondisi hara terbatas, yang dapat diukur dari hasil gabah pada petak omisi (misalnya hasil dengan keterbatasan N pada petak omisi yang dipupuk P dan K, tetapi tidak dipupuk N) (Abdulrachman *et al.* 2003).

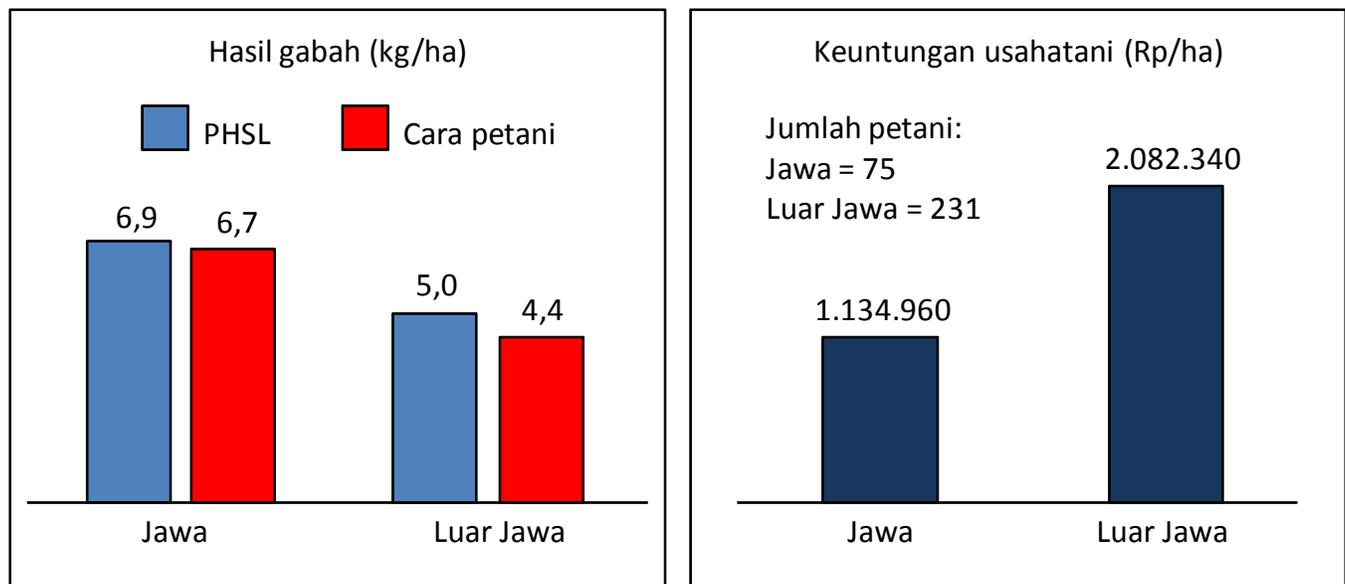
Tabel 3. Status hara K tanah sawah skala 1:250.000 di beberapa pulau di Indonesia.

Pulau	Status hara K ('000 ha)			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Jawa	473	1.172	2.008	3.653
Sumatera	246	1.181	858	2.280
Kalimantan Selatan	66	261	138	465
Bali	-	-	92	92
Lombok	-	-	123	123
Sulawesi	90	197	609	897
Total	875	2.806	3.829	7.510

