

Dampak Pemupukan Jangka Panjang Padi Sawah Tadah Hujan terhadap Emisi Gas Metana

A. Wihardjaka¹ dan S. Abdurachman²

¹Balai Penelitian Lingkungan Pertanian
Kotak Pos 5 Jakenan, Pati, Jawa Tengah

²Balai Besar Penelitian Tanaman Padi
Jl. Raya 9 Sukamandi, Subang, Jawa Barat

ABSTRACT. Continuously applying inorganic fertilization often suspected as having a negative impact to environment. Longterm organic matter incorporation into soil is expected to improve soil fertility especially for rainfed lowland areas. The experiment was conducted to determine the methane emission from rainfed lowland after ten years of fertilizer application (1995-2004). The six treatments of field experiment were arranged in a randomized block design with six replicates. Treatments were: without fertilizer (check), organic fertilizer, NP, organic fertilizer + NP, NPK, organic fertilizer + NPK. Organic fertilizers were farmyard manure for direct seeded rice (gogorancah) during rainy season and fresh straw for transplanted rice (walik jerami) during dry season. Methane emission measurement from rainfed lowland rice was done in the 11th year, of the longterm fertilizer trials. Methane emission from gogorancah rice crop was significantly lower than that from walik jerami rice crop. Methane fluxes ranged 19.5-47.5 kg CH₄/ha in gogorancah rice and 25.0-67.5 kg CH₄/ha in walik jerami rice. Inconsistent effect of organic and inorganic fertilizations to methane emission occurred in rainfed lowland rice. Application of organic fertilizer of fresh straw in walik jerami rice crop could decrease methane emission, however, addition of potassium fertilizer tends to increase methane emission.

Keywords: Fertilization, methane emission, rainfed lowland

ABSTRAK. Penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus diduga berpengaruh negatif terhadap lingkungan. Pengembalian bahan organik ke dalam tanah dalam jangka panjang diharapkan dapat memperbaiki kesuburan tanah, terutama pada lahan sawah tadah hujan. Penelitian dilakukan untuk mengetahui emisi gas rumah kaca, terutama gas metana, melalui tanaman padi sawah tadah hujan setelah 10 tahun pemupukan berlangsung (1995-2004). Penelitian pemupukan jangka panjang disusun dalam rancangan acak kelompok, enam perlakuan dan enam ulangan. Perlakuan terdiri dari: tanpa pupuk (kontrol), bahan organik, NP, bahan organik + NP, NPK, bahan organik + NPK. Bahan organik yang digunakan adalah pupuk kandang pada padi gogorancah selama musim hujan dan jerami segar pada padi walik jerami selama musim kemarau. Emisi gas metana diukur dari petak tanaman padi sawah tadah hujan yang merupakan percobaan tahun ke-11. Emisi gas metana melalui padi gogorancah nyata lebih rendah daripada melalui padi walik jerami. Fluks gas metana melalui padi gogorancah berkisar antara 19,5-47,5 kg CH₄/ha, sedangkan melalui padi walik jerami 25,0-67,5 kg CH₄/ha. Pemberian bahan organik dan pupuk anorganik tidak konsisten pengaruhnya terhadap emisi gas metana dari lahan sawah tadah hujan. Pemberian bahan organik berupa jerami pada padi walik jerami dapat menurunkan emisi gas metana, namun pemberian pupuk K cenderung meningkatkan emisi gas metana.

Kata kunci: Pemupukan, emisi metana, sawah tadah hujan

Pemanfaatan lahan sawah secara intensif dalam jangka panjang dapat menurunkan produktivitas tanah dan kualitas lingkungan. Penggunaan masukan tinggi bahan agrokimia justru akan menguras hara dalam tanah dan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan berupa peningkatan residu bahan agrokimia dalam tanah dan tanaman. Di sisi lain, pen-ciutan lahan sawah yang relatif subur akibat alih fungsi lahan menjadi lahan nonpertanian merupakan tantangan dalam mempertahankan kecukupan pangan nasional.

Lahan sawah tadah hujan merupakan salah satu lahan suboptimal yang dapat menggantikan sebagian lahan sawah irigasi subur yang telah berubah fungsi. Namun lahan sawah tadah hujan umumnya memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah, antara lain ditunjukkan oleh rendahnya ketersediaan hara esensial tanaman, terutama N, P, K, dan kandungan bahan organik, serta rendahnya produktivitas tanaman dengan agihan curah hujan yang tidak menentu. Hasil padi sawah tadah hujan rata-rata 2-3 t/ha (IRRI 1997).

Lahan sawah tadah hujan yang berproduktivitas rendah memerlukan masukan seperti pupuk organik maupun anorganik untuk meningkatkan produktivitas.

