

TEKNOLOGI PENGAIRAN DAN PENGOLAHAN TANAH PADA BUDIDAYA PADI SAWAH UNTUK MITIGASI GAS METANA (CH₄)

[Irrigation and Soil Cultivation Technology on Rice Field for Mitigation of Methane (CH₄) Gas Emission]

Orbanus Naharia¹^{El}, M Sri Saeni², Supiandi Sabihan³ dan Harris Burhan⁴

¹FMIPAUNIMAManado, ²FMIPAIPB Bogor, ³Fakultas Pertanian IPB Bogor

⁴PT. Syngenta Indonesia

ABSTRACT

Global warming that caused by green house effect is one phenomena where short wave sunlight radiation penetrates the atmosphere and changes to become long wave on earth surface, when reaching the earth surface, a part of the wave reflected to atmosphere, however not the entire reflected wave will be released to outer space; greenhouse gases layer in the atmosphere will reflect part of the wave to the earth surface resulting in increasing surface temperature. According to data from National Communication in 1997, agriculture and husbandry sectors give large contribution for the increasing green house gases particularly CH₄ produced from rice field cultivation. Due to the reason, research for "irrigation and soil cultivation technology on rice field for mitigation of methane (CH₄) gas emission in dry season" has been conducted. The objectives are to analyze different effect of continuously flooded (5 cm), intermittent irrigation and saturated water condition (0 - 1 cm water level) on CH₄ emission, to analyze effect of soil cultivation and zero tillage on CH₄ emission and to analyze interaction between irrigation treatment and soil cultivation on rice field for CH₄ emission. The result indicated that type of irrigation systems affect the CH₄ emission on rice field cultivation. Intermittent irrigation system shows able to suppress CH₄ emission 56.34%, while saturated water condition system is 54.61%. Type of soil cultivation also affects the CH₄ emission. Soil preparation with zero tillage by touchdown reduced CH₄ emission by 25.55%, while by gramoxone the reduction was 48.84%. The lowest CH₄ emission was under saturated water condition system combined with zero tillage treatment. Combination saturated water condition system by touchdown and zero tillage treatment is resulting emission in amount of 61.54 kg/CH₄/ha/season. The combination of saturated water condition system by gramoxone and zero tillage treatment is resulting emission in amount of 88.12 kg CH₄/ha/season. Combination of all treatment has no significant difference on rice yield.

Kata kunci: Teknologi pengairan, irigasi, pengolahan tanah, budidaya padi, sawah, pemanasan global, gas rumah kaca, mitigasi gas metana.

PENDAHULUAN

Gas Metana (CH₄) merupakan salah satu gas rumah kaca di atmosfer yang berpengaruh terhadap peningkatan suhu bumi (Bouwman, 1991). Dalam peningkatan suhu global, gas CH₄ di atmosfer berkemampuan 25-35 kali lebih efektif dari pada gas CO₂. Kehadiran gas CH₄ sebesar 1,3 ppmv di atmosfer menyebabkan peningkatan suhu global 1,3°C (IPCC, 1992). Peningkatan laju konsentrasi gas CH₄ diperkirakan relatif masih tinggi hingga abad 20-an, yaitu >0,6% per tahun (Steele *et al*, 1987). Emisi gas CH₄ menyumbang 15% dari total efek rumah kaca (Mosier *et al*, 1994). Jika konsentrasi gas rumah kaca meningkat. maka penyerapan radiasi gelombang panjang di atmosfer meningkat pula

sehingga energi akan dipancarkan kembali ke bumi, yang akan meningkatkan suhu permukaan bumi.

Data emisi gas rumah kaca tahun 1990 yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dalam *National Communication* (1997) memberikan gambaran bahwa sektor pertanian memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap meningkatnya emisi gas rumah kaca khususnya gas CH₄ yang dihasilkan dari budidaya padi sawah. Emisi gas CH₄ dari lahan sawah di bumi diperkirakan sebesar 60 Tg CH₄/tahun (IPPC, 1996). Indonesia dengan luas sawah lebih dari 10juta ha (Biro Pusat Statistik, 2003) diduga memberi kontribusi ± 1% terhadap total emisi gas CH₄ global (Makarim dan Setyanto, 1995), bahkan sebelumnya diperkirakan lebih dari 1% (Husin *et al*,

Tulisan ini merupakan bagian disertasi untuk meraih gelar Doktor ON pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor.

