

EMISI GAS RUMAH KACA DARI VARIETAS PADI PASANG SURUT

Prihasto Setyanto dan Helena Lina Susilawati
Balai Penelitian Lingkungan Pertanian

ABSTRAK

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Balingtan Jakenan pada musim kemarau tahun 2005. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi pengaruh varietas padi pasang surut terhadap emisi gas rumah kaca (GRK). Kurang lebih 18 ton tanah pasang surut salin (rata-rata pH air 9,01) diambil dari lahan sawah di pantai utara Kabupaten Demak dan ditempatkan dalam 12 mikroplot untuk ditanami empat varietas padi yaitu Punggur, Sei Lalan, Indragiri dan Martapura. Contoh udara dari dalam boks berukuran 1 m x 1 m x 1 m diambil dengan pompa otomatis dan konsentrasi metananya (CH_4) diukur dengan kromatografi gas yang dilengkapi detektor FID (*Flame Ionization Detector*). Contoh udara untuk analisa karbondioksida (CO_2) dan dinitrogen oksida (N_2O) diambil dengan jarum suntik (5 ml) secara manual setiap 7 hari sekali menggunakan boks berukuran 40 cm x 20 cm x 20 cm. Kandungan CO_2 dan N_2O dalam contoh dianalisis dengan menggunakan kromatografi gas yang dilengkapi detektor ECD (*Electron Capture Detector*) dan TCD (*Thermal Conductivity Detector*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa padi varietas Martapura paling tinggi dalam mengemisi CH_4 yaitu sebesar 171,5 kg/ha, diikuti Sei Lalan, Indragiri dan Punggur, berturut-turut sebesar 152,6, 141,1 dan 105,4 kg/ha. Emisi CO_2 dari plot yang ditanam varietas Punggur, Martapura, Sei Lalan dan Indragiri berturut-turut sebesar 4386, 7303, 3622 dan 3853 kg/ha, serta emisi N_2O sebesar 0,204, 0,207, 0,262, dan 0,448 kg/ha. Hasil padi antar varietas tidak berbeda nyata berkisar antara 5,65 - 6,75 t/ha.

Kata kunci: gas rumah kaca, varietas padi

PENDAHULUAN

Gas rumah kaca yang menjadi titik perhatian saat ini adalah CO_2 , CH_4 , dan N_2O . Gas-gas tersebut disebut gas rumah kaca (GRK) karena mempunyai kemampuan meneruskan radiasi gelombang pendek cahaya matahari, tetapi menyerap dan memantulkan radiasi gelombang panjang (infra merah) yang dipancarkan bumi (Murdiyarso 2003). Metan (CH_4), CO_2 , N_2O dan CFC dapat mengabsorpsi radiasi bumi pada panjang gelombang 7-14 μm yang bersifat panas sehingga mengakibatkan suhu permukaan bumi meningkat. Intensitas penyerapan radiasi gelombang panjang oleh masing-masing GRK dan waktu tinggalnya (*life time*) di atmosfer berbeda-beda, sehingga masing-masing mempunyai konstanta pemanasan relatif terhadap CO_2 .

