

MITIGASI EMISI GAS METAN PADA TANAH GAMBUT DENGAN VARIETAS PADI

Prihasto Setyanto dan Helena Lina Susilawati
Balai Penelitian Lingkungan Pertanian

ABSTRAK

Luas lahan gambut di Indonesia diperkirakan mencapai 18,5 juta hektar di mana 50% atau 9,46 juta hektar lahan tersebut potensial dikembangkan sebagai areal pertanian. Diperkirakan baru sekitar 3,6 juta hektar tanah gambut yang sudah direklamasi untuk keperluan tersebut. Lahan gambut adalah areal yang sangat kaya akan sumber karbon yang bersifat stabil mengingat pH tanahnya yang rendah sehingga memperlambat proses dekomposisi bahan organik secara anaerobik. Pengembangan untuk pertanian diduga akan merubah ekosistem gambut sehingga dekomposisi secara anaerobik berlangsung optimal dan melepaskan emisi gas metan (CH_4) dalam jumlah yang sangat besar. Gas CH_4 adalah salah satu gas rumah kaca di atmosfer bumi yang dapat memantulkan kembali sinar infra merah (sinar dengan efek panas). Penumpukan gas tersebut di atmosfer akan mengarah kepada pemanasan global yang selanjutnya dapat merubah sistem iklim bumi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi teknologi mitigasi emisi gas CH_4 dari tanah gambut dengan penanaman varietas padi yang adaptif untuk tanah pasang surut. Penelitian dilaksanakan pada MK 2006 di Kebun Percobaan Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balingtan) dengan menempatkan tanah gambut dari Kecamatan Gambut, Kalimantan Selatan, pada mikroplot berukuran 1,5 m x 1,5 m dengan kedalaman 0,5 m. Mikroplot tersebut dilapisi plastik dan ditanami padi varietas Punggur, Tenggulang, Banyuasin dan Batanghari. Gas CH_4 diambil dengan menggunakan boks yang terbuat dari pleksiglas, dan konsentrasi gas CH_4 dalam boks diukur dengan kromatografi gas yang terhubung dengan alat otomatis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas Punggur meng-emisi CH_4 tertinggi yaitu 183,0 kg/ha/musim dibanding varietas Banyuasin, Tenggulang dan Batanghari. Emisi CH_4 dari ketiga varietas tersebut berturut-turut sebesar 179,2, 124,1 dan 104,0 kg/ha dan tidak ada perbedaan nyata terhadap produksi padi (berkisar antara 3,3 – 4,0 t/ha). Varietas padi Batanghari sangat ideal untuk dikembangkan di lahan gambut selain emisi gas CH_4 yang dihasilkan rendah juga hasil padi tidak berbeda nyata dengan varietas padi lainnya.

Kata kunci: mitigasi, metan, varietas padi

PENDAHULUAN

Isu lingkungan penting yang menjadi perhatian dunia dalam dekade terakhir ini adalah pemanasan global (*global warming*) yang diakibatkan oleh meningkatnya Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer. Gas rumah kaca yang menjadi titik perhatian

saat ini adalah CO₂, CH₄, CFC dan N₂O. Kehadiran CH₄ 1.3 ppmv di atmosfer menyebabkan peningkatan suhu global 1.3°C (Donner dan Ramanathan, 1980; IPCC, 1992) dan mempunyai kapasitas pemanasan global (*global warming potential*) 21 kali lebih besar dari CO₂, sedangkan CFC 12.400-15.800 kali dan N₂O 206 kali (IPCC, 1992).

Khalil dan Rasmussen (1992) mengemukakan bahwa budidaya padi sawah secara keseluruhan merupakan sumber terbesar emisi CH₄ (21.9%) dari sumber-sumber lainnya dengan laju penambahan 1-2% per tahun. Indonesia dengan luas sawah lebih dari 10.9 juta ha diduga memberi kontribusi ± 1% terhadap total emisi global CH₄ (Makarim dan Setyanto, 1995) dengan asumsi total emisi gas CH₄ berbanding lurus dengan total produksi padi. Kalau dugaan tersebut benar maka setiap usaha peningkatan produksi padi guna memenuhi kebutuhan pangan penduduk harus dibayar dengan kerusakan lingkungan berupa emisi gas CH₄ yang semakin besar. Dugaan ini perlu diklarifikasi melalui penelitian gas secara kuantitatif.