1995) dengan asumsi total emisi gas CH₄ berbanding lurus dengan total produksi padi.

Tanah tergenang seperti lahan padi sawah merupakan salah satu sumber gas CH₄ atmosferik dan memberi kontribusi sekitar 20-100 Tg CH₄/tahun (Prather *et al. cit* Subadiyasa *etal.*, 1997). Kludze *et al.* (1993) melaporkan bahwa fluks gas CH₄ global di lahan sawah 20% berasal dari peningkatan luas panen. Fluktuasi emisi gas CH₄ dipengaruhi oleh budidaya tanaman seperti pengelolaan air (Sass *et al.*, 1992; Suharsih *et al.*, 1999), penggunaan varietas padi dan karakteristik tanah (Yagi dan Minami, 1990). Pelepasan gas CH₄ melalui tanaman padi >90% pada tanah yang disawahkan (Neue and Sass, 1994). Besarnya emisi gas CH₄ dari lahan sawah, bergantung dari cara budidaya seperti bahan organik yang digunakan (Wiharjaka *et al.*, 1999a), penggunaan varietas padi (Wiharjaka *et al.*, 1999b), jenis dan frekuensi pemberian pupuk N (Setyanto *et al.*, 1999). Pada lahan sawah tadah hujan emisi gas CH₄ berkisar antara 71-217 mg CH₄/m²/hari (Setyanto *et al.*, 2000). Menurut Khalil dan Rasmussen (1992), bahwa padi sawah secara keseluruhan merupakan sumber terbesar gas CH₄ dibandingkan sumber-sumber lainnya yakni sebesar 21,9% dengan laju penambahan 1-2% per tahun. Holzapfel-Pschorn *et al.* (1986), mengemukakan bahwa pelepasan gas CH₄ ke atmosfer dari lahan sawah antara lain melalui pembuluh aerenkhima tanaman padi. Hal serupa juga dikemukakan oleh Cicerone and Shetter (1983) dan Kludze *et al.* (1993).

Hasil penelitian Suharsi *et al.* (1999), menunjukkan bahwa padi sawah tidak membutuhkan air yang melimpah. Kelebihan air dari pengelolaan air irigasi dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain seperti peningkatan intensitas tanam, perluasan areal tanam dan mengurangi pembeeraan tanah terutama di musim kemarau. Teknik irigasi sawah yang saat ini banyak diterapkan oleh petani adalah irigasi kontinu. Diperlukan teknologi pengelolaan air yang dapat mendukung kesinambungan produksi dan memberikan nilai positif bagi lingkungan. Disamping itu saat ini sedang dikembangkan teknologi olah tanah konservasi (OTK) untuk persiapan lahan melalui aplikasi teknologi tanpa olah tanah (TOT)

dan olah tanah minimum (OTM). Teknologi olah tanah konservasi mengacu pada cara olah tanah yang menunjang sistem pertanian berkelanjutan, karena sistem TOT dapat menghemat tenaga kerja, mempercepat panen dan penghematan air. Adanya teknologi pengairan dan pengolahan tanah yang berbeda untuk budidaya padi sawah mengakibatkan proses-proses fisika, kimia dan biologi dalam tanah berbeda, dengan demikian akan menghasilkan emisi gas CH₄ yang berbeda.

Penelitian ini bertujuan **untuk** mengetahui pengaruh penerapan teknologi pengairan dan pengolahan tanah pada budidaya padi sawah terhadap emisi gas CH₄.