Curah hujan yang tidak menentu pada agro-ekosistem lahan sawah tadah hujan berpengaruh terhadap pola emisi gas rumah kaca, terutama gas metana. Perubahan periode kering-basah silih berganti dalam waktu yang lama mempengaruhi sistem sumber-limbung gas rumah kaca. Lebih dari 90% produksi padi dikonsumsi di Asia, di antaranya dihasilkan pada lahan sawah irigasi dan 27% pada lahan sawah tadah hujan. Dengan demikian lahan sawah memberikan andil yang besar terhadap pelepasan gas metana ke atmosfer yang berdampak terhadap pemanasan suhu bumi (Neue and Sass 1994). Pada ekosistem sawah irigasi, rejim air dan pembenah organik merupakan determinan utama emisi gas metana. Penggenangan lahan secara terus menerus dan penambahan pupuk organik segar menghasilkan emisi tertinggi.

Tanaman padi adalah sumber pelepas gas metana dengan dugaan 25-170 Tg CH₄/tahun (Yagi and Minami 1990). Pada lahan sawah tergenang, metanogenesis diuntungkan oleh kondisi anoksik, ketersediaan bahan organik dari akar, sisa jerami, dan biomassa fotosintetik tanaman air, pH tanah mendekati netral, suhu tanah berkisar 20-30°C selama pertumbuhan tanaman padi (Neue and Roger 1994). Tanaman padi tidak hanya sebagai media fluks CH₄, namun eksudat akar dan akar yang terdegradasi memungkinkan sebagai pembentukan CH₄, terutama pada saat berakhirnya fase pertumbuhan tanaman (Neue and Roger 1994). Eksudat akar merupakan bahan organik yang merupakan salah satu sumber energi bagi bakteri metanogen (Bachelet and Neue 1993).

Konsentrasi CH₄ di atmosfer kini sekitar 1,72 ppmV, dua kali lebih besar dibandingkan dengan sebelum era industri (1750-1800) dengan laju peningkatan 0,9% per tahun (Houghton *et al.* 1990). Fluks CH₄ kritis dari tanaman padi bergantung pada beberapa faktor, (1) pemupukan, pengelolaan air, kerapatan tanaman, sistem tanam, pemberian bahan organik atau jerami padi; (2) karakteristik tanah meliputi tipe tanah, kemasaman, potensial redoks, suhu, ketersediaan hara, substrat, profil lingkungan anaerobik; dan (3) musim. Emisi metana dari lahan sawah peka terhadap suhu dan rejim air, dan di masa mendatang perubahan iklim dapat mengubah fluks CH₄, baik dari lahan sawah maupun lahan basah umumnya.

Informasi emisi gas metana dari lahan sawah telah diteliti oleh banyak peneliti, namun informasi emisi gas metana dari lahan sawah tadah hujan dengan pemupukan jangka panjang masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui emisi gas metana melalui tanaman padi sawah tadah hujan yang digunakan untuk kajian pemupukan jangka panjang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Jakenan, Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, pada MT 2005-06 yang merupakan tahun ke-11 penelitian pemupukan jangka panjang. Lokasi percobaan terletak pada ketinggian 15 m dpl., 17 km dari pantai utara Jawa, koordinat 111°40' BT dan 6°45' LS. Tanah lokasi penelitian diklasifikasikan sebagai Aeric Endoaquepts, bertekstur lempung berpasir (15% liat dan 43% debu pada lapisan olah, 23% liat dan 40% debu di lapisan bawah). Tanah pada lapisan olah (0-20 cm) bereaksi agak masam (pH-H₂O 5,6) dengan kandungan N total rendah (0,3 mg/g), C-organik rendah (3,2 mg/g), P terekstrak Bray 1 rendah (5,06 ppm P), KTK rendah (6,96

cmol(+)/kg), kation K, Na, Ca, Mg dapat ditukar rendah masing-masing 0,12; 0,24; 3,05; dan 0,61 cmol(+)/kg.

Perlakuan dirancang menurut pola acak kelompok, dengan enam perlakuan dan enam ulangan. Takaran pupuk N, P₂O₅, dan K₂O berturut-turut adalah 120 kg, 18 kg, dan 75 kg/ha untuk tanaman padi dan 30 kg, 18 kg, dan 50 kg/ha untuk tanaman kedelai. Pupuk kandang sebanyak 5 t/ha diberikan menjelang padi gogorancan (gora) atau sisa tanaman padi gora menjelang padi walik jerami diberikan sebelum pengolahan tanah. Susunan perlakuan pada masing-masing pola tanam disajikan pada Tabel 1. Perlakuan pemupukan tersebut telah berlangsung selama 10 tahun (1995-2004) dengan rata-rata hasil gabah dapat dilihat pada Tabel 2. Tahun 2005/06 merupakan tahun ke-11 percobaan pemupukan jangka panjang berlangsung.

Pola tanam yang umum diterapkan petani di daerah ini adalah padi-padi-palawija atau bera. Padi pertama ditanam dengan sistem gora, di mana tanah diolah dalam keadaan kering dan benih dibanam ke lubang tugal pada saat kondisi tanah lembab setelah terjadi hujan. Setelah panen padi gora, tanah diolah ringan dan padi kedua (walik jerami) ditanam secara pindah. Palawija atau kedelai ditanam segera setelah panen padi kedua tanpa pengolahan tanah. Padi gogorancan ditanam pada musim hujan, padi walik jerami ditanam menjelang musim hujan berakhir, dan palawija ditanam pada musim kemarau.