Beberapa studi yang telah dilakukan menyebutkan bahwa varietas padi mempunyai peran yang signifikan terhadap proses pembentukan dan pelepasan GRK. Hal ini karena varietas padi mempunyai perbedaan dalam diameter aerenkima, jumlah anakan dan eksudasi akar (Aulakh *et al.* 2001). Penelitian yang telah dilakukan pada beberapa varietas padi seperti Dodokan, IR 36, Cisadane, Muncul, IR 36, Way Apo Buru, Memberamo dan Batang Anai (Wihardjaka *et al.* 1997; Wihardjaka *et al.* 1999, Setyanto *et al.* 2004) baru diujikan pada lahan sawah di Pulau Jawa yang didominasi oleh tanah mineral. Sedangkan untuk lahan marginal, terutama lahan sawah pasang surut belum dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi pengaruh varietas padi pasang surut terhadap emisi gas rumah kaca.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balingan) di Jawa Tengah. Balingan secara geografis terletak pada koordinat 06°45' Lintang Selatan dan 111°40. Bujur Timur, beriklim D menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson dengan curah hujan rata-rata kurang dari 1600 mm. Penelitian dilaksanakan dari bulan Mei 2005 sampai Oktober 2005.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah benih empat varietas padi yang umum ditanam di daerah pasang surut yaitu Punggur, Sei Lalan, Indragiri dan Martapura. Deskripsi varietas padi yang digunakan dalam penelitian ini tercantum dalam Tabel 1. Pupuk yang digunakan adalah urea, TSP dan KCl. Insektisida sesuai anjuran. Tanah yang digunakan adalah tanah pasang surut dari pantai utara Kabupaten Demak, Jawa Tengah. Sebanyak 16 ton tanah sawah pasang surut diangkut ke Kebun Percobaan Balingan dan ditempatkan dalam 12 mikroplot dengan ukuran masing-masing sebesar 1,5 m x 1,5 m x 0,5 m. Pada sekeliling mikroplot dipasang plastik untuk menghindari pencampuran dengan tanah yang ada disekitarnya.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah boks penangkap gas yang terbuat dari pleksiglas. Boks penangkap gas CH₄ berukuran 1 m x 1 m x 1 m, boks ini tersambung dengan seperangkat alat ukur otomatis yang terdiri dari sampling valve, datalogger dan kromatografi gas dengan merk Shimadzu GC-8A yang dilengkapi 2 FID (*Flame Ionization Detector*). Sedangkan boks untuk menangkap gas CO₂ dan N₂O dari sela-sela tanaman berukuran 20 cm x 40 cm x 20 cm. Contoh gas CO₂ dan N₂O diambil secara manual menggunakan jarum suntik berukuran 5 ml. Konsentrasi gas CO₂ dan N₂O diukur menggunakan kromatografi gas (GC) dengan merk Shimadzu model GC-14A yang dilengkapi dengan 2 detektor yaitu TCD (*thermal conductivity detector*) dan ECD (*electron capture detector*).

Tabel 1. Deskripsi varietas padi yang digunakan dalam penelitian (Sumber: Balitpa, 2002)

Deskripsi	Punggur	Martapura	Indragiri	Sei Lalan
Umur Tanaman	117 hari	120-125 hari	117 hari	118-125 hari
Tinggi tanaman	100 cm	120-130 cm	100 cm	98-108 cm
Jumlah Anakan	15-20	10-19	15-20	10-15
Potensi Hasil	4,5-5 t/ha	3-4 t/ha	4,5-5,5 t/ha	5-6 t/ha
Ketahanan terhadap hama	Tahan wereng coklat biotipe 2 dan 3	Agak rentan wereng coklat biotipe 2	Tahan wereng coklat biotipe 2	Tahan wereng coklat biotipe 2 dan 3
Ketahanan terhadap penyakit	Tahan penyakit blas	Agak rentan hawar pelepah daun, agak rentan blas leher	Tahan Penyakit blas, tahan hawar daun strain III	Toleran penyakit blas dan bercak coklat
Toleransi terhadap lingkungan	Toleran keracunan Fe dan Al	Toleran keracunan Fe	Toleran keracunan Fe dan Al	Tahan terhadap salinitas (0,4% NaCl)
Anjuran tanam	Lahan potensial, Lahan gambut dan lahan sulfat masam	Cocok untuk padi pasang surut (pH 4)	Lahan potensial, lahan gambut dan lahan sulfat masam	lahan pasang surut potensial dan rawa lebak

Pengelolaan Tanah dan Tanaman

Setelah tanah pasang surut ditempatkan dalam mikroplot penggenangan dilakukan sampai tinggi air 5 cm. Tanah kemudian diolah dengan cara dicangkul perlahan-lahan untuk meratakan permukaannya. Benih padi ditanam pada jarak 20 cm x 20 cm pada usia 25 hari setelah sebar. Penanaman padi juga dilakukan di luar mikroplot yang berfungsi sebagai penghadang serangan hama dan penyakit. Perawatan intensif dilakukan sesuai anjuran untuk tanaman padi di luar mikroplot.

