

Pengelolaan Tanaman Terpadu pada Padi Sawah yang Ramah Lingkungan

Integrated Crop Management in Rice Environmentally Friendly

A. Wihardjaka dan D. Nursyamsi

Balai Penelitian Lingkungan Pertanian
 Jl. Raya Jakenan-Jaken Km 05, PO Box 05,
 Jakenan, Pati 59182, Jawa Tengah
 Email : awihardjaka@yahoo.co.id

Naskah diterima : 02 Januari 2012

Revisi Pertama : 20 Januari 2012

Revisi Terakhir : 20 Februari 2012

ABSTRAK

Sistem usahatani ramah lingkungan diartikan sebagai usahatani untuk memperoleh produksi optimal tanpa merusak lingkungan baik secara fisik, biologis dan ekologis. Selain itu sistem ini juga harus menjamin keberlanjutan sistem produksi. Pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) pada padi sawah yang bersifat ramah lingkungan diyakini dapat mengakomodasi teknologi untuk peningkatan produksi padi, sekaligus memelihara kelestarian lingkungan biofisik, serta menjaga keberlanjutan sistem produksi padi sawah. Penerapan teknologi mitigasi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di lahan sawah selain dapat mempertahankan dan meningkatkan produksi padi, juga dapat mereduksi emisi GRK secara signifikan. Dengan demikian maka untuk menjamin peningkatan produksi padi, sekaligus memelihara kelestarian lingkungan lahan sawah serta menjaga keberlanjutan sistem produksi padi, maka teknologi mitigasi emisi GRK di lahan sawah perlu ditambahkan dalam paket PTT.

kata kunci: pengelolaan tanaman terpadu, padi sawah, ramah lingkungan

ABSTRACT

Environmentally friendly farming system is defined as a farm to obtain an optimal production without physically, biologically and ecologically damaging the environment. In addition this system should also ensure the sustain ability of production systems. Integrated crop management (ICM) approach in paddy ricefield is believed to be able to accommodate environmentally friendly technologies which increase rice production, maintain sustainability of biophysical environment, as well as maintain sustainability of rice production systems. Application of Glass Home Gas (GHG) emissions mitigation technologies in paddy rice field do not only maintain and increase rice production, but also reduce GHG emissions significantly. Thus, to guarantee an increase in rice production, sustainability of bio physical environment, and sustainability of rice production systems, the GHG emission mitigation technology in paddy rice fields should be added in the ICM package.

keywords: integrated crop management, paddy rice field, environmentally friendly

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan Indonesia akan pangan tiap tahun terus meningkat sejalan dengan kenaikan populasi penduduk dan pendapatannya. Pencapaian produksi tanaman pangan tersebut terutama padi tidak terlepas dari dukungan program intensifikasi dan ekstensifikasi pertanian. Sejak digulirkan revolusi hijau awal tahun 1970-an, produksi padi nyata mengalami peningkatan, bahkan hingga tiga kali lipat. Dengan intensifikasi pertanian, produksi tanaman pangan dipacu dengan penggunaan masukan bahan agrokimia (pupuk dan pestisida) secara intensif dan ditopang oleh pengembangan irigasi. Keberhasilan revolusi hijau pada padi dituduh sebagai penyebab stagnasi produksi padi karena program intensifikasi produksi padi ditengarai telah mengakibatkan deteorisasi kesuburan tanah (*soil sickness*) dan pencemaran lingkungan.

Isu lingkungan global pada abad 21 antara lain adalah keamanan pangan, produk pertanian bebas kontaminan, dan fenomena pemanasan bumi. Sektor pertanian hingga kini masih dianggap sebagai penyumbang emisi (*emitor*) Gas Rumah Kaca (GRK) ke atmosfer, padahal sesungguhnya sektor pertanian merupakan *mitigator* GRK yang utama di muka bumi ini karena tanaman hijau mampu menyerap CO₂ melalui proses fotosintesis. Sektor pertanian memberikan kontribusi emisi GRK sekitar 13,6 persen dari emisi nasional (tanpa memperhitungkan perubahan *landuse* dan *forestry*) atau sekitar 6 Persen (dengan memperhitungkan perubahan *landuse* dan *forestry*). Selanjutnya padi sawah memberikan kontribusi sekitar 70,0 persen, peternakan 26,2 persen, pengelolaan pupuk kandang 3,0 persen, dan pembakaran limbah pertanian 0,1 persen emisi GRK terhadap sektor pertanian. Dengan demikian, lahan sawah dianggap sebagai salah satu sumber emisi GRK terutama gas metana dan dinitrogen oksida, sehingga anggapan tersebut dapat mengurangi manfaat lahan sawah sebagai penyedia bahan pangan utama sebagian besar penduduk Indonesia.

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian melalui salah satu UPT-nya, yaitu Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balingtan)

secara giat melakukan penelitian, yaitu mengidentifikasi lahan pertanian yang tercemar, misalnya oleh residu pestisida, logam berat, dan bahan pencemar lainnya serta mengevaluasi berbagai teknologi remediasi lahan pertanian yang tercemar tersebut. Selain itu Balingtan juga mempunyai tugas untuk menginventarisasi emisi GRK di lahan pertanian dan mencari teknologi untuk memitigasi emisi GRK tersebut.