Tabel 1. Perlakuan percobaan pola tanam padi gogorancan-padi walik jerami.

No.	Padi gogorancan	Padi walik jerami
1	Kontrol	Kontrol
2	Pupuk kandang	Sisa tanaman
3	NP	NPK
4	Pupuk kandang + NP	Sisa tanaman + NPK
5	NPK	NP
6	Pupuk kandang + NPK	Sisa tanaman + NP

Tabel 2. Hasil gabah pada lahan sawah tadah hujan dalam periode 1995-2004 dengan perlakuan pemupukan berbeda. Jakenan, Kab. Pati.

Perlakuan pada padi gogorancan	Hasil gabah (t/ha)	Perlakuan pada padi walik jerami	Hasil gabah (t/ha)
Kontrol	1,97	Kontrol	1,31
Pupuk kandang	3,57	Sisa tanaman	1,99
NP	4,05	NPK	2,84
Pupuk kandang + NP	4,72	Sisa tanaman + NPK	3,81
NPK	4,17	NP	2,86
Pupuk kandang + NPK	4,82	Sisa tanaman + NP	3,87
Rata-rata	3,88	Rata-rata	2,78

Penelitian dimulai menjelang berakhirnya musim hujan atau awal musim kemarau dengan tanaman padi walik jerami (MK 2005) dan dilanjutkan padi gogoranch pada awal MH 2005/06. Padi walik jerami varietas Ciherang ditanam pindah dari persemaian pada 18 April 2005 dan dipanen 10 Juli 2005. Padi gogoranch varietas Ciherang ditanam secara tugal pada 21 Oktober 2005, 6-8 biji/lubang tugal .

Petak percobaan berukuran 5 m x 10 m, jarak tanam 20 cm x 20 cm untuk padi dan 40 cm x 25 cm untuk kedelai. Pupuk N diberikan tiga tahap, masing-masing 1/4 bagian pada 7 hari setelah berkecambah untuk padi gora atau sebelum tanam untuk padi walik jerami, 1/2 bagian saat pembentukan anakan aktif, dan 1/4 bagian lainnya saat primordia bunga. Seluruh pupuk P diberikan bersamaan dengan pemupukan N pertama. Pupuk K diberikan dua kali, 1/2 bagian bersamaan dengan pemupukan N pertama dan 1/2 bagian lainnya bersamaan dengan pemupukan N terakhir. Pemberian pupuk untuk kedelai mengikuti rekomendasi setempat. Pengendalian gulma, hama, dan penyakit dilakukan berdasarkan kondisi di lapang.

Pengambilan contoh tanah pada lapisan olah (0-20 cm) dilakukan sebelum pengolahan tanah untuk padi walik jerami (MK 2005). Contoh tanah diperlukan untuk analisis pH, C-organik, N total, P tersedia, dan basa-basa tertukar. Hasil gabah ditetapkan dari ubinan 3 m x 8 m.

Data dianalisis menggunakan sidik ragam, dan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

Pengukuran Emisi Gas Metana

Pengambilan contoh gas dilakukan dengan menggunakan sungkup berukuran 20 cm x 20 cm x 100 cm yang diletakan di lapang. Contoh gas diambil pada menit ke 5, 10, 15, dan 20 setelah peletakan sungkup, menggunakan injeksi propilen ukuran 5 ml. Konsentrasi gas CH₄

pada contoh gas ditetapkan menggunakan alat gas kromatografi (GC) yang dilengkapi dengan FID (*Flame Ionization Detector*). Untuk menghitung emisi gas CH₄ digunakan rumus yang digunakan Khalil *et al.* (1991) sebagai berikut:

$$E = \frac{dc}{dt} \frac{Vch}{Ach} \frac{mW}{mV} \frac{273,2}{(273,2+T)}$$

- E : Emisi gas CH₄ (mg/m²/hari)
- dc/dt : Perbedaan konsentrasi CH₄ per waktu (ppm/ menit)
- Vch : Volume boks (m³)
- Ach : Luas boks (m²)
- mW : Berat molekul CH₄ (g)
- mV : Volume molekul CH₄ (22,41 l)
- T : Temperatur rata-rata selama pengambilan sampel (°C)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Padi Sawah Tadah Hujan

Masukan hara, baik dari pupuk anorganik maupun bahan organik, diperlukan tanaman padi pada lahan sawah tadah hujan yang mempunyai tingkat kesuburan fisik dan kimia yang rendah. Pemupukan menentukan pertumbuhan dan hasil padi (Tabel 3). Hasil padi pada sistem gogoranch nyata lebih tinggi daripada sistem walik jerami. Kondisi yang menguntungkan pada padi gogoranch umumnya didukung oleh berlimpahnya air hujan, terutama pada saat pertumbuhan generatif. Tanpa air yang cukup dan masukan hara dari pemupukan, hasil padi sawah tadah hujan hanya 1-2 t/ha.