Tanaman padi di dalam mikroplot diberi perlakuan pemupukan sebagai berikut: (i) N diberikan dalam bentuk urea dengan dosis 120 kg/ha, disebar tiga kali pada 6, 40 dan 63 HST, (ii) P (P_2O_5) dalam bentuk pupuk SP36 diberikan dengan takaran 60 kg/ha, disebar seluruhnya pada 3 hari sebelum tanam, (iii) K (K_2O) dalam bentuk pupuk KCl diberikan dengan takaran 60 kg/ha, disebar 3 kali bersamaan dengan pemupukan N.

Pengumpulan data

Data primer dari penelitian ini adalah emisi GRK (CH_4 , CO_2 , dan N_2O), dan komponen hasil tanaman. Cara pengumpulan data-data tersebut adalah sebagai berikut:

1. **Emisi CH_4 :** diukur 4 hari sekali dimulai saat 1 hari setelah tanam (HST) sampai panen padi. Emisi CH_4 diukur dengan alat otomatis dimulai jam 06.00 pagi sampai dengan jam 16.00.
2. **Emisi N_2O :** diukur 1 minggu sekali dengan cara manual sampai panen. Contoh gas diambil dengan boks pleksiglas ukuran 40 cm x 20 cm x 20 cm. Boks ditempatkan disela-sela tanaman diluar boks penangkap gas CH_4 . Contoh gas diambil dengan jarum suntik ukuran 5 ml. Untuk mendapatkan kurva perubahan konsentrasi gas N_2O , setiap mikro plot diambil 4 contoh gas dengan interval 15, 30, 45 dan 60 menit. Contoh gas N_2O diambil tepat pukul 06.00 pagi. Analisa konsentrasi gas N_2O diukur dengan menggunakan GC 14A Shimadzu langsung setelah pengambilan contoh gas dari mikro plot.
3. **Emisi CO_2 :** diukur setiap 1 minggu sekali dengan cara manual sama seperti pengukuran N_2O . Interval pengambilan contoh gas adalah 5, 10, 15, 20 menit. Boks yang digunakan sama dengan boks pengambilan contoh gas N_2O . Analisis contoh gas untuk mengetahui konsentrasi gas CO_2 pada jarum suntik dilakukan langsung di laboratorium emisi GRK Balingtan Jakenan.
4. **Data panen:** data panen adalah gabah kering (kadar air 14%) yang diambil dari dalam boks penangkap gas seluas 1 m x 1 m.

Analisis Data

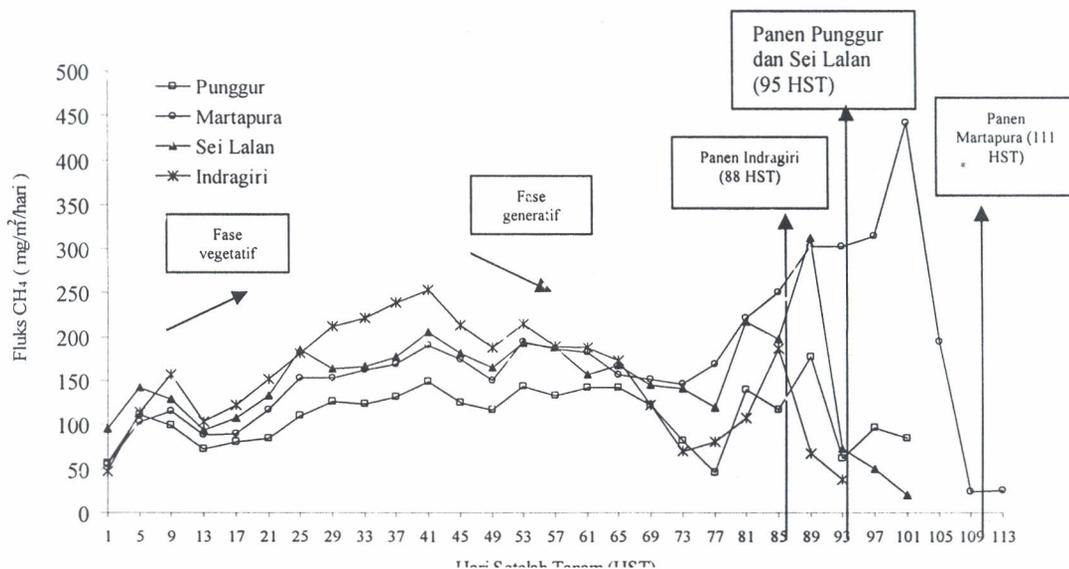
Data emisi CH_4 , CO_2 , N_2O , dan hasil padi dianalisa dengan menggunakan ANOVA (*analysis of variance*). Perbedaan dari masing-masing nilai tengah akan ditentukan dengan menggunakan uji Duncan (DMRT) pada $P=0,05$. Analisis statistik menggunakan software SAS (*system analysis statistic*) versi 6.01.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Emisi Gas CH_4