II. PERTANIAN RAMAH LINGKUNGAN

Kita sering mendengar istilah seperti pertanian ramah lingkungan dan pertanian selaras dengan alam dalam mewujudkan pertanian sehat yang pada prinsipnya sama, yaitu suatu sistem budidaya pertanian sehat dengan masukan rendah yang akan menjamin keberlanjutan usaha pertanian. Sistem pertanian ini bukan merupakan sistem usaha tani tradisional yang stagnan tanpa masukan/input dari luar, melainkan dengan menggunakan input luar secara arif berdasarkan pada produktivitas tinggi jangka panjang dengan pertimbangan sosio-ekonomi, budaya dan pemeliharaan sumber daya alam serta lingkungan secara lestari. Pemeliharaan lingkungan berarti bebas dari berbagai bahan pencemar dan tidak menghasilkan GRK dalam jumlah yang signifikan.

Salah satu kunci terciptanya pertanian sehat adalah tersedianya tanah yang sehat, sehingga akan menghasilkan pangan yang sehat yang pada gilirannya akan menghasilkan manusia yang sehat pula. Sementara tanah yang sehat adalah tanah subur yang produktif, yaitu yang mampu menyangga bagi pertumbuhan tanaman dan bebas dari berbagai pencemar atau kontaminan. Keberadaan bahan organik penting untuk penyediaan hara dan mempertahankan struktur tanah.

Sistem usaha tani ramah lingkungan diartikan sebagai usaha tani untuk memperoleh produksi optimal tanpa merusak lingkungan baik secara fisik, biologis dan ekologis. Implikasi sistem usaha tani ramah lingkungan adalah sebagai sistem usaha tani yang sehat, aman, dan berkelanjutan (Soemarno, 2000). Paradigma usaha tani ramah lingkungan meliputi : (i) keragaman hayati dan keseimbangan ekologis biota terjaga ; (ii) kualitas fisik, kimia, organik sumberdaya alam terpelihara;

(iii) lingkungan pertanian terhindar dari cemaran residu kimia, limbah organik/anorganik yang berasal dari dalam atau luar usahatani, produktivitas lahan secara alami tetap tinggi dengan masukan sarana produksi yang tidak meningkat; (iv) patogen penyakit dan hama tidak terakumulasi secara endemik; dan (v) produk pertanian aman sebagai bahan pangan bermutu tinggi.

Untuk mencapai sistem usahatani ramah lingkungan perlu dikembangkan teknologi-teknologi yang memiliki ciri-ciri: (1) sesuai dengan kondisi lingkungan, sehingga tidak eksploitatif, destruktif dan polutif, (2) tercapai optimalisasi produksi dengan mempertimbangkan daya dukung lahan dan keseimbangan ekosistem, dan (3) sistem produksi memperhatikan kriteria kelestarian lingkungan dan keberlanjutan sistem produksi. Memasuki abad ini teknologi ramah lingkungan sudah menjadi keharusan secara global.

Upaya-upaya strategis dalam menciptakan pertanian sehat ramah lingkungan dapat dilakukan antara lain melalui: (i) penggunaan pupuk anorganik yang harus bersifat suplementatif dengan efisiensi tinggi dan takaran sesuai kebutuhan untuk mencapai target hasil optimal; (ii) penerapan pengendalian hama terpadu, dan penggunaan pestisida harus bersifat selektif dan aman terhadap lingkungan dengan mempertimbangkan keseimbangan ekologis; (iii) penerapan pengelolaan tanaman terpadu; (iv) penerapan sistem usahatani bersih dan sehat; (v) peningkatan kemampuan lahan memelihara kesuburan fisik-kimiawi-hayati secara alamiah; dan (vi) pemanfaatan teknologi asli pedesaan (*indigenous knowledge*) yang terbukti efektif seperti pestisida nabati.

III. PENGELOLAAN TANAMAN TERPADU

Salah satu upaya penyediaan teknologi pertanian ramah lingkungan yang mendukung keberlanjutan sistem produksi telah digalakkan sejak tahun 1980-an melalui teknologi usaha tani konservasi, pemanfaatan pupuk organik, penggunaan varietas unggul tahan hama-penyakit, Pengendalian Hama Terpadu (PHT), dan

pengelolaan tanaman terpadu (*integrated crop management*).

Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) merupakan suatu upaya meningkatkan hasil tanaman dan efisiensi masukan produksi dengan memperhatikan penggunaan sumberdaya alam secara bijak dan ramah lingkungan. Sistem PTT tersebut telah banyak diterapkan untuk padi sawah beririgasi dan padi sawah tadah hujan, dan di beberapa lokasi lahan pasang surut mulai diperkenalkan. Sistem PTT merupakan sistem pendekatan yang mengintegrasikan komponen-komponen teknologi yang bersifat partisipatif, dinamis, spesifik lokasi, keterpaduan, dan sinergis antar komponen untuk memperoleh produktivitas tanaman yang optimal (Badan Litbang Pertanian, 2007).

Beberapa prinsip penerapan PTT adalah (i) PTT bukan merupakan teknologi ataupun paket teknologi, tetapi merupakan suatu pendekatan agar sumberdaya tanaman, tanah, air dapat dikelola sebaik-baiknya; (ii) PTT memanfaatkan teknologi pertanian yang sudah dikembangkan dan diterapkan dengan memperhatikan sinergistik antar teknologi; (iii) PTT memperhatikan kesesuaian teknologi dengan lingkungan fisik maupun sosial-ekonomi petani; dan (iv) PTT Bersifat partisipatif dimana petani turut aktif menguji dan memilih teknologi yang sesuai dengan kondisi setempat (Badan Litbang Pertanian, 2007).