Pengembangan lahan sawah untuk peningkatan produksi padi nasional saat ini sudah mulai diarahkan pada penggunaan lahan-lahan marjinal seperti lahan pasang surut. Namun, dalam aspek lingkungan global para pengambil kebijakan nasional maupun internasional sering mengkhawatirkan bahwa pembukaan dan pengelolaan lahan rawa pasang surut untuk tanaman padi akan meningkatkan emisi gas rumah kaca (GRK) seperti CH₄, N₂O dan CO₂ yang akan berpengaruh terhadap kenaikan suhu bumi. Salah satu jenis lahan pasang surut yang paling dikhawatirkan melepaskan emisi GRK tinggi adalah lahan gambut dimana hampir 90% komponen tanahnya terdiri dari bahan organik. Kekhawatiran di atas perlu dipecahkan dengan pengumpulan data secara ilmiah dan konsisten untuk melihat besarnya emisi GRK dari pengelolaan tanah gambut tersebut dan mencari teknik atau cara budidaya pertanian lahan sawah yang dapat menekan emisi GRK. Dengan demikian, permasalahan lingkungan pada pembukaan dan pengelolaan lahan rawa pasang surut untuk pertanaman padi dapat diatasi.

Tanaman padi memegang peranan penting dalam emisi gas CH₄ dari lahan sawah. Diduga 90% dari rizosfir dipancarkan melalui tanaman padi dan sisanya melalui gelembung air (*ebullition*). Ruang udara pada pembuluh aerenkima daun, batang dan akar yang berkembang dengan baik menyebabkan pertukaran gas pada tanah tergenang berlangsung cepat. Pembuluh tersebut bertindak sebagai cerobong (*chimney*) bagi pelepasan CH₄ ke atmosfir. Suplai O₂ untuk respirasi pada akar dilakukan melalui pembuluh aerenkima dan sebaliknya gas-gas yang dihasilkan dari dalam tanah, seperti CH₄ akan dilepaskan ke atmosfir juga melalui pembuluh yang sama untuk menjaga keseimbangan termodinamika (Raimbault *et al.* 1977; Wagatsuma *et al.* 1990).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2006. Tanah gambut diambil dari Desa Pematang, Kecamatan Gambut, Kabupaten Banjar, Kalsel (17 km dari Banjarmasin). Tanah gambut yang digunakan adalah tanah gambut yang belum pernah dikelola untuk lahan sawah dan diambil hanya sebatas lapisan olah (kedalaman 20 cm). Pengambilan tanah dilakukan di beberapa titik pengambilan di satu lokasi, kemudian tanah tersebut dicampur untuk mengurangi variabilitas tanah. Tanah kemudian ditempatkan ke dalam karung berukuran 50 kg dan diangkut menggunakan truk. Sebanyak 8 t tanah gambut ditempatkan di mikroplot berukuran 1,5 m x 1,5 m x 0,5 m di Kebun Percobaan Balingtan. Jumlah mikroplot yang ada di Kebun Percobaan adalah 12 mikroplot.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah acak kelompok (RAK) dengan 3 ulangan. Sedangkan perlakuannya adalah berbagai jenis varietas padi pasang surut yaitu: Punggur, Tenggulang, Banyuasin dan Batanghari.

Varietas padi usia 15 hari setelah semai ditanam pada jarak tanam 20 cm x 20 cm. Masing-masing titik persemaian ditanami 2 - 3 benih padi. Populasi tanaman pada jarak tanam ini adalah 250.000 rumpun per hektar.

Fluks gas CH_4 diukur secara otomatis dengan menggunakan boks yang terbuat dari pleksiglas. Pada setiap mikroplot percobaan dipasang satu boks berukuran 1 m x 1 m x 1 m. Sampel udara dari dalam boks dihisap secara otomatis menuju alat gas kromatografi (GC), yang selanjutnya dianalisis konsentrasi gas CH_4 nya dengan menggunakan GC yang dilengkapi dengan FID (*Flame Ionization Detector*). Untuk menghitung emisi gas CH_4 tersebut digunakan rumus:

$$E = \frac{dc}{dt} \times \frac{V_{ch}}{A_{ch}} \times \frac{mW}{mV} \times \frac{273,2}{(273,2+T)}$$