METODE PENELITIAN

Penelitian berlangsung pada bulan Oktober 2002 - Maret 2003, di lahan sawah Loka Penelitian Pencemaran Lingkungan Pertanian, Jakenan Jawa Tengah dengan jenis tanah inceptisol. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK.) sebagai rancangan lingkungan dan split-plot sebagai rancangan perlakuan. Perlakuan pengairan (A) sebagai petak utama dengan tiga faktor: A1 = penggenangan 5 cm, A2 = pengairan berselang, dan A3 = Pengairan macak-macak. Pengolahan tanah sebagai anak petak (T) dengan tiga faktor: T1 = olah tanah sempurna, T2 = tanpa olah tanah + touchdown 3 l/ha, dan T3 = tanpa olah tanah + gramoxone 3 l/ha. Dengan demikian terdapat sembilan perlakuan, masing-masing perlakuan diulang tiga kali sehingga terdapat 27 satuan percobaan. Satu petak percobaan berukuran 4 x 6 m. Penempatan semua perlakuan dalam petak percobaan dilakukan secara acak.

Bahan yang digunakan: varietas padi IR - 64, pupuk (N, P₂O₅, K₂O), Herbisida touchdown dan gramoxone. Alat yang digunakan meliputi: jarum suntik ukuran 5 ml. box dari kaca polypropylene dengan ukuran 40 x 40 x 60 cm dan ukuran 40 x 40 x 10 cm, oven, *sampling valve*, gas chromatograph GC - 8A yang dilengkapi dengan detector FID (*Flame Ionisation Detector*), Chromatopag C - R6A, ayakan, sentrifuse, thermometer, oven, pH meter, EC meter, labu takar, gelas ukur, pipet volumetric, cawan, neraca, kater dan ring sampel.

Untuk perlakuan A1, petak-petak percobaan digenangi air secara terus menerus selama waktu pertumbuhan sampai dua minggu menjelang panen. Ketinggian genangan diusahakan \pm 5 cm. Perlakuan A2, petak percobaan digenangi air setinggi kurang lebih 5 cm kemudian dilakukan pengeringan sebanyak dua kali pada 9-15 hari setelah tanam (HST) dan 29-35 HST. Pada hari ke 36 petak percobaan diairi lagi sampai dua minggu menjelang panen. Perlakuan A3, petak percobaan selalu dijaga pada kondisi tidak tergenang tapi berada dalam keadaan jenuh air.

Perlakuan T1, pengolahan tanah dilakukan dua tahap pada kondisi tanah macak macak, kemudian diratakan dan digenangi selama beberapa hari sebelum tanam. Perlakuan T2, lahan yang ditumbuhi gulma dan ratun padi dari musim tanam sebelumnya disemprot dengan herbisida touchdown dalam keadaan kering. Kurang lebih lima hari setelah penyemprotan, lahan digenangi selama 10 hari kemudian dikeringkan pada saat tanam. Untuk perlakuan T3, prinsip kerjanya hampir sama dengan perlakuan T2, perbedaannya terletak pada waktu aplikasi herbisida, dimana aplikasi herbisida gramoxone dilakukan 4 hari setelah aplikasi herbisida touchdown pada perlakuan T2. Pemupukan dilakukan sesuai dengan dosis anjuran.

Sampel gas diambil dengan menggunakan dua jenis boks yang terbuat dari kaca polypropylene, masing-masing dengan ukuran 40 x 40 x 60 cm dan 40 x 40 x 110 cm. Jenis boks yang digunakan tergantung pada tinggi tanaman. Masing-masing boks dilengkapi dengan penutup yang terbuat dari karet. Selama pengambilan sampel gas, setiap boks dilengkapi dengan pengukur suhu untuk mengetahui perubahan suhu yang terjadi didalam boks. Tinggi ruang bagian atas boks (*head space*) dicatat setiap kali pengambilan contoh gas untuk mengetahui volume efektif boks dalam perhitungan emisi gas CH₄. Untuk mengetahui kecepatan perubahan emisi, gas sampel diambil menggunakan jarum suntik ukuran 5 ml pada interval 3,6,9 dan 12 menit. Sampel gas diambil 4 hari sekali dimulai sehari setelah pemberian pupuk pertama, kecuali pada saat pengeringan pengambilan gas dilakukan 2 hari sekali. Waktu pengambilan gas sampel

dilakukan pada pagi hari dimulai pada pukul 06⁰⁰ - 09⁰⁰. Konsentrasi CH₄ dari sampel gas kemudian dianalisa menggunakan gas kromatografi yang dilengkapi dengan detector FID. Setiap kali pengambilan sampel gas, perubahan redoks potensial (Eh) dan tingkat kemasaman (pH) tanah juga diukur. Pengamatan produksi dilakukan dengan menimbang hasil ubinan kering panen pada kadar air 14%.