Varietas padi memegang peran penting dalam emisi gas CH_4 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas padi bervariasi dalam melepaskan CH_4 ke atmosfer dan sangat dipengaruhi oleh kondisi fisiologis dan morfologisnya (Gambar 1). Produksi CH_4 relatif tinggi selama fase pertumbuhan vegetatif dan cenderung turun pada fase reproduktif. Fluks CH_4 seluruh varietas tinggi, terutama saat tanaman berumur 37 HST atau saat jumlah anakan mencapai maksimum. Pada fase primordia, fluks CH_4 mengalami penurunan yang disebabkan oleh penggunaan fotosintat tanaman dalam proses pembentukan bunga. Penggunaan fotosintat ini

menyebabkan kandungan eksudat akar dalam tanah pada fase generatif menjadi rendah. Eksudat akar merupakan senyawa organik yang mengandung gula, asam amino, dan asam organik sebagai penyusun bahan segera tersedia bagi bakteri metanogenik (Kimura *et al.* 1991).



Gambar 1. Fluks CH₄ dari varietas padi lahan pasang surut sampai dengan usia tanaman padi 113 HST di Kebun Percobaan Balingtan, MK 2005.

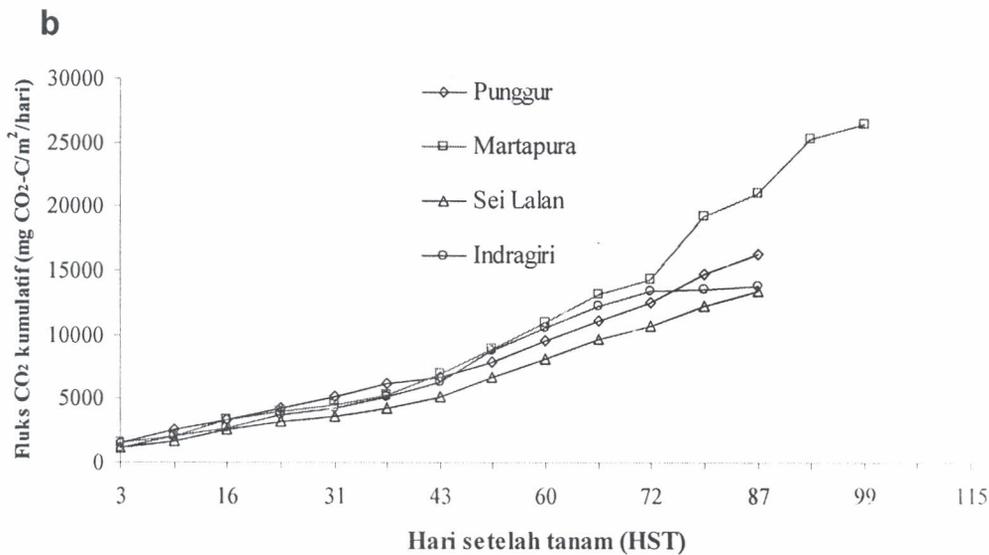
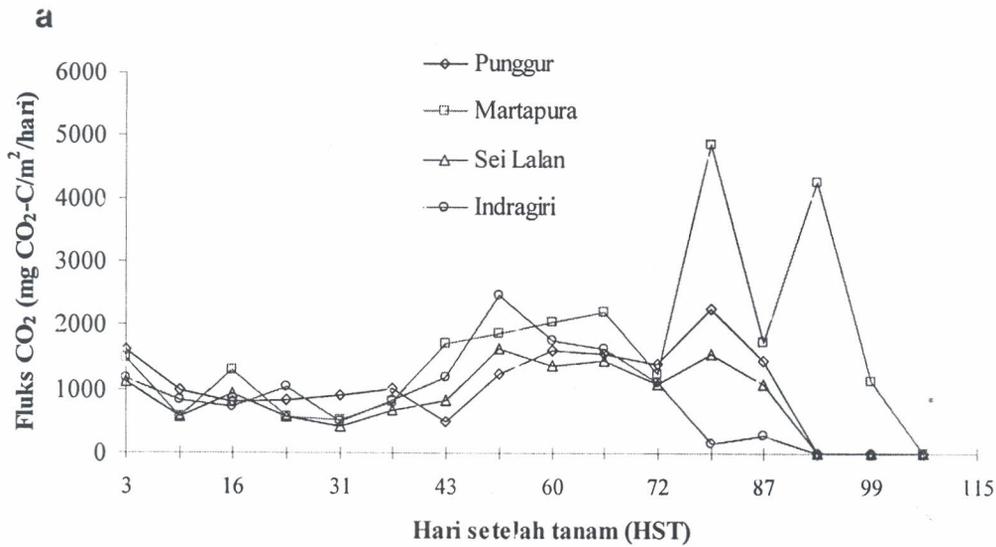