- E : Emisi gas $\text{CH}_4/\text{CO}_2/\text{N}_2\text{O}$ ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{hari}$)
 dc/dt : Perbedaan konsentrasi $\text{CH}_4/\text{CO}_2/\text{N}_2\text{O}$ per waktu (ppm/menit)
 V_{ch} : Volume boks (m^3)
 A_{ch} : Luas boks (m^2)
 mW : Berat molekul $\text{CH}_4/\text{CO}_2/\text{N}_2\text{O}$ (g)
 mV : Volume molekul $\text{CH}_4/\text{CO}_2/\text{N}_2\text{O}$ (22,41 l)
 T : Temperatur rata-rata selama pengambilan sampel ($^{\circ}\text{C}$)

Data emisi CH_4 dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*analysis of variance*). Perbedaan dari masing-masing nilai tengah akan ditentukan dengan menggunakan uji Duncan pada $P \leq 0,05$.

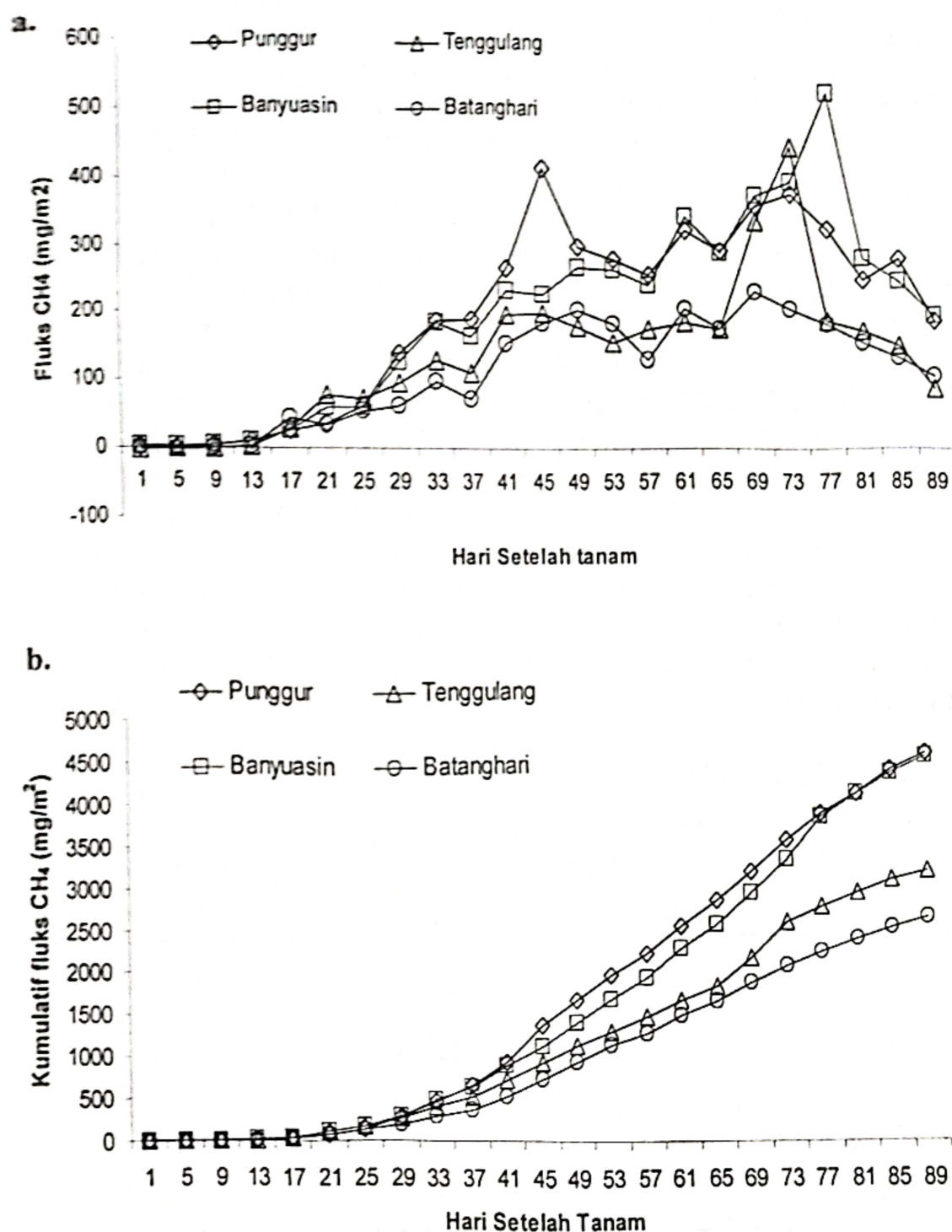
HASIL DAN PEMBAHASAN

Lahan sawah mempunyai peranan penting dalam emisi CH_4 karena merupakan salah satu sumber terbesar emisi (Neue and Sass, 1998) sebagai akibat dari dekomposisi bahan organik secara anaerobik (Dlugokencky *et al*, 1994). Pada umumnya lahan sawah pasang surut banyak mengandung bahan organik sehingga pada saat kondisi reduksi berpotensi tinggi dalam pembentukan CH_4 .