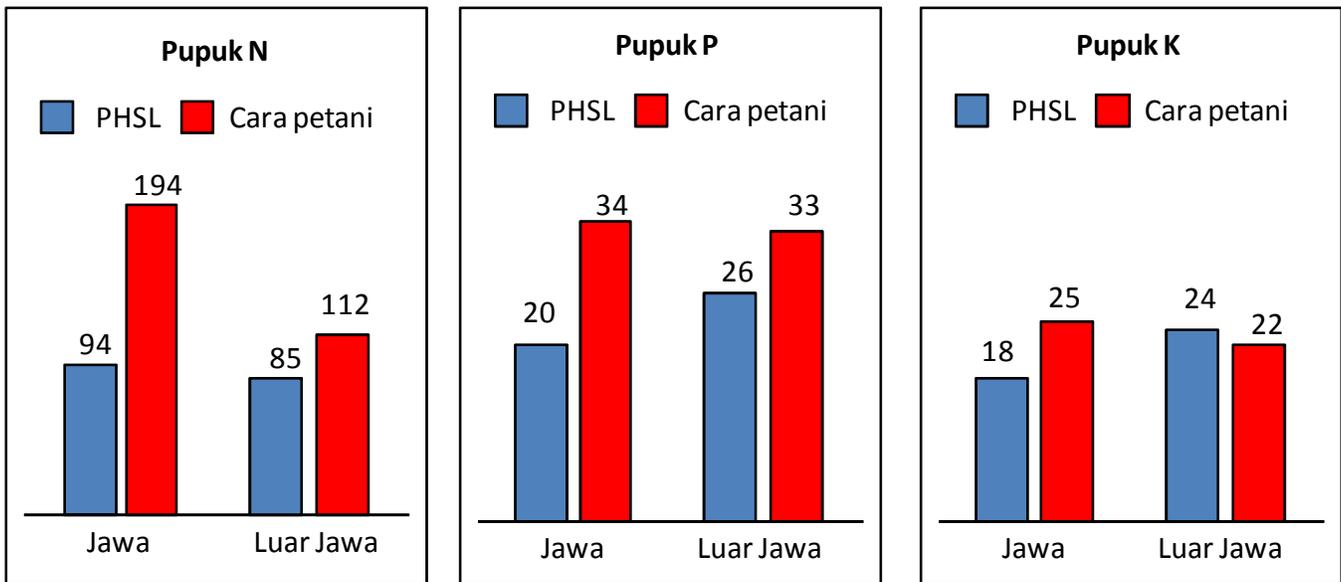
Sumber: Sofyan *et al.* 2005

Teknologi PHSL

Hasil penelitian PHSL telah dipublikasikan oleh Buresh *et al.* (2006) dan Buresh *et al.* (2012) yang mengemukakan bahwa penggunaan teknologi pemupukan hara spesifik lokasi berpotensi meningkatkan hasil gabah sekitar 400 kg/ha/musim tanam. Hasil uji lapangan di delapan provinsi menunjukkan, dibandingkan pemupukan cara petani (FFP), penggunaan rekomendasi PHSL meningkatkan hasil gabah dari 200 kg/ha di Jawa sampai 600 kg/ha di luar Jawa serta meningkatkan pendapatan petani sebesar Rp 1,1 juta di Jawa sampai Rp 2 juta di luar Jawa (Gambar 1).



Gambar 1. Rata-rata hasil gabah dan keuntungan usahatani padi dari penggunaan teknologi PHSL dibandingkan pemupukan cara petani (75 petani di Jawa dan 231 petani di luar Jawa), 2011 (Buresh *et al.* 2012).



Gambar 2. Penghematan penggunaan pupuk N, P_2O_5 , dan K_2O dengan teknologi PHSL dibandingkan pemupukan cara petani (75 petani di Jawa dan 231 petani di luar Jawa), 2011 (Buresh *et al.* 2012).

Peningkatan hasil gabah diperoleh dengan penggunaan takaran pupuk yang lebih rendah. Dengan penggunaan PHSL rata-rata penggunaan pupuk N menurun dari 194 menjadi 94 kg/ha di Jawa dan dari 112 menjadi 85 kg/ha di luar Jawa. Penggunaan pupuk P menurun dari 34 menjadi 20 kg/ha di Jawa dan dari 33 menjadi 26 kg/ha di luar Jawa. Penggunaan pupuk K menurun dari 25 menjadi 18 kg/ha di Jawa tetapi tidak menurun di luar Jawa (Gambar 2).

Temuan ini menunjukkan peningkatan produktivitas padi sawah dapat dicapai dengan pemberian pupuk yang lebih rendah yang mengindikasikan dengan teknologi PHSL mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dimana kenaikan hasil gabah per satuan pupuk makin meningkat.

PENGARUH PHSL TERHADAP LINGKUNGAN

Pemakaian pupuk urea di tingkat petani seringkali melebihi dosis anjuran. Dalam perhitungan subsidi pupuk, dosis pemupukan urea yang dianjurkan pemerintah 200-250 kg/ha, tetapi dalam prakteknya banyak petani menggunakan pupuk urea 350-500 kg/ha (Buresh *et al.* 2012).

Penggunaan pupuk secara berlebihan karena petani masih beranggapan bahwa pupuk urea sebagai sumber hara N mutlak diperlukan, sementara sumber hara lainnya seperti P dan K merupakan pupuk pelengkap.