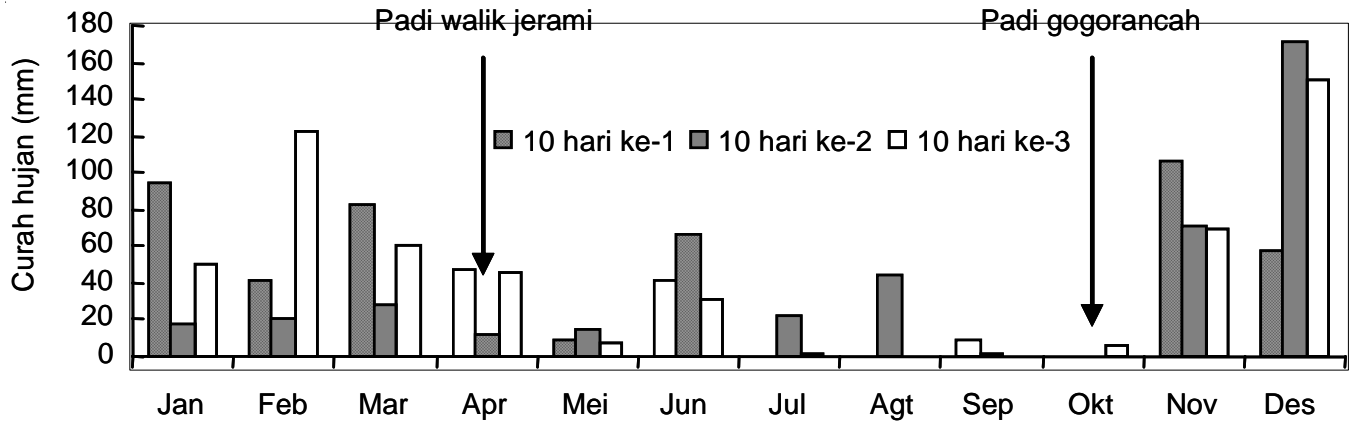
Pemupukan memberikan hasil 3,51-8,72 t/ha pada padi gogoranch MH 2005/06 dan 2,04-3,67 t/ha pada padi walik jerami MK 2005. Kondisi menguntungkan bagi

Tabel 3. Hasil gabah pada lahan sawah tadah hujan dan emisi gas metana pada berbagai perlakuan pengelolaan pupuk di Jakenan, 2005-06.

Perlakuan	Hasil gabah (t/ha)		Emisi gas metana (kg CH ₄ /ha/musim)	
	Gogoranch	Walik jerami	Gogoranch	Walik jerami
Tanpa pupuk	4,15 d	2,04 c	29,5 ab	52,0 a
Pupuk organik*	5,88 c	2,43 c	20,5 b	40,5 a
NP	3,51 d	3,00 b	41,5 a	49,5 a
Pupuk organik* + NP	6,69 bc	3,31 ab	20,0 b	25,0 a
NP K	7,28 b	3,05 b	19,5 b	84,0 a
Pupuk organik* + NPK	8,72 a	3,67 a	47,5 a	67,5 a
KK (%)	16,48	15,63	23,50	17,65

Angka selajur diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 menurut uji DMRT

* Bahan organik yang digunakan pada gogoranch dan walik jerami masing-masing adalah pupuk kandang dan jerami padi



Gambar 1. Agihan curah hujan selama pertumbuhan tanaman padi pada lahan sawah tadah hujan, MT 2005.

padi gogorancah yang ditanam pada saat tanah tidak tergenang (kondisi aerob) ditunjang oleh sistem perakaran yang dalam dan kuat, sehingga tanaman dapat memanfaatkan hara secara efisien dan efektif. Selain itu, pertumbuhan padi gogorancah didukung oleh ketersediaan air yang cukup dari hujan dan nyata pengaruhnya terhadap peningkatan hasil gabah dibandingkan padi walik jerami (Gambar 1).

Hasil padi sawah tadah hujan yang diberi bahan organik 20,1-53,4% lebih tinggi daripada tanpa bahan organik (Tabel 3). Pemberian bahan anorganik nyata meningkatkan hasil gabah. Pemberian pupuk N dan P tanpa K tidak efisien meningkatkan hasil gabah, karena tanaman tertular penyakit *Helminthosporium oryzae* yang dapat menurunkan hasil panen. Apabila pemberian pupuk N dan P dikombinasikan dengan bahan organik, tanaman mampu memberikan hasil lebih baik dan penularan penyakit menurun. Pemberian pupuk NPK meningkatkan hasil 66,4% jika tanpa dikombinasikan dengan bahan organik, dan 49,0% jika dikombinasikan dengan bahan organik. Penambahan bahan organik meningkatkan hasil padi sawah tadah hujan 20,2-53,4% per tahun. Peningkatan nyata terjadi pada pemberian pupuk NP dan bahan organik.