HASIL

Emisi Gas CH₄ pada Perlakuan Pengairan

Hasil penelitian mengenai pengaruh perlakuan pengairan terhadap emisi gas CH₄ ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Emisi gas CH₄ pada perlakuan pengairan.

Perlakuan	Emisi gas CH ₄ (kg CH ₄ /ha/musim)
Pengairan tergenang (A 1)	303,08 a
Pengairan Berselang (A2)	132,31 b
Pengairan macak-macak (A3)	137,56 b

Angka pada lajur yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 BNT

Emisi Gas CH₄ pada Perlakuan Pengolahan Tanah

Data pada Tabel 2 menunjukkan pengaruh perlakuan pengolahan tanah terhadap emisi gas CH₄.

Tabel 2. Emisi Gas CH₄ Pada Perlakuan Pengolahan Tanah.

Perlakuan	Emisi gas CH ₄ (kg CH ₄ /ha/ musim)
Olah tanah sempuma (T1)	253,95 a
Tanpa olah tanah + touchdown 3 l/ha (T2)	189,07 b
Tanpa olah tanah + gramoxone 3 l/ha (T3)	129,92 c

Angka pada lajur yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 BNT

i

Emisi Gas CH₄ pada Interaksi Perlakuan

Emisi gas CH₄ tertinggi dihasilkan dari kombinasi perlakuan pengairan tergenang dengan pengolahan tanah sempuma sebesar 422,66 kg CH₄/ha/musim dan emisi terendah dihasilkan dari dua kombinasi perlakuan yakni perlakuan pengairan macak-macak dengan tanpa olah tanah menggunakan touchdown sebesar 61,54 kg CH₄/ha/

musim dan perlakuan pengairan macak-macak dengan tanpa olah tanah menggunakan gramoxone sebesar 88,12 kg CH/ha musim (Gambar 1).

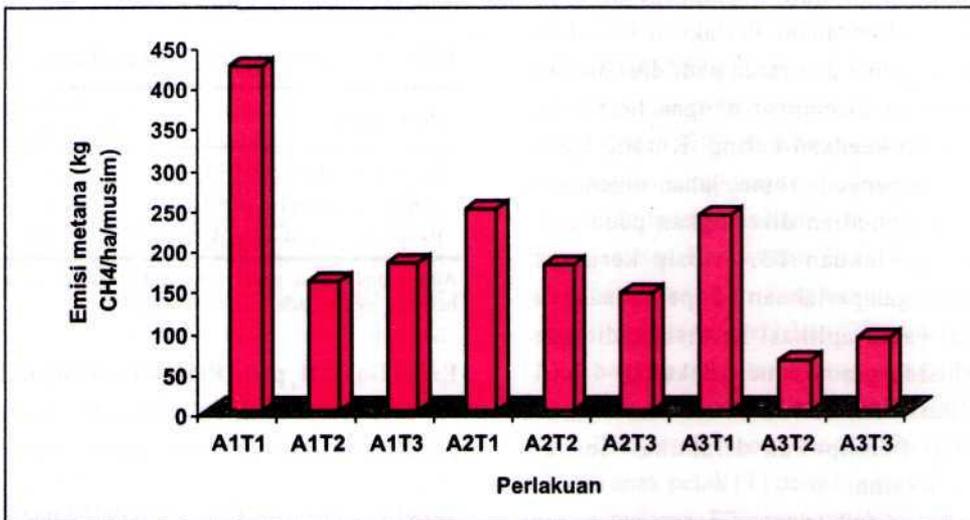
Produksi Padi

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kombinasi semua perlakuan tidak berpengaruh terhadap hasil padi, namun hasil tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan A1T1 dan hasil terendah pada konibinasi perlakuan A2T3 (Gambar 2). Gambar 3 iiiemperlihatkan kecenderungan bahwa semakin