Pengukuran fluks CH_4 dimulai pada 1 HST. Tanaman padi dari 4 varietas yaitu Punggur, Tenggulang, Banyuasin dan Batanghari mempunyai pola fluktuasi emisi CH_4 harian yang sangat beragam yang dimulai dari awal pertumbuhan sampai panen (Gambar 1). Keragaman fluktuasi tersebut salah satunya disebabkan oleh perbedaan sifat morfologis dan fisiologis masing-masing varietas padi.

Pada saat fase vegetatif, mulai dari perkecambahan biji sampai menjelang primordia, fluks CH_4 dari keempat varietas tersebut meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan tanaman. Pada Gambar 1a terlihat bahwa pada awal pertumbuhan fluks CH_4 harian sangat rendah. Hal ini disebabkan karena adanya proses adaptasi fisiologis dari tanaman terhadap kondisi lingkungan yang baru akibat tanam pindah dan eksudat akar yang dihasilkan berupa C-organik masih sedikit. Seiring bertambahnya umur tanaman, fluks CH_4 harian semakin meningkat. Pada saat fase ini, fotosintat yang dihasilkan tidak banyak digunakan untuk pertumbuhan tanaman sehingga eksudat akar yang dikeluarkan melalui akar cukup besar. Eksudat akar merupakan hasil samping dari metabolisme karbon yang berupa senyawa organik yang mengandung gula, asam amino dan asam organik. Sebagai sumber karbon yang mudah terdegradasi bakteri metanogen menggunakan eksudat ini untuk membentuk CH_4 (Kimura *et al*, 1991).

Pada 41-49 HST fluks CH_4 cenderung tinggi, hal ini disebabkan karena pada fase tersebut jumlah anakan padi mencapai maksimum. Semakin banyak jumlah anakan emisi CH_4 yang dikeluarkan juga semakin tinggi karena semakin banyak media yang digunakan sebagai cerobong jalan keluarnya CH_4 . Cerobong untuk lepasnya CH_4 adalah jaringan aerenkima. Pelepasan emisi CH_4 melalui jaringan aerenkima mencapai 90%, sedang sisanya melalui gelembung udara atau *ebullition* (Holzapfel-Pschorn *et al*, 1986).



Gambar 1. Fluks CH_4 (a) dan kumulatif fluks CH_4 (b) dari tanah gambut yang ditanami varietas padi pasang surut di Kebun Percobaan Balingtan, MK 2006.

Fluks CH_4 cenderung turun atau datar pada fase generatif mulai dari primordia sampai pembungaan dan pengisian malai. Penurunan ini sangat tergantung dari efisiensi penguraian fotosintat oleh tanaman. Semakin efisien tanaman padi efisien dalam mengurai fotosintat untuk pengisian malai, semakin kecil eksudat akar yang dilepaskan akar dan akhirnya pembentukan CH_4 menjadi rendah.

Fluks CH_4 nampak kembali meningkat pada 65 HST. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh pengeringan lahan. Perubahan dari kondisi reduksi ke oksidasi (basah ke kering) dapat menyebabkan CH_4 yang terperangkap dalam pori mikro tanah terlepas (Van Der Gon and Breemen, 1996). Fluks CH_4 meningkat dengan sangat tajam pada pengeringan lahan. Bahkan bisa mencapai 2 sampai 4 kali besarnya rata-rata fluks CH_4 harian. Tanah gambut mempunyai kemampuan dalam mengikat air karena komposisinya yang hampir 80% adalah bahan organik. Apabila dilakukan pengeringan ekstrim pada tanah gambut dapat menyebabkan timbulnya sifat kering tak dapat balik (*irreversible drying effect*). Pengeringan pada tanah pasang surut terutama di daerah yang mengandung pirit pada lapisan bawah sangat berbahaya. Namun demikian, agar pirit tidak muncul maka pengeringan lahan sebaiknya tidak dilakukan maksimal sehingga tidak terjadi oksidasi pirit yang sangat bersifat racun untuk tanaman dan tanah gambut tidak kehilangan kemampuannya dalam mengikat air.