Fluks Gas Metana dari Sawah Tadah Hujan

Emisi gas metana melalui padi gogorancah rata-rata 29,8 kg CH₄/ha, lebih rendah daripada melalui padi walik jerami dengan rata-rata 53,1 kg CH₄/ha. Fluks gas metana melalui padi gogorancah berkisar antara 19,5-47,5 kg CH₄/ha, sedangkan melalui padi walik jerami 25,0-67,5 kg CH₄/ha. Padi walik jerami ditanam secara pindah pada saat lahan masih tergenang, sehingga menguntungkan mikroorganisme penghasil gas metana (bakteri me-

tanogen). Sebaliknya, padi gogorancah ditanam pada saat tanah kering dan mulai tergenang pada fase generatif, sehingga kurang menguntungkan bagi pembentukan gas metana dalam tanah. Menurut Takai *dalam* Neue dan Scharpenseel (1984), kondisi optimum pembentukan gas metana adalah pada suhu 30-40°C, potensial redoks (Eh) tanah di bawah -200 mV dengan pH 6,4-7,8. Dengan demikian bakteri ini hanya berkembang pesat pada tanah dengan kondisi anaerob, sebagaimana halnya pada tanah tergenang. Tingkat dan lama kondisi anaerob menentukan besar emisi gas metana, sedangkan kondisi tersebut ditentukan oleh rejim air.

Pemberian masukan berupa pupuk anorganik dan bahan organik nyata meningkatkan emisi gas metana melalui padi gogorancah, sedangkan melalui padi walik jerami tidak nyata pengaruhnya (Tabel 3). Fluks gas metana terendah dicapai oleh perlakuan NPK pada padi gogorancah (19,5 kg CH₄/ha) dan perlakuan bahan organik + NP pada padi walik jerami (25,0 kg CH₄/ha). Fluks gas metana tertinggi dicapai oleh perlakuan bahan organik + NPK, yaitu 47,5 kg CH₄/ha pada padi gogorancah dan 67,5 kg CH₄/ha pada padi walik jerami. Menurut Wassman *et al.* (1993), pemberian bahan organik umumnya mempertinggi emisi gas metana dari lahan sawah. Pembenaman jerami ke dalam tanah nyata meningkatkan laju emisi gas metana dibandingkan pemberian pupuk kandang atau kompos (Yagi and Minami 1990, Schutz *et al.* 1989).

Pemberian bahan organik berupa jerami pada padi walik jerami menyebabkan laju emisi gas metana lebih tinggi daripada padi gogorancah yang menggunakan pupuk kandang. Pemberian bahan organik dengan nisbah C/N rendah diprediksi lebih menguntungkan dalam meningkatkan hasil tanaman dan menurunkan

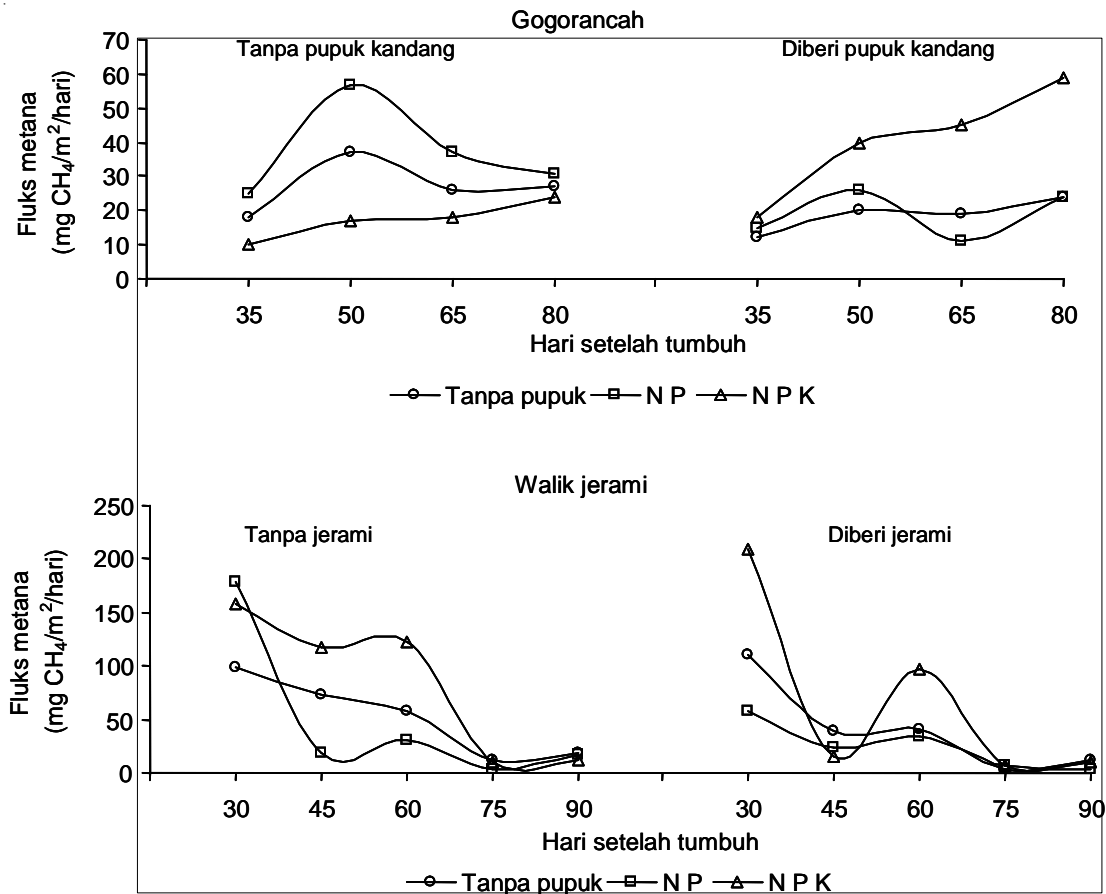
emisi gas metana. Karbon yang terdapat dalam bahan organik memiliki laju imobilisasi yang tinggi dalam biomassa mikrobia sehingga merupakan substrat metanogenik (Corton *et al.* 2000; Matthews *et al.* 2000).