Peningkatan hasil padi yang diperoleh dengan penerapan PTT berbeda menurut tingkat dan skala luasan usaha. Pada tingkat penelitian dan demonstrasi dengan luasan terbatas (1 - 2,5 ha), hasil padi meningkat rata-rata 37 persen, sedangkan pada luasan 1 - 5 ha di tingkat pengkajian dapat diperoleh peningkatan hasil 27 persen. Di tingkat implementasi dengan luasan 50 - 100 ha, hasil padi meningkat 16 persen (Badan Litbang Pertanian, 2007).

Berbagai teknologi budidaya tanaman pangan yang telah dihasilkan selama 30 tahun terakhir mendukung pelaksanaan program intensifikasi, ekstensifikasi, diversifikasi dan rehabilitasi pada berbagai agroekosistem maupun sub-agroekosistem. Seiring dengan maraknya isu

lingkungan akhir-akhir ini, beberapa teknologi yang dihasilkan telah dievaluasi dengan mempertimbangkan aspek lingkungan dan diintegrasikan menggunakan pendekatan pengelolaan tanaman terpadu.

Alternatif komponen teknologi yang dapat diintroduksi dalam pengembangan model PTT terdiri atas : (i) Varietas unggul baru yang sesuai dengan karakteristik lahan, lingkungan dan keinginan petani setempat ; (ii) Penggunaan benih bermutu (kemurnian dan daya kecambah tinggi) ; (iii) Bibit muda (< 21 HSS) ; (iv) Jumlah bibit 1 - 3 batang per lubang dan sistem tanam tegel atau jajar legowo 2 :1 atau 4 :1 ; (v) Pemupukan N berdasarkan bagan warna daun (BWD) ; (vi) Pemupukan P dan K berdasarkan status hara tanah dengan Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS) ; (vii) Bahan organik (kompos jerami atau pupuk kandang 5 t/ha) ; (viii) Pengairan berselang (*intermittent irrigation*) ; dan (ix) Pengendalian hama dan penyakit secara terpadu (PHT)

3.1. Varietas Unggul

Varietas padi merupakan teknologi yang paling mudah diadopsi petani karena teknologi ini murah dan praktis penggunaannya. Varietas-varietas padi yang paling luas ditanam petani di beberapa propinsi adalah IR64, Ciherang, Ciliwung, Way Apoburu, Widas, Tukad Balian, Membramo, Cisadane, IR66, Cisokan, Cirata, dan IR36. Beberapa varietas padi unggul tersebut mempunyai potensi mengemisi gas metana relatif rendah, antara lain : IR64, Ciherang, Way Apoburu, Tukad Balian, Widas (Wihardjaka, dkk., 1999b ; Suharsih, dkk., 2002). Antar varietas padi mengemisi gas metana (CH_4) beragam tergantung pada keragaman kondisi air, perbedaan sifat fisiologi dan morfologi, dan karakteristik tanah sawah. Varietas IR64 relatif mengemisi gas metana lebih rendah dibandingkan dengan varietas lainnya yang umum digunakan petani. Setyanto dan Abubakar (2006) melaporkan varietas Cisadane mengemisi gas metana lebih tinggi dibandingkan dengan varietas IR64, Mamberamo, dan Way Apoburu. Kemampuan varietas mengemisi gas CH_4 bergantung pada rongga aerenkhima, jumlah anakan, biomassa padi, pola perakaran, dan aktivitas metabolisme (Neue dan Roger, 1993).

3.2. Benih Bermutu

Penggunaan benih bersertifikat dan benih dengan vigor tinggi sangat disarankan, karena (i) benih bermutu akan menghasilkan bibit yang sehat dengan akar yang banyak; (ii) benih yang baik akan menghasilkan perkecambahan dan pertumbuhan yang seragam; (iii) saat tanam pindah, bibit dari benih yang baik dapat tumbuh lebih cepat dan tegar; dan (iv) benih yang baik akan memperoleh hasil yang tinggi. Untuk memilih benih yang baik dilakukan dengan merendam benih ke dalam larutan 20 g ZA/liter air atau larutan 20 g garam/liter air. Benih yang mengambang atau terapung dibuang.

3.3. Bibit Muda

Bibit muda akan menghasilkan anakan lebih tinggi dibandingkan bibit yang lebih tua. Pada daerah endemis keong mas dianjurkan menggunakan umur bibit lebih tua. Penggunaan bibit dianjurkan yang berumur < 21 HSS.

3.4. Sistem Tanam

Jumlah bibit yang ditanam sebaiknya lebih sedikit yaitu tidak lebih dari 3 bibit per lubang dengan jarak tanam beraturan seperti model tegel yang lazim digunakan seperti 20 cm x 20 cm (25 rumpun/ m^2), 25 cm x 25 cm (16 rumpun/ m^2). Bilamana jarak tanam yang digunakan model legowo 4:1 dengan jarak tanam 20 cm x 10 cm x 40 cm (36 rumpun/ m^2). Keuntungan sistem jajar legowo yaitu penggunaan pupuk lebih berdaya guna dan pengendalian organisme pengganggu (hama, penyakit, gulma) lebih mudah.