Dari total pupuk urea yang diberikan hanya 50% yang dapat diserap oleh tanaman, sedangkan sisanya hilang

karena tercuci maupun menguap ke udara. Emisi gas N_2O di lahan sawah meningkat nyata dengan semakin tingginya takaran pupuk N (Engel *et al.* 2010; Weller *et al.* 2015). Terbentuknya N_2O dipicu oleh kondisi hara N yang berlebihan di tanah pada kondisi tidak jenuh air (Sander *et al.* 2014). Keuntungan penerapan PHSL di antaranya menekan secara langsung emisi gas N_2O karena pemberian pupuk N sesuai waktu dan jumlahnya. Pemberian N yang sesuai dengan kebutuhan tanaman akan mengurangi kelebihan sisa N dalam tanah (Gaihre *et al.* 2014).

DISEMINASI REKOMENDASI PEMUPUKAN SPESIFIK LOKASI

Untuk mengangkat kesejahteraan masyarakat desa, skala usaha petani yang tidak memadai menjadi faktor pembatas. Pendataan usahatani oleh Badan Pusat Statistik (BPS 2010) pada tahun 2009 menunjukkan kondisi pemupukan padi saat ini, di mana 53,6% kepemilikan lahan sawah tergolong kecil dari 0,5 ha dan 8,2% dari 15 juta rumah tangga petani tidak menggunakan pupuk. Kondisi kepemilikan lahan sawah yang kecil, menyebabkan manajemen pengelolaan lahan beragam antarpetani maupun antarhamparan sawah. Kondisi ini memerlukan teknologi yang tepat guna dan spesifik lokasi untuk usahatani lahan sawah.

Faktor kunci dalam peningkatan produksi padi nasional adalah air irigasi, varietas unggul, dan pupuk. Tidak seperti penyebaran varietas unggul baru, adopsi

teknologi pemupukan spesifik lokasi berjalan sangat lambat (Erythrina dan Zaini 2013, Erythrina *et al.* 2013). Di lain pihak, pupuk merupakan biaya produksi kedua terbesar dalam usahatani padi. Bila pupuk diberikan terlalu sedikit, terlalu banyak, atau pada waktu yang tidak tepat, maka tanaman tidak memberikan hasil yang tinggi sehingga tidak meningkatkan pendapatan petani.

Badan Litbang Pertanian telah mengembangkan beberapa alat atau piranti untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk pada padi sawah. Pemupukan P dan K berdasar hasil Perangkat Uji Tanah Sawah (*soil test kit*) (Setyorini dan Abdulrachman 2008) atau Petak Omisi (Abdulrachman *et al.* 2003), peta status hara P dan K (Sofyan *et al.* 2004) dan Kalender Tanam (Badan Litbang Pertanian 2014).

Rekomendasi pemupukan PHSL padi sawah yang dapat diakses melalui situs web <http://webapps.irri.org/nm/id> diresmikan penggunaannya oleh Menteri Pertanian pada Januari 2011 di Jakarta. Teknologi PHSL dapat didiseminasikan melalui dua cara yaitu:

- (1) **Berbasis Web.** Teknologi ini ditujukan untuk teknisi BPTP dan para penyuluh pertanian yang kantor BPPnya dilengkapi dengan fasilitas komputer dan internet. Dalam hal ini, penyuluh dapat mengakses <http://webapps.irri.org/nm/id> untuk menginput data dan outputnya adalah rekomendasi pupuk dalam bentuk tercetak, dapat diberikan kembali ke masing-masing petani.
- (2) **Berbasis Android.** Teknologi ini juga ditujukan untuk penyuluh pertanian maupun petani yang mempunyai telepon pintar (*smart phone*) dengan fitur Android. Menggunakan telepon pintar, penyuluh pertanian mendatangi dan mewawancarai para petani secara *offline*. Setelah semua pertanyaan terjawab, informasinya dapat disimpan dalam telepon pintar tersebut. Bila telah terdapat signal ke internet, rekomendasi pemupukan dapat dikirimkan ke masing-masing telepon seluler petani melalui pesan sms.

PHSL SEBAGAI BAHAN PENYUSUNAN RDKK

Menurut Peraturan Menteri Perdagangan RI, No. 15/M-DAG/PER/4/ 2013, Rencana Definitif Kebutuhan Kelompok tani (RDKK) adalah perhitungan rencana kebutuhan pupuk bersubsidi yang disusun kelompok tani berdasarkan luasan area yang diusahakan petani anggota kelompok tani dengan rekomendasi pemupukan berimbang spesifik lokasi, sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan oleh Menteri Pertanian untuk penyelenggaraan pertanian. RDKK disusun oleh PPL, kemudian digabung

pada tingkat kecamatan oleh GAPOKTAN. Dokumen RDKK digunakan sebagai penyusun kebutuhan pupuk bersubsidi mulai dari kecamatan, kabupaten, dan provinsi kemudian diteruskan ke Kementerian Pertanian.