Tanpa bahan organik, pemberian pupuk anorganik ke tanah sawah tadah hujan mengakibatkan peningkatan fluks gas metana. Penambahan pupuk anorganik menstimulasi peningkatan emisi gas metana ke atmosfer. Emisi gas metana melalui padi sawah tadah hujan pada perlakuan kontrol, NP, dan NPK masing-masing adalah 82 kg, 91 kg, 104 kg CH₄/ha/tahun. Kombinasi bahan organik dengan pupuk anorganik yang makin lengkap cenderung meningkatkan fluks gas metana, kecuali pada perlakuan NP. Pupuk anorganik NP diduga dapat mempengaruhi potensial redoks lahan sawah yang dapat menekan fermentasi anaerobik, sehingga menurunkan emisi gas metana seperti pupuk kimia ammonium sulfat dan ammonium nitrat (Chen Zongliang *et al.* 1993).

Penambahan pupuk K dan bahan organik tampaknya menstimulasi peningkatan emisi gas metana. Emisi gas metana pada perlakuan tanpa pupuk anorganik, NP, dan NPK yang dikombinasikan dengan bahan organik

masing-masing adalah 62 kg, 45 kg, 115 kg CH₄/ha/tahun. Kombinasi pemupukan anorganik NPK dan bahan organik memperbaiki pertumbuhan tanaman yang berpengaruh terhadap rizodeposisi eksudat akar dan akar yang mati. Matthews *et al.* (2000) memprediksi rizodeposisi memberikan kontribusi 380 kg C/ha sebagai substrat metanogenik setiap musim, 37% substrat berasal dari berbagai sumber pada saat tidak ada penambahan bahan organik, 22% berasal dari sisa tanaman musim sebelumnya, dan 41% dari fraksi humik dari bahan organik tanah.

Pola emisi gas metana melalui padi gogoranch cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya umur tanaman (Gambar 2). Pada awal pertumbuhan padi gogoranch, fluks gas metana rendah dan lambat laun meningkat hingga tanaman berumur 80 hari setelah tumbuh. Rendahnya emisi gas metana pada awal pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh kondisi tanah yang belum tergenang (nilai Eh positif), di mana kondisi potensial redoks tersebut tidak menguntungkan bagi bakteri metanogen membentuk gas metana (Gambar 3). Peningkatan fluks gas metana pada saat tanaman berumur 50 HST disebabkan oleh kondisi lahan sawah



Gambar 2. Pola emisi gas metana melalui tanaman padi sawah tadah hujan pada berbagai pengelolaan pupuk. Jakenan, MT 2005-06.

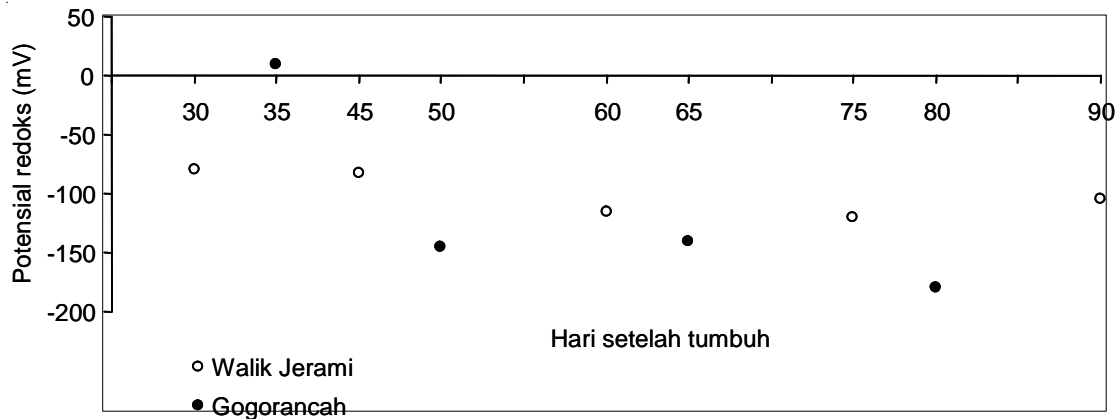
yang tergenang. Bakteri metanogen sebagai bakteri anaerobik fakultatif hanya dapat berfungsi optimal pada potensial redoks berkisar antara -150 dan -200 mV (Setyanto dan Abubakar 2005).