Semakin rendah kandungan eksudat akar semakin terhambat proses metanogenesis sehingga fluks CH₄ turun. Pada awal pertumbuhan, fluks CH₄ cenderung rendah karena secara fisiologis, tanaman baru memasuki fase vegetatif awal. Pada fase ini, eksudat akar berupa C-organik yang dikeluarkan masih sedikit sehingga produksi CH₄ dalam rizosfer tanah rendah. Setelah usia tanaman bertambah eksudat akar yang dihasilkan semakin banyak, sehingga fluks semakin tinggi dan akan mengalami penurunan kembali saat tanaman memasuki fase generatif.

Hal yang sama juga disampaikan oleh Aulakh *et al.* (2001). Mereka menyebutkan bahwa tanaman padi memiliki kemampuan yang berbeda dalam mengeluarkan eksudat akar dalam tanah dan tergantung dari efisiensi penguraian fotosintat oleh tanaman. Semakin tinggi penguraian fotosintat dalam membentuk biji padi, semakin kecil eksudat akar yang dilepas dan akhirnya berpengaruh terhadap pembentukan CH₄. Eksudat dan pembusukan akar merupakan sumber karbon bagi bakteri metanogen. Pembentukan eksudat ini erat kaitannya dengan biomas akar,

dalam arti semakin banyak biomas akar, semakin banyak pula CH_4 terbentuk (Setyanto 2004). Varietas Indragiri pada 53 HST melepaskan CH_4 paling tinggi dibanding Punggur, Martapura dan Sei Lalan. Hal ini disebabkan karena varietas ini memasuki fase generatif lebih awal dibanding tiga varietas padi lainnya.