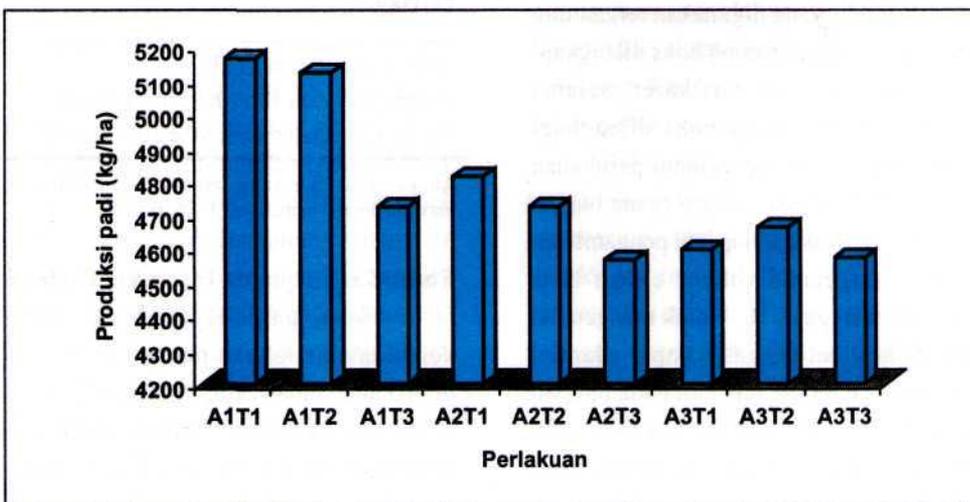
tinggi produksi padi maka emisi gas metana juga semakin besar.

Tabel 3. Produksi padi pada setiap perlakuan (kg ha dalam 14% kadar air).

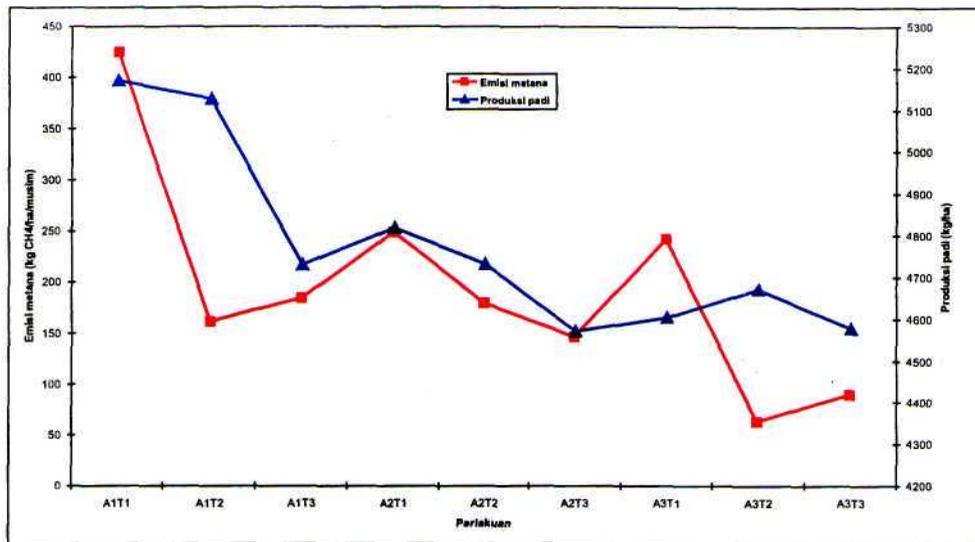
Pengairan	Pengolahan tanah			Rataan
	T1	T2	T3	
A1	5167.3	5123.6	4723.0	5004.7 a
A2	4814.3	4725.7	4565	4701.7 b
A3	4597.7	4665.3	4571.0	4611.3 b
Rataan	4859.8	4838.2	4619.8	



Gambar 1. Rata-rata emisi gas CH₄ setiap perlakuan



Gambar 2. Rata-rata produksi padi pada setiap perlakuan.



Gambar 3. Hubungan produksi padi dan emisi gas CH₄ setiap perlakuan.

Table U. Rata-rata jumlah anakan pada perlakuan pengairan.

Perlakuan	Jumlah Anakan	
	35HST	46 HST
A1	19,9 a	18,8 a
A2	15,2 b	14,6 b
A3	14,2 b	14,9 b

Angka pada lajur yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 BNT.