Produksi metana dengan laju tinggi pada tanaman padi gogorancah terutama pada perlakuan NPK dan pupuk kandang selama fase reproduktif hingga fase pemasakan disebabkan oleh degradasi C organik tersedia dalam bentuk eksudat akar. Kehadiran C organik yang dapat terdegradasi dari eksudat akar merupakan substrat metanogenik sebagai dampak aktivitas fotolisis dan degradasi anaerobik C organik *indigenous* dalam tanah (Sass dan Fisher *cit* Setyanto *et al.* 2004)

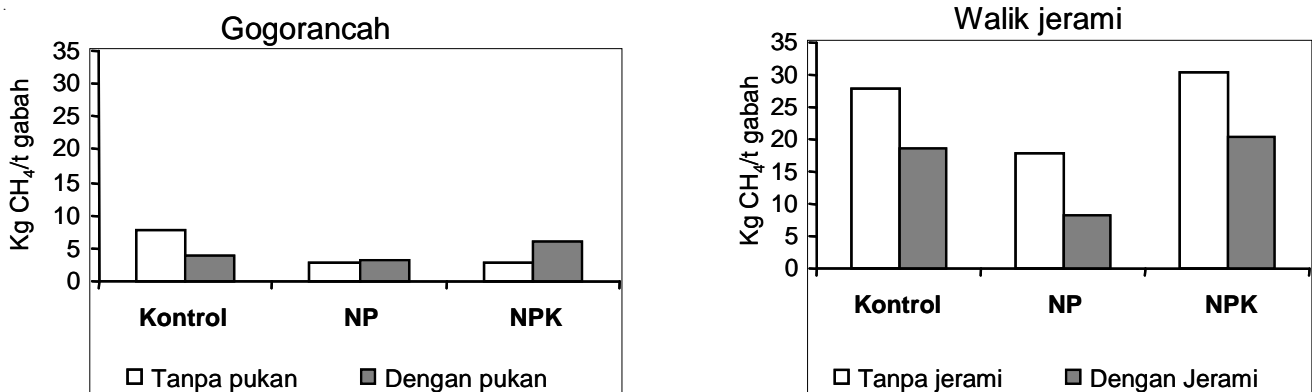
Tanah sawah yang tergenang merupakan kondisi ideal bagi produksi gas metana, lebih dari 90% gas metana yang dihasilkan terangkut melalui jaringan vascular tanaman padi ke atmosfer (Bachelet and Neue 1993). Sebaliknya, pola emisi gas metana melalui padi walik jerami mengalami penurunan sejalan dengan bertambahnya umur tanaman. Pada padi walik jerami,

kondisi tanah tergenang terjadi pada fase vegetatif dan ketersediaan air cenderung berkurang pada fase re-produktif. Berkurangnya ketersediaan air menyebabkan tanah dalam kondisi aerobik yang tidak menguntungkan bagi pembentukan gas metana. Fluks gas metana melalui padi walik jerami relatif tinggi pada saat tanaman berumur 60 HST. Hal ini dimungkinkan karena berkaitan dengan ketersediaan substrat bagi bakteri metanogen seperti eksudat akar, sisa-sisa akar, bahan organik tanah, dan pembenaman jerami ke dalam tanah (Bachelet and Neue 1993).

Proporsi produksi gas metana dari setiap bobot hasil gabah dapat digunakan untuk menduga besarnya emisi metana melalui tanaman padi yang dibudidayakan. Gambar 4 menunjukkan tingkat emisi gas metana untuk setiap ton gabah yang dihasilkan oleh tanaman padi sawah tadah hujan. Emisi gas metana per ton gabah melalui tanaman padi walik jerami umumnya lebih tinggi daripada padi gogorancah. Menurut Bachelet dan Neue (1993), laju emisi gas metana dari lahan sawah beragam sepanjang musim, bergantung pada rejim air dan keter-



Gambar 3. Kondisi potensial redoks tanah saat pertumbuhan tanaman padi sawah tadah hujan. Jakenan, MT 2005-06.



Gambar 4. Kontribusi hasil gabah dalam melepaskan gas metana ke atmosfer dari lahan sawah tadah hujan. Jakenan, MT 2005-06.

sediaan substrat bagi bakteri metanogen. Emisi gas metana per ton gabah melalui tanaman padi gogorancak selama MH 2005/2006 adalah kurang dari 10 kg CH₄/t gabah, sedangkan melalui tanaman padi walik jerami lebih dari 10 kg CH₄/t gabah varietas Ciherang. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa air yang tersedia melimpah, terutama pada fase vegetatif padi walik jerami, sehingga menyebabkan terjadinya kondisi reduktif tanah (Eh bernilai negatif) yang menguntungkan bagi pembentukan gas metana dalam tanah.