Emisi Gas CO_2

Pola fluks dan kumulatif fluks CO_2 sampai usia tanaman 94 HST ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa fluks CO_2 yang ditanami varietas padi Martapura menunjukkan kumulatif fluks yang tertinggi dibanding ketiga varietas lainnya. Hal ini selain disebabkan oleh tingkat biomasa tanaman yang tinggi juga disebabkan oleh periode tumbuh yang lebih panjang dibanding varietas padi lainnya. Yang menarik dari kajian ini bahwa varietas padi yang meng-emisi CO_2 tinggi (Martapura dan Punggur) juga melepaskan fluks CH_4 yang tinggi. Tingginya emisi CH_4 dari varietas tersebut disebabkan oleh berlanjutnya proses metanogenesis karena tersedianya bahan organik yang mudah terurai dalam tanah. Aktifitas dekomposisi bahan organik akan membentuk gas CO_2 sebagai hasil akhir dari proses dekomposisi. Gas ini kemudian dilepaskan ke atmosfer melalui proses ebulisi (gelembung air karena perubahan tekanan osmotik) dan difusi melalui air. Emisi CO_2 dari varietas Sei Lalan dan Indragiri lebih rendah karena keduanya kemungkinan memiliki kapasitas pengoksidasi akar (*root oxidizing power*) yang rendah dibanding varietas Punggur dan Martapura sehingga CH_4 yang terbentuk di rizosfir tidak teroksidasi membentuk CO_2 , oleh karena itu fluks CO_2 lebih rendah untuk varietas Indragiri dan Sei Lalan dibanding varietas Punggur dan Martapura. Rendahnya emisi CH_4 dari varietas Indragiri dan Sei Lalan kemungkinan disebabkan oleh rendahnya produksi eksudat akar.



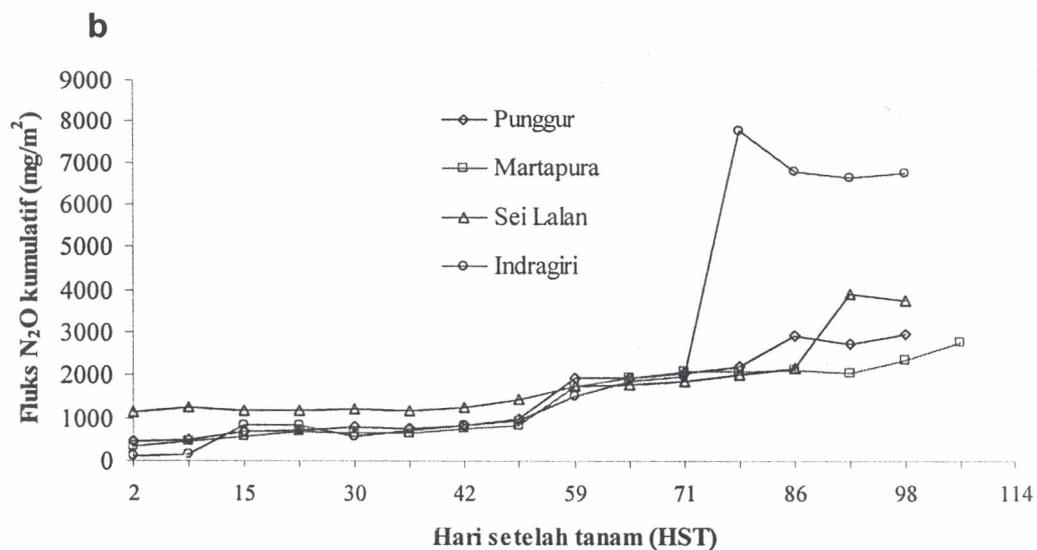
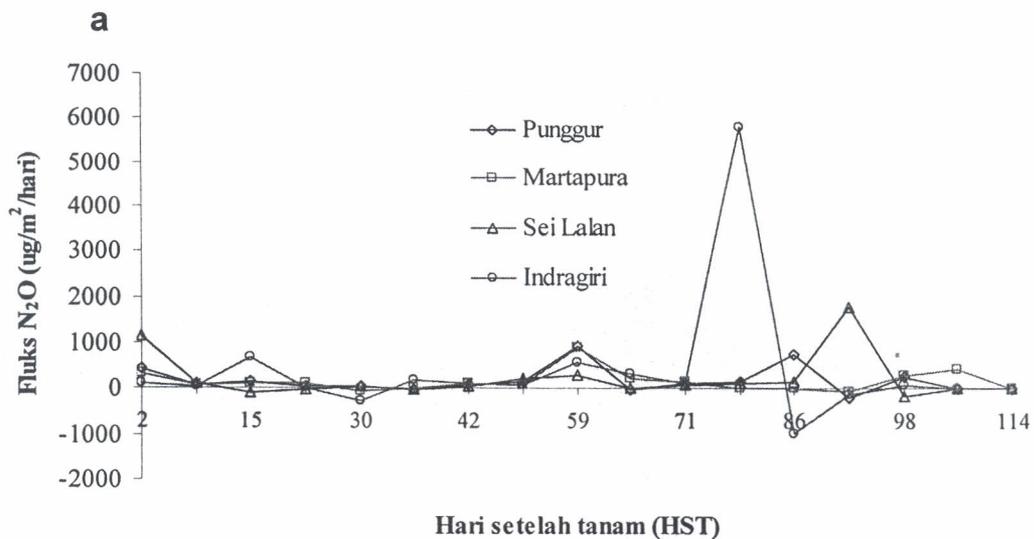
Gambar 2. Fluks CO₂ (a) dan kumulatif fluks CO₂ (b) dari beberapa varietas padi lahan pasang surut sampai dengan usia tanaman padi 99 HST di Kebun Percobaan Balingtan, MK 2005.