Tabel 1. Emisi CH_4 dan hasil gabah dari beberapa varietas padi pasang surut yang ditanam pada MK 2006.

Varietas padi	Emisi CH_4 (kg/ha)	Penurunan emisi CH_4 (%)	Hasil gabah (t/ha)
Punggur	183,0a	-	4,00a
Tenggulang	124,1b	32,19	3,26a
Banyuasin	179,2a	2,08	3,46a
Batanghari	104,0b	43,17	3,35a

Dari hasil perhitungan nilai emisi CH_4 dari masing-masing varietas menunjukkan adanya perbedaan (Tabel 1). Emisi CH_4 tertinggi dilepaskan oleh varietas Punggur sebesar 183,0 kg/ha, yang diikuti oleh varietas Banyuasin, Tenggulang dan Batanghari berturut-turut sebesar 179,2, 124,1 dan 104,0 kg/ha.

Apabila dibandingkan dengan penggunaan varietas Punggur, emisi CH_4 dapat ditekan dengan menggunakan varietas Batanghari sebesar 43,17%. Selanjutnya berturut-turut dapat ditekan dengan menggunakan varietas Tenggulang dan Banyuasin sebesar 32,19% dan 2,08%. Dari analisa statistik menunjukkan bahwa hasil gabah dari keempat varietas tidak menunjukkan perbedaan. Hasil gabahnya berkisar antara 3,26-4,00 t/ha. Apabila dilihat dari nilai emisi CH_4 -nya yang paling rendah, penurunan emisi CH_4 dibandingkan varietas Punggur dan hasil gabah yang tidak berbeda nyata maka varietas Batanghari merupakan varietas yang terbaik dibandingkan 3 varietas lainnya untuk ditanam di tanah gambut.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan yang berkaitan dengan mitigasi emisi gas metan pada tanah gambut dengan varietas padi. Varietas padi Punggur menunjukkan pola emisi CH_4 yang tertinggi sebesar 183,0 kg/ha dibanding varietas Banyuasin, Tenggulang dan yang terkecil adalah Batanghari dan berturut-turut sebesar 179,2, 124,1 dan 104,0 kg/ha. Varietas Batanghari dan Tenggulang adalah yang terbaik untuk ditanam di tanah gambut dibandingkan dengan 2 varietas lainnya karena emisi CH_4 yang dihasilkan rendah dan hasil gabah yang tidak berbeda nyata dengan varietas padi lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Dlugokencky E, P Steele, PM Lang, K Trans, and Masaire. 1994. The growth rate and distribution of atmospheric methane. *J Geophys Res* 99 : 17021-17043.
- Holzapfel Pschorn A, Conrad R, and W Seiler. 1986. Effects of vegetation on the emission of methane from submerged paddy soil. *Plant and Soil* 92 : 223-233.
- IPCC. 1992. Methane emission and opportunities for control : workshop results of Intergovernmental Panel on Climate Change. JAE & EPA. September 1991.
- Kimura MD, H Murakami, and H Wada. 1991. CO_2 , H_2 and CH_4 production in rice rhizosphere. *Soil Sci. Plant Nutr* 37 : 55-60.

- Makarim AK, and Setyanto P. 1995. Metanae Emission from Rainfed Rice Field at Jakenan Indonesia. Presented for the Annual IRRI-EPA-UNDP Planning Meeting of Metanae Emission from Rice Fields, Thailand.
- Neue HU, and RL Sass. 1998. The budget of methane from rice fields. *IGACTivities* 12 : 3-11
- Raimbault, and M. Rinando, G. Garcia, L. and M, Boureau. 1977. A device to study metabolic gases in the rice rhizosphere. *Biol Biogeochem* 9: 193-196.
- Van der Gon D, and HAC Breeman. 1996. Diffusion controlled transport of methane from soil to atmosphere as mediated by rice plant. *Biogeochemistry* 21 : 177-190.
- Wagatsuma, T. Nakashima, T. Tawaraya, K. Watanabe, S. Kamio, A. and A, Ueki. 1990. Role of plant aerechyma in wet tolerance and methane emission from plants. *Dalam: Plant nutrition-plant physiology and application*. Kluwer Academic Publisher pp 455-461.