PEMBAHASAN

Emisi gas CH₄ dari tanaman padi sawah ke atmosfer didasarkan atas tiga proses: (1) pelepasan gas CH₄ dalam bentuk gelembung-gelembung udara (*ebulisi*) (2) proses *difusi*, yang ditentukan oleh adanya perbedaan konsentrasi gas CH₄ dalam air, kecepatan mensuplai gas CH₄ ke permukaan air dan (3) pelepasan melalui *aerenchyma*.

Tingginya emisi gas CH₄ pada sistem pengairan tergenang disebabkan karena terciptanya kondisi anaerob. Terbentuknya gas metana jika kondisi tanah dalam keadaan anaerob sehingga tanah mengalami proses reduksi yakni proses perombakan bahan organik berasal dari eksudat dan degradasi akar menjadi asetat dan reaksi CO₂ dengan H₂ menghasilkan gas CH₄. Pada waktu tanah digenangi, air masuk ke dalam pori-pori tanah menggantikan udara yang ada didalamnya. Pada kondisi ini mikroorganisme tanah menggunakan bahan-bahan

teroksidasi dalam tanah dan beberapa metabolit organik untuk mengganti oksigen sebagai penerima elektron di dalam respirasinya sehingga mengakibatkan kondisi reduksi dalam tanah. Penggenangan pada tanah mineral mengakibatkan terjadinya penurunan potensial redoks (Eh). Hal ini sesuai dengan apa yang dikatakan oleh Ponnamperna, (1973) bahwa tanah yang digenangi akan mengalami penurunan potensial redoks menjadi sekitar +0,2 sampai -0,3 V, namun potensial redoks pada air permukaan lahan sawah dan beberapa millimeter lapisan tanah bagian atas tetap yakni sekitar +0,3 sampai +0,5. Dengan terbatasnya oksigen sebagai pusat oksidan, reaksi-reaksi dalam tanah tanpa oksigen berjalan dengan cara mendapatkan energi melalui reduksi nitrat, besi, mangan, sulfat dan fermentasi bahan organik. Hal ini sejalan dengan apa yang dikatakan oleh Takai (1980), jika suatu tanaman padi dalam keadaan tergenang, akan menyebabkan terjadinya kehilangan oksigen, selanjutnya terjadi reduksi nitrat, Mn⁴⁺, Fe³⁺, sulfat dan pada akhirnya terbentuk gas CH₄.

Sistem pengairan tergenang pada tanah sawah mengakibatkan nilai pH mendekati netral. Setelah penggenangan beberapa minggu pH tanah masam akan naik sedangkan tanah alkalin akan menurun. Hal yang sama dikemukakan oleh Moerdijarso *etal.* (1995), bahwa jika penggenangan

berlangsung terus-menerus pH tanah akan mendekati netral. Pembahan pH setelah penggenangan disebabkan oleh beberapa faktor antara lain pembahan Fe^{II} menjadi Fe^{IV} penumpukan ammonium (NH_4^+), pembahan sulfat menjadi sulfite dan perubahan CO_2 menjadi gas CH_4 . Pada tanah sawah dengan nilai potensial redoks tanah turun dan nilai pH tanah mendekati netral, bakteri metanogen bekerja sangat optimal dalam proses dekomposisi bahan organik secara anaerobik. Fenomena ini ditunjukkan oleh besarnya emisi gas metana yang dihasilkan dari perlakuan pengairan tergenang. Indikator lain yang berpengaruh terhadap tingginya emisi gas metana pada perlakuan pengairan tergenang adalah jumlah neto bahan organik yang termineralisasi pada tanah dalam kondisi anaerobik lebih besar dibandingkan pada tanah dengan kondisi aerobik karena nitrogen yang termobilisasi lebih sedikit. Ponnampurna (1965), mengemukakan bahwa ketersediaan nitrogen pada tanah tergenang naik dengan meningkatnya kandungan N-total tanah, pH dan suhu.