3.5. Pemupukan N

Pupuk diberikan secara efektif dan efisien pupuk sesuai dengan kebutuhan tanaman dan ketersediaan hara dalam tanah. Efisiensi pupuk N terutama urea dalam tanah sawah umumnya rendah karena hampir 50 persen N dari pupuk hilang melalui volatilisasi amoniak, nitrifikasi-denitrifikasi, limpasan permukaan, dan tercuci. Makin tinggi takaran pupuk urea pada padi sawah tadah hujan, makin besar kehilangan N dalam bentuk N_2O , sehingga dapat meningkatkan konsentrasi gas N_2O di atmosfer. Pola emisi gas N_2O berfluktuasi menurut waktu setelah pemberian pupuk N, dimana puncak emisi terjadi 3 - 5 hari setelah pemberian pupuk N hingga hari

ke 17, baru kemudian turun. Berbagai upaya untuk meningkatkan efisiensi pupuk N telah dilakukan, antara lain dengan pemberian N secara bertahap, pembenaman pupuk N pada lapisan reduksi, pemberian pupuk N dalam bentuk tablet, dan penggunaan Bagan Warna Daun (BWD).

Kemampuan reduksi tertinggi diperoleh pada pemupukan ZA 2 atau 3 kali dengan rata-rata kemampuan reduksi sebesar 10,7 dan 17,3 persen dibandingkan dengan tanpa pupuk N. Pemupukan urea pril 2 atau 3 kali dan urea tablet, hanya mereduksi metana masing-masing sebesar 6,9; 8,0; 4,1 persen. Hasil gabah padi sawah tadah hujan relatif tinggi dengan pemberian pupuk ZA dapat dilihat pada Tabel 1.

primordia. Penggunaan BWD dapat juga dimulai ketika tanaman 14 hst, kemudian secara periodik diulangi 7 - 10 hari sekali sampai diketahui nilai kritis saat pupuk N harus diaplikasikan. Pemberian pupuk N berdasarkan BWD dapat menghindari terjadinya kelebihan pupuk sehingga penggunaan pupuk urea dapat dihemat hingga 40 persen (Puslittan, 2000).

Pembacaan BWD hanya dilakukan menjelang pemupukan N kedua (fase anakan aktif, 23 -28 hst) dan pemupukan ketiga (fase primordia, 38 - 42 hst), dengan tujuan untuk menghaluskan dosis pupuk yang ditetapkan. Jika nilai pembacaan BWD dari 5 - 10 daun berada di bawah nilai kritis (<4,0), maka dosis pupuk N yang diberikan

Tabel 1. Pengelolaan Pupuk Nitrogen di Lahan Wawah terhadap Emisi Gas CH₄ dan Hasil Gabah, 1997-1998

Pengelolaan pupuk N	Emisi CH ₄ (kg/ha/musim)		Hasil Gabah (t/ha)	
	1997/98	1998	1997/98	1998
Tanpa N	207	185	3,15	3,79
Urea pril, diberikan 2 tahap	188	176	5,81	4,46
Urea pril, diberikan 3 tahap	186	174	5,81	4,76
ZA, diberikan 2 tahap	181	168	6,63	4,46
ZA, diberikan 3 tahap	175	164	6,68	5,86
Urea tablet, diberikan sekaligus	197	184	7,62	4,83

Sumber : Setyanto, dkk., (1999)

Penggunaan pupuk N lambat urai seperti urea tablet, agrium, nutralene, dan CRM cenderung meningkatkan efisiensi pemupukan N dan sekaligus mengemisi gas N₂O lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan pupuk urea pril. Emisi gas N₂O dari pemupukan N dalam bentuk masing-masing urea pril, urea tablet, agrium 43 persen, nutralene 40 persen, CRM98 masing-masing adalah 16, 12, 14, 14, dan 11 ug N₂O-N/m²/jam. Di antara pupuk N lambat urai, pemupukan dengan urea tablet memberikan emisi nitrogen oksida terendah dan efisiensi pupuk N tertinggi (Mulyadi, dkk., 1999b; Suharsih; dkk., 2000).

Penggunaan BWD untuk menentukan waktu aplikasi pupuk N dianjurkan dengan menetapkan waktu pemupukan terlebih dahulu disesuaikan dengan pertumbuhan tanaman antara lain fase anakan aktif dan pembentukan malai atau saat

dinaikkan sekitar 25 persen dari jumlah yang sudah ditetapkan. Sebaliknya jika hasil pembacaan BWD di atas nilai kritis (>4,0), maka dosis pupuk N yang diberikan dikurangi sekitar 25 persen dari jumlah yang sudah ditetapkan. Pada Tabel 2 memperlihatkan jumlah pupuk N yang diberikan berdasarkan penggunaan BWD.

3.6. Pemupukan P dan K

Penentuan kebutuhan pupuk P dan K dapat dikerjakan secara langsung di lapangan dengan menggunakan Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS) yang relatif cepat, mudah, dan cukup akurat. PUTS terdiri atas pelarut/pereaksi P, K, dan pH tanah, serta peralatan pendukungnya. Contoh tanah sawah diekstrak dengan pereaksi tersebut dan akan memberikan perubahan warna, selanjutnya kadarnya diukur secara kualitatif dengan bagan warna P, K, dan pH. Acuan umum pemupukan P dan K disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Kebutuhan Urea Padi Sawah Berdasarkan Penggunaan BWD