Penelitian lapangan menunjukkan RDKK tidak disusun oleh PPL sesuai luas lahan dan kebutuhan pupuk (Zaini 2012). Penyusunan RDKK yang tidak akurat menjadi permasalahan dalam penyaluran pupuk bersubsidi karena sering tidak sesuai kebutuhan dengan ketersediaan pupuk yang meliputi tepat jenis, jumlah, harga, tempat, waktu, dan mutu.

Teknologi pemupukan spesifik lokasi, baik yang menggunakan peralatan seperti Perangkat Uji Tanah Sawah atau Peta status hara P dan K maupun piranti lunak seperti Kalender Tanam dan PHSL, dapat digunakan sebagai alat bantu penyusunan RDKK. Dengan cara ini dapat diperhitungkan kebutuhan pupuk, baik berdasarkan individu petani maupun kelompok tani. Dana yang dialokasikan untuk penyusunan RDKK dapat dialihkan untuk pengadaan perangkat keras seperti komputer, printer, dan modem serta melatih para penyuluh pertanian di setiap Balai Penyuluhan Pertanian untuk bisa mengakses situs web pemupukan hara spesifik lokasi melalui internet. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian yang terdapat di setiap provinsi dapat mempercepat proses alih teknologi ini.

KESIMPULAN

1. Dengan teknologi pemupukan hara spesifik lokasi, penggunaan pupuk oleh petani dapat lebih rasional sesuai kebutuhan tanaman sekaligus meningkatkan produksi dan pendapatan petani.
2. Teknologi pemupukan spesifik lokasi, baik berupa peralatan maupun piranti lunak, dapat digunakan sebagai alat bantu penyusunan RDKK.
3. Penggunaan pupuk yang lebih rasional dan spesifik lokasi dalam jangka panjang diharapkan dapat menurunkan subsidi pupuk tanpa menurunkan produksi padi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrachman, S., C. Witt, dan T. Fairhurst. 2003. Petunjuk teknis pemupukan spesifik: implementasi petak omisi. Kerjasama IRRI, Balai Penelitian Tanaman Padi dan PPI/PPIC. Singapore. 33 hlm.
- Adiningsih, J.S., S. Moersidi, M. Sudjadi, dan A.M. Fagi. 1989. Evaluasi keperluan fosfat pada lahan sawah intensifikasi di Jawa. Hlm. 63-89 Prosiding Lokakarya

- Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk. Cipayung, 25 November 1988.
- Badan Litbang Pertanian. 2014. Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. 18 hal.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2014. Produktivitas padi 1993-2013. http://www.bps.go.id/tnmn_pgn.php?kat=3&id_subyek=53¬ab=0. 09 Oktober 2014.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2010. Pendataan usaha tani padi, jagung, dan kedelai, 2009. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Buresh, R. J. 2007. Fertile progress. Rice today. July-Sept. 2007. p 32-33.
- Buresh R.J, D. Setyorini, S. Abdurachman, F. Agus, C. Witt, I. Las, S. Hardjosuwirjo. 2006. Improving nutrient management for irrigated rice with particular consideration to Indonesia. pp 165-178. In Sumarno, Suparyono, Fagi AM, Adnyana MO (eds.) Rice Industry, Culture and Environment: Book 1. Proceedings of the International Rice Conference, 12-14 September 2005, Bali.
- Buresh R.J., M.F. Pampolino, and C. Witt. 2010. Field-specific potassium and phosphorus balances and fertilizer requirements for irrigated rice-based cropping systems. *Plant Soil*. 335:35-64.
- Buresh, R.J., Z. Zaini, M. Syam, S. Kartaatmadja, Suyamto, R. Castillo, J. dela Torre, P.J. Sinohin, S. S. Girsang, A. Thalib, Z. Abidin, B. Susanto, M. Hatta, D. Haskarini, R. Budiono, Nurhayati, M. Zairin, D. W. Soegondo, M. van den Berg, H. Sembiring, M. J. Mejaya, and V. B. Tolentino. 2012. Nutrient manager for rice: a mobile phone and internet application increases rice yield and profit in rice farming. Paper presented at International Rice Seminar, ICRR, Sukamandi.
- Dijk, J.W. van. 1951. Plant, bodem en bemesting. J. B. Wolters, Groningen, the Netherlands.
- Dobermann, A., and T. Fairhurst. 2000. Rice. Nutrient disorders & nutrient management. International Rice Research Institute and Potash & Phosphate Institute/Potash & Phosphate Institute of Canada.
- Dobermann, A., C. Witt, S. Abdurachman, H.C. Gines, R. Nagarajan, T.T. Son, P.S. Tan, G.H. Wang, N.V. Chien, V.T.K. Thoa, C.V. Phung, P. Stalin, P. Muthukrishnan, V. Ravi, M. Babu, S. Chatuporn, M. Kongchum, Q. Sun, R. Fu, G.C. Simbahan, and M.A.A. Adviento. 2002. Site-specific nutrient management for intensive rice cropping systems in Asia. *Field Crops Res*. 74:37-66.
- Engel, R.D.C. Liang, and R. Wallander. 2010. Influence of urea fertilizer placement on nitrous oxide production from a silt loam soil. *J. Environment Qual* 39:115-125.
- Erythrina dan Z. Zaini. 2013. Indonesia Ricecheck procedure: An approach for accelerating the adoption of ICM. *Palawija* 30(1):6-8.
- Erythrina, A R. Indrasti, dan A. Muharam. 2013. Kajian sifat inovasi komponen teknologi untuk menentukan pola diseminasi pengelolaan tanaman terpadu padi sawah. *JPPTP*. 17(1):45-55.
- Fagi, A.M., C.P. Mamaril, dan M. Syam. 2009. Revolusi hijau. Peran dan Dinamika Lembaga Riset. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. International Rice Research Institute. 34 hlm.
- Gaihre, Y.K., R. Wassmann, A. Tirol-Padre, G. Villegas-Pangga, E. Aquino, and B.A. Kimball. 2014. Seasonal assessment of greenhouse gas emissions from irrigated lowland rice fields under infrared warming. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 184: 88-100.
- Giessen, C. van der. 1942. Rice culture in Java and Madura. Central Research Institute for Agriculture, Bogor. Contribution No. 11.
- Horie, T., T. Shiraiwa, K. Homma, K. Katsura, Y. Maeda, and H. Yoshida. 2004. Can yields of lowland rice resumes the increases that showed in the 1980s?. Paper on International Crop Science Congress. p. 1-24.
- Kementerian Pertanian. 2012. Penyaluran pupuk bersubsidi, 2007-2012. Direktorat Jenderal Sarana dan Prasarana, Kementerian Pertanian.
- Kesavan, P.C. and M.S. Swaminathan. 2006. From green revolution to evergreen revolution: pathways and terminologies. *Current Sci*. 91(2): 145-146.
- Menko Perekonomian. 2011. Road map peningkatan produksi beras nasional (P2BN) menuju surplus beras 10 juta ton pada tahun 2014. Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian.
- Nataatmadja, H., D. Kertosastro, dan A. Suryana. 1988. Perkembangan produksi dan kebijaksanaan pemerintah dalam produksi beras. Dalam Padi, Buku 1 (Ismunadji *et al.* eds). Puslitbang Tanaman Pangan, hlm. 37-53.
- Rachman, B. 2011. Kajian harga pupuk di lima provinsi sentra padi. Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Bogor.
- Sander, B.O., M. Samson, and R.J. Buresh. 2014. Methane and nitrous oxide emissions from flooded rice fields as affected by water and straw management between rice crops *Geoderma* 235: 355-36.

- Setyorini, D. dan S. Abdulrachman. 2008. Pengelolaan hara mineral teknologi tanaman padi. Padi: inovasi teknologi dan ketahanan pangan. Buku 1, hlm. 110-150.
- Sofyan, A., Nurjaya, dan A. Kasno. 2004. Status hara tanah sawah untuk rekomendasi pemupukan. *Dalam: Tanah sawah dan teknologi pengelolaannya.* Hlm. 83-114. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Weller, S., D. Kraus, K.R.P. Ayag, R. Wassmann, M.C.R. Alberto, K. Butterbach-Bhal and R. Kiese. 2015. Methane and nitrous oxide emissions from rice and maize production in diversified rice cropping systems. *Nutr. Cycl. Agroecosyst* 101:37-53.
- Zaini, Z. 2012. Pupuk majemuk dan pemupukan hara spesifik lokasi pada padi sawah. *Iptek Tanaman Pangan* 7(1):1-7.