Emisi Gas N₂O

Dinitrogen oksida N₂O merupakan hasil samping dari proses nitrifikasi dan denitrifikasi nitrogen dalam rizosfir tanah. Proses ini melibatkan bakteri nitrosomonas dan nitrobacter. Besar kecilnya fluks N₂O dari lahan sawah sangat tergantung dari jumlah pupuk N yang diberikan, pH tanah, redoks potensial tanah serta efisiensi tanaman padi dalam menggunakan nitrogen untuk proses metabolismenya.

Pola fluks N₂O yang diukur sampai 114 HST ditunjukkan dalam Gambar 3. Dari hasil pengamatan, fluks N₂O dari varietas-varietas padi pasang surut tidak menunjukkan pola yang seragam, sebagai contoh Indragiri pada 15 HST menunjukkan pola yang meningkat sedangkan varietas lainnya menunjukkan pola menurun (Gambar 3a), bahkan Sei Lalan pada pengamatan 15 HST menunjukkan nilai negatif. Hal yang sama terjadi pada pengamatan 30 HST dimana Indragiri dan Martapura bernilai negatif sedangkan Punggur dan Sei Lalan bernilai positif. Penyebab dari pola ini belum diketahui.

Kumulatif fluks N₂O (Gambar 3b) menunjukkan bahwa pola yang terjadi relatif datar sampai dengan 71 HST. Sedangkan setelahnya emisi N₂O terutama pada varietas Indragiri meningkat sangat tajam yang disebabkan oleh proses pengeringan lahan. Gas N₂O terbentuk sebagai hasil samping dari proses denitrifikasi dari NO menjadi N₂, dan hasil samping dari proses nitrifikasi dari pembentukan NO₂ menjadi NO₃. Nitrogen adalah senyawa yang sangat esensial bagi tanaman, oleh karena itu respon tanaman terutama padi terhadap pupuk N sangat tinggi. Selama proses pertumbuhan vegetatif N yang dibutuhkan tanaman padi sangat tinggi oleh karena itu pembentukan N₂O baik dari proses denitrifikasi ataupun nitrifikasi menjadi rendah. Sedangkan pada fase generatif produksi N₂O dalam tanah relatif tinggi karena serapan N tanaman tidak setinggi saat fase vegetatif oleh karena itu fluks N₂O saat memasuki fase ini meningkat.