Pupuk N dasar, 14 hst	Pupuk N ke-2 dengan BWD, 23-28 hst (kg urea/ha)		Pupuk N ke-3 dengan BWD, 38-42 hst (kg urea/ha)		Catatan
	BWD > 4	BWD = 4	BWD > 4	BWD = 4	
30 kg N/ha	BWD > 4	75	BWD > 4	125	Target hasil 7 t/ha
	BWD = 4	100	BWD = 4	125	
	BWD < 4	125	BWD < 4	175	
0-20 kg N/ha	BWD > 4	50	BWD > 4	75	Target hasil 6 t/ha
	BWD = 4	75	BWD = 4	100	
	BWD < 4	100	BWD < 4	125	

Tabel 3. Acuan Umum Pemupukan P dan K pada Tanaman Padi Sawah

Kelas status hara P dan K tanah	Kadar hara terekstrak HCl25% (mg P ₂ O ₅ /100g)	Dosis acuan pupuk P (kgSP36/ha)	Kadar hara terekstrak HCl25% (mg K ₂ O/100g)	Dosis acuan pupuk K (kg KCl/ha)	
				+ jerami	- Jerami
Rendah	<20	100	<10	50	100
Sedang	20-40	75	10-20	0	50
Tinggi	>40	50	>20	0	50

3.7. Penggunaan Bahan organik

Pupuk organik dalam bentuk yang telah dikomposkan berperan penting dalam memperbaiki sifat fisika, kimia, hayati tanah serta sumber nutrisi tanaman. Sumber bahan kompos dapat berasal dari limbah organik seperti sisa-sisa tanaman (jerami, batang, dahan), sampah rumah tangga, kotoran temak, arang sekam, abu dapur. Kandungan nutrisi hara dalam pupuk organik umumnya tergolong rendah dan agak lambat tersedia, sehingga dibutuhkan dalam jumlah cukup banyak.

Penggunaan bahan organik mutlak dibutuhkan dalam Sistem Padi Intensifikasi (SRI).

Bahan organik yang digunakan sebaiknya mempunyai tingkat kematangan yang tinggi dengan pertimbangan bahan organik dapat memacu produksi GRK di lahan sawah terutama metana dan dinitrogen oksida. Emisi gas CH₄ dari petakan sawah yang dipupuk dengan pupuk kandang dan kompos jerami relatif lebih rendah dibandingkan dengan pupuk hijau dan jerami segar. Pupuk organik matang dengan nisbah C/N rendah, seperti pupuk kandang dan kompos mengemisi gas CH₄ lebih rendah dari pada pupuk organik dengan nisbah C/N lebih tinggi, seperti jerami segar dan pupuk hijau yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Fluks Metana dan Hasil Gabah Dari Beberapa Sumber Bahan Organik Di Lahan Sawah di Jawa Tengah

Sumber bahan organik	Fluks metana (kg CH ₄ /ha/musim)		Hasil gabah (t/ha)	
	1996	1997	1996	1997
Tanpa bahan organik	89	200	3,13	2,14
Pupuk kandang	189	225	6,27	2,35
Jerami segar	165	340	5,90	2,61
Kompos jerami	156	-	4,71	-
Pupuk hijau <i>Sesbania Sp</i>	-	330	-	2,25

Sumber : Wihardjaka, dkk., (1999a)

3.8. Pengaturan Air Irigasi

Pengairan berselang (*intermittent irrigation*) adalah pengaturan kondisi lahan dalam kondisi kering dan tergenang secara bergantian yang bertujuan : menghemat air irigasi, memberi kesempatan akar berkembang lebih dalam, mencegah timbulnya keracunan besi, mencegah penimbunan asam organik dan gas H_2S , mengaktifkan mikrobia bermanfaat, mengurangi kerebahan, mengurangi jumlah anakan tidak produktif, menyeragamkan pemasakan gabah, memudahkan pembenaman pupuk, mengurangi kerusakan tanaman akibat hama tertentu.

Tanah tergenang merupakan kondisi ideal bagi bakteri metanogen dalam pembentukan gas metana. Emisi gas metana tertinggi dicapai pada kondisi tanah sawah yang digenangi secara terus menerus, baik dengan sistem tanam pindah (*tapin*) maupun tanam sebar langsung (*tabela*). Sistem irigasi berselang (*intermiten*) dapat menekan emisi gas metana dan menghasilkan gabah yang tidak berbeda jauh dengan sistem tergenang yang disajikan pada Tabel 5.

Teknik pemberian air secara berselang (*intermittent*) pada padi sawah menghemat kebutuhan air sekitar 33 – 41 persen dibandingkan cara digenangi terus menerus. Keuntungan lain yaitu laju gas metana 8,76 persen lebih rendah dibandingkan irigasi terus menerus, menekan populasi wereng coklat saat 45 hst dari 125 - 192 ekor/30 rumpun menjadi 88 ekor/30 rumpun (Puslittan, 2000).

Sistem tanam berpengaruh terhadap emisi gas nitrogen oksida dari tanah sawah. Sistem tanam pindah (*tapin*) cenderung mengemisi gas N_2O lebih tinggi dibandingkan dengan sistem tanam benih langsung (*tabela*) dengan selisih emisi 15,3 - 25,9 g $N_2O-N/ha/musim$ (Mulyadi, dkk., 2001). Pembentukan gas N_2O pada sistem *tapin* lebih menguntungkan daripada sistem *tabela*.

3.9. Pengendalian Hama Terpadu

Kecenderungan petani menggunakan pestisida secara berlebihan dan kesalahan penggunaannya berdampak negatif terhadap konsumen produk pertanian dan lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan adanya kandungan pestisida di dalam beras dan kedelai di Jawa, pada sayuran di Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, dan perairan Sulawesi Selatan. Residu organoklorin, organofosfat, dan karbamat masih ditemukan di dalam beras, tanah, air irigasi dan air embung meskipun kadar residunya masih di bawah batas maksimum residu (Puslittan, 2000).