Tingkat emisi gas metana per bobot hasil gabah padi walik jerami pada perlakuan pemberian jerami lebih rendah daripada tanpa jerami. Ini menunjukkan bahwa jerami yang ditanam ke tanah belum sepenuhnya terombak secara anaerobik, sehingga bakteri metanogen belum optimal memanfaatkannya dalam pembentukan gas metana. Pengelolaan padi walik jerami melalui pengaturan rejim air seperti penerapan *intermittent irrigation system* perlu dipadukan dengan pengelolaan masukan hara, sehingga tingkat emisi gas metana melalui tanaman padi walik jerami dapat ditekan.

KESIMPULAN

Emisi gas metana melalui padi walik jerami lebih tinggi daripada padi gogorancak. Fluks gas metana melalui padi gogorancak berkisar antara 19,5-47,5 kg CH₄/ha, sedangkan melalui padi walik jerami 25,0-67,5 kg CH₄/ha.

Pemberian bahan organik maupun bahan anorganik pada padi gogorancak mengemisi gas metana relatif rendah daripada padi walik jerami. Pemberian pupuk kandang cenderung menurunkan emisi gas metana. Emisi gas metana melalui tanaman padi walik jerami yang relatif rendah dicapai oleh perlakuan jerami + NP. Penambahan hara K justru memacu emisi gas metana.

Peluang untuk mendapatkan hasil gabah tinggi dengan emisi gas metana yang rendah lebih besar pada pertanaman padi gogorancak. Hasil gabah relatif rendah dengan emisi gas metana relatif tinggi terjadi pada pertanaman padi walik jerami.

Pengelolaan pupuk dan air secara terpadu pada padi walik jerami, antara lain dengan memberikan bahan organik dan pengaturan air berselang, menurunkan tingkat emisi gas metana dari lahan sawah tadah hujan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Sri Wahyuni, SP yang telah membantu dalam

analisis penetapan fluks gas metana di laboratorium, dan kepada Sdr. Sarwoto dan Suyanto yang membantu pelaksanaan percobaan di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachelet, D., and H.U. Neue. 1993. Methane emissions from wetland rice areas of Asia. *Chemosphere* 26:219-237.
- Chen Zongliang, Li Debo, Shao Kesheng, and Wang Bujun. 1993. Features of CH₄ emission from rice paddy fields in Beijing and Nanjing. *Chemosphere* 26:239-245.
- Corton, T.M., J.B. Bajita, F.S. Groope, R.R. Pamplona, A. Asis Jr., R. Wassmann, R.S. Lantin, and L.V. Buendia. 2000. Methane emission from intensively managed rice field in central Luzon, Philippines. *Nutrient Cycling in Agroecosystem* 58:37-53.
- Houghton, J.T., G.J. Jenkins, and J.J. Ephraums. 1990. Climate change, The IPCC Scientific Assessment. pp. 5-40 in Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change. World Meteorological Organization, United Nations Environment.
- IRRI. 1997. Program highlights for rainfed lowland rice. p. 32-33. in Partners making a difference. International Rice Research Institute. Los Banos, Manila.
- Khalil, M.A.K., R.A. Rasmussen, M.X. Wang, and L. Ren. 1991. Methane emission from rice fields in China. *Environ. Sci. Technol.* 25:979-981.
- Matthews, R.B., R. Wassmann, L.V. Buendia, and J.W. Knox. 2000. Using a crop/soil simulation model and GIS techniques to assess methane emission from rice field in Asia. II. Model validation and sensitivity analysis. *Nutrient Cycling in Agroecosystem* 58:161-177.
- Neue, H.U., and H.W. Scharpenseel. 1984. Gaseous product of the decomposition of organic matter in submerged soils. p. 311-328 in *Organic Matter & Soil*. International Rice Research Institute. Los Banos, Laguna, Philippines.
- Neue, H.U., and P.A. Roger. 1994. Potential of methane emission in major rice ecologies. pp. 65-92 in R.G. Zepp (Ed.). *Climate Biosphere Interaction: Biogenic Emissions and Environmental Effects of Climate Change*. John Wiley & Sons, Inc.
- Neue, H.U., & R.L. Sass. 1994. Trace gas emission from rice fields. *Environ. Sci. Research* 48:119-147.
- Schutz, H., A. Holzapfel-Pschorn, R. Conrad, H. Rennenberg, and W. Seiler. 1989. A three years continuous record on the influence of daytime, season, and fertilizer treatment on methane emission rates from an Italian rice paddy field. *J. Geophys. Res.* 94:16405-16416.
- Setyanto, P. and R. Abubakar. 2005. Methane emission from paddy field as influenced by different water regimes in Central Java. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 6(1):1-9.
- Setyanto, P., A.B. Rosenani, R. Boer, C.I. Fauziah, and M.J. Khanif. 2004. The effect of rice cultivars on methane emission from irrigated rice field. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 5(1):20-31.
- Wassman, R., H. Papen, and H. Rennenberg. 1993. Methane emission from rice paddies and possible mitigation strategies. *Chemosphere* 26:201-217.
- Yagi, K., and K. Minami. 1990. Effect of organic matter application on methane emission from some Japanese paddy fields. *Soil Sci. Plant Nutr.* 36:599-610.