Gambar 3. Fluks N_2O dan fluks kumulatif N_2O dari beberapa varietas padi lahan pasang surut sampai dengan usia tanam 114 HST di Kebun Percobaan Balingtan, MK 2005.

Total Emisi GRK dan Hasil Padi

Total emisi GRK selama satu musim dihitung berdasarkan nilai rata-rata fluks harian dikali periode tumbuh tanaman. Total emisi GRK dan hasil padi dari empat varietas ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Total emisi GRK dan hasil gabah dari empat varietas padi pasang surut.

Varietas padi	Emisi (kg/ha)			Hasil Gabah (t/ha)
	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	
Punggur	105,4b	0,204b	4386b	5,65a
Martapura	171,4a	0,207b	7303a	5,99a
Sei lalan	152,6ab	0,262b	3622b	6,75a
Indragiri	141,1ab	0,448a	3853b	6,03a

Angka selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada P= 0,05 dengan DMRT.

Total emisi CH₄ dan CO₂ tertinggi ditunjukkan oleh varietas Martapura sedangkan varietas padi lainnya tidak berbeda nyata. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh periode tumbuh yang lebih panjang dari varietas Martapura dibanding varietas Punggur, Sei Lalan dan Indragiri. Total emisi N₂O tertinggi dilepas oleh varietas Indragiri, sedangkan tiga varietas lainnya tidak berbeda nyata. Penyebab dari perbedaan ini tidak begitu jelas tetapi diduga terkait dengan efisiensi tanaman padi dalam menyerap nitrogen. Hasil gabah dari empat varietas padi yang diuji tidak berbeda nyata menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang nyata antara produksi padi dengan emisi GRK.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas Martapura mengemisi CH₄ paling tinggi yaitu 171,5 kg/ha, diikuti varietas Sei Lalan, Indragiri dan Punggur berturut-turut sebesar 152,6 kg/ha, 141.1 kg/ha dan 105,4 kg/ha. Emisi N₂O tertinggi dilepas oleh varietas Indragiri (0,448 kg/ha). Emisi N₂O dari Punggur, Martapura dan Sei Lalan tidak berbeda nyata. Emisi CO₂ tertinggi dilepas oleh varietas Martapura (7303 kg/ha). Emisi CO₂ dari varietas Punggur, Sei Lalan dan Indragiri tidak berbeda nyata berturut-turut sebesar 4386, 3622, 3853 kg/ha. Hasil gabah antar varietas tidak berbeda nyata berkisar antara 5,65-6,75 t/ha. Varietas terbaik dalam menekan emisi GRK dari lahan pasang surut adalah Punggur karena emisi GRK yang dilepas rendah dengan hasil padi tidak berbeda nyata dibanding varietas lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aulakh MS, Wassman R, Bueno C, Kreuwieser J & H Rennenberg. 2001. Characterization of root exudates at different growth stages of ten rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Plant Biology* 3 : 139-148.

- Balitpa-Balai Penelitian Tanaman Padi. 2002. *Deskripsi Varietas Unggul 1999-2002*. Subang: Balitpa.
- Kimura MD, H Murakami, H Wada. 1991. CO₂, H₂ and CH₄ production in rice rhizosphere. *Soil Sci. Plant Nutr* 37 : 55-60.
- Murdiyarto D. 2003. *Sepuluh Tahun Perjalanan Negoisasi Konvensi Perubahan Iklim*. Jakarta: Penerbit Buku Kompas.
- Setyanto P. 2004. Methane Emission and It's Mitigation in Rice Fields Under Different Management Practices in Central Java. (thesis). Serdang: Universiti Putra Malaysia.
- Wihardjaka A, Setyanto P, AK Makarim. 1997. Pengaruh varietas padi terhadap besarnya emisi gas metan pada lahan sawah. Laporan Tahunan Loka Penelitian Tanaman Pangan Jakenan.
- Wihardjaka A, Setyanto P, AK Makarim. 1999. Emisi gas metan dari berbagai varietas padi. Laporan Tahunan Loka Penelitian Tanaman Pangan Jakenan.