Praktek penggunaan pestisida tak terkendali akan berdampak luas, antara lain berupa pencemaran air, tanah, dan hasil pertanian, gangguan kesehatan petani, menurunnya keanekaragaman hayati. Bahkan saat ini residu pestisida pada hasil akan menjadi faktor penentu daya saing produk-produk pertanian yang akan memasuki pasar global. Oleh karena itu, dalam upaya dengan pengendalian hama dan penyakit, dapat dilakukan dengan menggunakan pestisida

Tabel 5. Emisi Gas CH_4 pada Kombinasi Sistem Olah Tanah, Cara Tanam, dan Cara Pemberian Air 1997 – 1999

Perlakuan	Emisi gas CH_4 (kg/ha/musim)		Hasil gabah (t/ha)	
	MH	MK	MH	MK
OTS, <i>tapin</i> , tergenang	119	209	4,66	5,46
OTS, <i>tapin</i> , <i>intermittent</i>	57	98	4,55	5,16
OTS, <i>tabela</i> , <i>intermittent</i>	51	64	4,46	5,10
OTS, <i>tabela</i> , tergenang	83	100	4,70	5,72
OTS, <i>tabela</i> , macak-macak	65	75	4,38	5,44
TOT, <i>tabela</i> , <i>intermittent</i>	30	45	4,46	5,36
TOT, <i>tabela</i> , tergenang	57	75	4,50	5,40

OTS = olah tanah sempurna; TOT = tanpa olah tanah
Sumber : Suharsih' dkk., (1999, 2001)

Tapin = Tanaman Pindah
Tabela = Tanam Sebar Langsung

hayati, varietas toleran, maupun penggunaan agensia hayati. Upaya pengendalian tingkat populasi atau tingkat serangan organisme terhadap tanaman dapat dilakukan dengan menggunakan dua atau lebih teknik pengendalian dalam satu kesatuan untuk mencegah atau mengurangi kerugian secara ekonomis dan kerusakan lingkungan hidup.

Konsep pengelolaan hama terpadu ini tidak bertujuan untuk mendapatkan suatu keadaan yang bebas hama, tetapi untuk mengendalikan populasi hama agar kerusakan yang terjadi selalu di bawah ambang ekonomi, lebih mementingkan penekanan hama oleh faktor-faktor alami, misalnya menggunakan musuh alami dan selalu didasari oleh pertimbangan ekologi. Penerapan Pengelolaan hama terpadu secara konsekuen akan mampu menekan penggunaan pestisida kimia sehingga tidak berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Selain itu pendapatan petani meningkat dan kualitas hasil meningkat sehingga

akan memperoleh harga jual yang lebih tinggi. Selain itu lebih bersifat ramah lingkungan, dan mampu menjamin keberlanjutan usaha pertanian.

Berbagai upaya dilakukan untuk mengganti pestisida sintetik (kimia) dengan pestisida organik sesuai kearifan lokal untuk mengatasi masalah hama dan penyakit tumbuhan pada tanaman sayuran, buah, dan tanaman pangan. Kita yang berada di daerah tropis sangat memungkinkan untuk mengembangkan pestisida organik, mengingat melimpah sumber keragaman hayati di negara kita ini. Yang termasuk pestisida organik meliputi pestisida biologi dan pestisida nabati. Pestisida biologi ini bahan aktifnya berupa mikrobia yang digunakan untuk pengendalian hayati. Misalnya *Bacillus thuringiensis* yang mampu mengendalikan hama jenis ulat, *Tricoderma koninggi* untuk mengendalikan jamur akar karet dan layu pada cabe.

Pestisida nabati sekarang banyak dikembangkan, yaitu pestisida yang dibuat dari

Tabel 6. Dampak Penerapan Teknologi Mitigasi Emisi Gas Metana terhadap Hasil Tanaman Padi

Teknologi mitigasi	Potensi penurunan emisi metana (kg/ha)	% perubahan hasil tanaman	Wilayah target pelaksanaan
<u>Lahan sawah irigasi</u>			
Tanpa olah tanah	22,9	-10,8	Jawa Barat, Sumatera, Kalimantan
Substitusi urea dengan ammonium sulfat (AS)	10,0	+6,5	Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara
Substitusi urea pril dengan urea tablet	18,1	+20,5	Jawa, Bali
Sebar benih langsung	37,0	+4,3	Jawa, Sumatera, Sulawesi Selatan, Bali
Irigasi berselang	55,5	+5,4	Jawa, Sumatera, Sulawesi Selatan, Bali
Mengganti varietas	90,0	-15,6	Jawa Barat
<u>Lahan sawah tadah hujan</u>			
Tanpa olah tanah	42,0	-8,4	Jawa Barat, Sumatera, Kalimantan
Substitusi urea dengan ammonium sulfat (AS)	29,8	+6,7	Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara
Substitusi urea pril dengan urea tablet	20,0	+10,8	Jawa, Bali
Mengganti varietas	33,0	+40,0	Jawa Barat

Sumber : Boer (2003)

Tabel 7. Dampak Penerapan Teknologi Mitigasi Emisi Gas Nitrogen Oksida Terhadap Hasil Padi

Teknologi mitigasi	Potensi penurunan emisi N ₂ O (kg/ha)	% perubahan hasil tanaman	Wilayah target pelaksanaan
Padi sawah			
Pemberian urea secara terpisah	0,14	+6,7	Seluruh Indonesia
Mengurangi pemberian urea	0,34	-8,6	Jawa Timur
Substitusi urea dengan ammonium sulfat (AS)	0,09	-7,6	Jawa Barat, Sumatera, Bali
Padi gogo			
Tanpa pupuk	0,09	-0,09	Kalimantan, Sumatera
Tanpa bahan organik	0,70	-15,0	Jawa, Sumatera

Sumber : Boer (2003)

bahan tumbuh-tumbuhan atau produk tumbuhannya. Banyak tanaman yang mempunyai potensi sebagai pestisida nabati baik dari akarnya, batangnya, daunnya, bunganya bahkan buangan (limbah) dari produk yang telah diproses, misalnya limbah pabrik rokok dan jamu. Para peneliti telah banyak menguji tentang efektifitasnya antara lain daun kecubung, daun mimba, daun serai, daun secang, umbi bawang putih, rimpang lempuyang gajah dan sebagainya.

IV. MITIGASI EMISI GAS RUMAH KACA

Hingga saat ini implementasi PTT di lahan sawah belum mempertimbangkan teknologi mitigasi GRK karena teknologi tersebut tampaknya belum masuk dalam komponen teknologi PTT. Menurut Boer (2003), dampak penerapan teknologi mitigasi dapat bersifat positif atau negatif terhadap hasil tanaman. Penerapan teknologi penurunan emisi gas metana dan nitrogen oksida sebagian besar berdampak positif terhadap hasil tanaman padi yang dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

Beberapa teknologi anjuran, sebagian besar telah diterapkan petani dalam budidaya padi sawah untuk memperoleh hasil tanaman padi yang optimal. Namun, penerapan teknologi tersebut dapat berdampak terhadap emisi gas metana yang dilepaskan ke atmosfer. Upaya mitigasi emisi gas metana dapat dilakukan dengan

mempertimbangkan beberapa komponen teknologi yang telah diadopsi petani, antara lain : (i) penggunaan varietas Tukad Balian, Way Apoburu, Ciherang, Maros, Widas, yang merupakan varietas-varietas padi yang berdaya hasil tinggi dan berpotensi mengurangi pelepasan metana ke udara; (ii) pemberian pupuk organik matang (pupuk kandang dan kompos jerami) mengemisi gas metana lebih rendah dari pada pupuk organik mentah, seperti jerami segar dan pupuk hijau; (iii) pupuk nitrogen yang mengandung sulfur (ZA) dapat mereduksi metana lebih besar daripada pupuk urea prill dan urea tablet; (iv) emisi gas metana pada cara pemberian air secara terus menerus lebih besar daripada pengairan berselang; dan (v) sistem tanpa olah tanah mengemisi gas metana lebih rendah dari pada sistem olah tanah sempurna.

Strategi mitigasi emisi gas nitrogen oksida dari lahan sawah melalui penerapan teknologi budidaya padi sawah antara lain: (i) pemberian sisa-sisa tanaman dan pupuk anorganik dilakukan pada saat yang tepat dan dilakukan secara efisien mungkin sesuai dengan kebutuhan tanaman; (ii) pemberian pupuk nitrogen lambat urai dan pupuk yang mengandung sulfur pada tanaman padi sawah menurunkan emisi gas nitrogen oksida (N₂O); (iii) peningkatan takaran pupuk nitrogen meningkatkan pelepasan gas N₂O ke atmosfer; dan (iv) padi sawah yang ditanam menggunakan

sistem tanam benih langsung (tabela) cenderung menurunkan emisi gas N₂O lebih tinggi dibandingkan dengan sistem tanam pindah (tapin).

Uraian di atas menunjukkan bahwa penerapan teknologi mitigasi emisi GRK di lahan sawah selain dapat mempertahankan dan meningkatkan produksi juga dapat mereduksi emisi GRK secara signifikan. Dengan demikian maka untuk menjamin peningkatan produksi padi, sekaligus memelihara kelestarian lingkungan biofisik serta menjaga keberlanjutan sistem produksi padi sawah, maka mitigasi emisi GRK di lahan sawah perlu ditambahkan dalam paket PTT.

V. KESIMPULAN

Penerapan PTT pada padi sawah yang bersifat ramah lingkungan diyakini dapat mengakomodasi teknologi untuk peningkatan produksi padi, sekaligus memelihara kelestarian lingkungan biofisik serta menjaga keberlanjutan sistem produksi padi sawah. Penerapan teknologi mitigasi emisi GRK di lahan sawah selain dapat mempertahankan dan meningkatkan produksi juga dapat mereduksi emisi GRK secara signifikan. Dengan demikian maka untuk menjamin peningkatan produksi padi, sekaligus memelihara kelestarian lingkungan biofisik serta menjaga keberlanjutan sistem produksi padi sawah, maka mitigasi emisi GRK di lahan sawah perlu ditambahkan dalam paket PTT.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang Pertanian. 2007. *Petunjuk Teknis Lapangan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi Sawah Irigasi*. Badan Litbang Pertanian. Jakarta. 40p.
- Boer, R. 2003. Masalah Gas Rumah Kaca: Hubungannya dengan Lingkungan Pertanian. *Prosiding Seminar Nasional Peningkatan Kualitas Lingkungan dan Produk Pertanian*. Puslitbang Tanah dan Agroklimat. Bogor. p. 1 – 20.
- Mulyadi, Prayitno, I.J. Sasa, dan S. Partohardjono. 1999b. Pola Emisi Gas N₂O pada Perlakuan Pupuk N Lambat Urai di Lahan Sawah. *Risalah Seminar Hasil Penelitian Emisi GRK dan Peningkatan Produktivitas Padi di Lahan Sawah*. Puslitbangtan. Bogor. p. 20 – 26.
- Mulyadi, Prihasto Setyanto, I.J. Sasa, dan S. Partohardjono. 2001. Pengaruh *Intermittent Drainage* dan Cara Tanam Padi terhadap Emisi Gas N₂O di Lahan Sawah. *Prosiding Seminar Nasional Budidaya Tanaman Pangan Berwawasan Lingkungan*. Puslitbangtan. Bogor. p. 46 – 53.
- Neue, H.U. and P.A. Roger. 1993. Rice Agriculture: Factors Controlling Emission. In : M.A.K. Khalil and M. Shearer (eds). *Global Atmospheric Methane*. NATO ASI/ARW Series.
- Puslittan. 2000. Sumbangsih Teknologi Tanaman Pangan. Makalah disampaikan pada *Expose Inovasi Teknologi Tanaman Pangan* Tanggal 16 November 2000. Badan Litbang Pertanian. Jakarta. 36p.
- Setyanto, P., and R. Abubakar. 2006. Evaluation of Methane Emission and Potential Mitigation from Flooded Rice Field. *Jurnal Litbang Pertanian* 25(4) : 139-148.
- Setyanto, P., Suharsih, A. Wihardjaka, dan A.K. Makarim. 1999. Pengaruh Pemberian Pupuk Anorganik terhadap Emisi Gas Metan pada Lahan Sawah. *Risalah Seminar Hasil Penelitian Emisi Gas Rumah Kaca dan Peningkatan Produktivitas Padi di Lahan Sawah*. Puslitbangtan. Bogor. p. 36-43.
- Soemamo. 2000. Konsep usaha tani lestari dan ramah lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional Budidaya Tanaman Pangan Berwawasan Lingkungan*. Pusat Litbang Tanaman Pangan. Bogor. p. 1-3.
- Suharsih, P. Setyanto, dan A.K. Makarim. 1999. Emisi Gas Metan dari Lahan Sawah Akibat Pengaturan Air Tanaman Padi. *Risalah Seminar Hasil Penelitian Emisi Gas Rumah Kaca dan Peningkatan Produktivitas Padi di Lahan Sawah*. Puslitbangtan. Bogor. p. 54-61.
- Suharsih, P. Setyanto, A.K. Makarim. 2001. Pengaruh Pengelolaan Air terhadap Emisi Gas CH₄ pada Lahan Sawah di Jakenan, Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Budidaya Tanaman Pangan Berwawasan Lingkungan*. Puslitbangtan. Bogor. p 61-66.
- Suharsih, T. Soepiawati, dan A.K. Makarim. 2002. Pengaruh Cara Pengolahan Tanah dan Pengaturan Air terhadap Emisi Gas Metan pada Lahan Sawah Irigasi. *Prosiding Seminar Nasional Sistem Produksi Tanaman Pangan Berwawasan Lingkungan*. Puslitbangtan. Bogor. p. 59-64.
- Suharsih, P. Setyanto, dan T. Sopiawati. 2000. Pengaruh penggunaan pupuk N lambat urai

terhadap emisi gas N₂O pada lahan sawah tadah hujan. Prosiding Seminar Nasional Budidaya Tanaman Pangan Berwawasan Lingkungan. Puslitbangtan, Bogor, p. 67 – 72.

Wihardjaka, A., P. Setyanto, dan A.K. Makarim. 1999a. Pengaruh Penggunaan Bahan Organik terhadap Hasil Padi dan Emisi Gas Metan pada Lahan Sawah. *Risalah Seminar Hasil Penelitian Emisi Gas Rumah Kaca dan Peningkatan Produktivitas Padi di Lahan Sawah*. Puslitbangtan, Bogor, p. 44-53.

Wihardjaka, A., P. Setyanto, A.K. Makarim. 1999b. Pengaruh Beberapa Varietas Padi terhadap Emisi Gas Metan pada Lahan Sawah. *Risalah Seminar Hasil Penelitian Emisi Gas Rumah Kaca dan Peningkatan Produktivitas Padi di Lahan Sawah*. Puslitbangtan, Bogor, p. 62-71.

BIODATA PENULIS :

A. Wihardjaka dilahirkan di Padang Panjang 17 April 1964. Penulis adalah peneliti di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian di Pati, Jawa Tengah. Penulis menyelesaikan S1 dari Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta tahun 1990, S2 dari Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor tahun 2001, dan S3 dari Sekolah Pasca Sarjana Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta tahun 2011.

Dedi Nursyamsi dilahirkan di Ciamis, 23 Juni 1964, menyelesaikan pendidikan S1 di Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor pada tahun 1987, pendidikan S2 bidang nutrisi tanaman di *Laboratory of Plant Nutrition, Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Japan* pada tahun 2000, selanjutnya pendidikan S3 Program Studi Ilmu Tanah, ditempuh di Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor dan diselesaikan pada tahun 2008. Saat ini menjabat sebagai Kepala Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa setelah sebelumnya menjabat sebagai Kepala Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.