Sistem pengairan berselang dapat menekan emisi gas metana. Adanya pengeringan menghambat turunnya potensial redoks tanah sehingga tidak terjadi kondisi optimal bagi aktivitas bakteri pembentuk gas metana karena gas metana terbentuk secara maksimal pada kisaran potensial redoks tanah -150 sampai -200 mV (Wang *et al.*, 1992). Penyebab lain rendahnya emisi gas metana pada perlakuan pengairan berselang adalah dengan dua kali pengeringan mengakibatkan kondisi lahan sawah berada pada keadaan aerob dengan demikian suplai oksigen berlangsung secara optimal, suasana ini menghambat aktivitas bakteri metanogen.

Sistem pengairan macak-macam merupakan perlakuan yang mengemisikan gas metana paling sedikit. Hal ini disebabkan karena potensial redoks yang optimal bagi perkembangan bakteri metanogen tidak terbentuk pada kondisi tanah macak-macam, sebab pada kondisi ini difusi oksigen masih berlangsung karena tipisnya permukaan air sehingga penurunan potensial redoks tanah terhambat.

Proses pembajakan dan pelumpuran yang banyak menggunakan air pada sistem olah tanah

sempurna akan merusak agregat tanah dan koloid tanah, meningkatkan permukaan aktif, mengubah potensial redoks dan pH tanah aktual. Penggenangan pada sistem olah tanah sempurna dengan tujuan pelumpuran akan mengakibatkan kondisi yang baik bagi perkembangan bakteri metanogen karena terjadi kondisi anaerob dan potensial redoks tanah rendah. Dalam kondisi seperti ini dekomposisi bahan organik oleh bakteri metanogen akan berjalan baik sehingga emisi gas CH_4 lebih besar.

Persiapan lahan dengan olah tanah sempurna mengakibatkan kondisi permukaan tanah berubah-ubah seperti temperatur dan kelengasan, terbatasnya aktivitas biologi dan rendahnya karbohidrat sebagai bahan segmentasi. Perubahan kondisi ini diduga menyebabkan rendahnya kemantapan agregat tanah. Hal ini sesuai dengan apa yang dikatakan oleh Drees *et al.* (1994), bahwa dengan olah tanah sempurna bentuk struktur tanah pada lapisan olah adalah granular dan terfragmentasi, ukuran agregat tanah lebih halus (ϕ 0,25 - 0,39 mm). Pada persiapan lahan tanpa olah tanah bentuk struktur tanah pada lapisan olah adalah lempeng dan pori mikro (50 - 100 μ m) saling berhubungan sepanjang profil. Ukuran agregat tanah juga lebih besar (ϕ 0,40 - 1,08 mm), dengan kondisi bentuk tanah granular dan terfragmentasi serta ukuran agregat tanah yang sangat halus pada persiapan lahan yang diolah sempurna tidak memungkinkan adanya aliran udara sehingga kondisi tanah berada pada suasana anaerob, suasana seperti ini memungkinkan terjadinya dekomposisi bahan organik secara anaerob menghasilkan gas metana. Kondisi ini berbeda dengan apa yang terjadi pada persiapan lahan tanpa olah tanah, dimana adanya pori mikro pada persiapan lahan tanpa olah tanah yang dapat berfungsi sebagai penghubung antar profil tanah dan ukuran agregat yang lebih besar memungkinkan aliran udara sehingga tercipta suasana aerob.

Penyebab lain tingginya emisi gas metana pada persiapan lahan olah tanah sempurna adalah proses dekomposisi bahan organik berjalan cepat sehingga kehilangan bahan organik cepat,

sementara pada persiapan lahan tanpa olah tanah jumlah dan aktivitas biota tanah teikonsentrasi di permukaan tanah karena bahan organik sebagai sumber makanan terdapat dipermukaan tanah sehingga memungkinkan dekomposisi berlangsung secara aerob. Hal serupa dikatakan oleh Beare *et al.*, (1994), bahwa olah tanah sempurna menyebabkan tanah tercampur dan agregat pecah, sisa-sisa tanaman terkubur, akhirnya mempengaruhi fluktuasi temperatur dan lengas tanah, mempercepat ketersediaan unsur hara, meningkatkan dekomposisi sisa tanaman dan transformasi bahan organik.

Perbedaan emisi gas CH₄ pada dua perlakuan tanpa olah tanah disebabkan oleh sifat bahan aktif dari herbisida yang digunakan. Touchdown yang bekerja secara sistemik akan mematikan gulma sampai ke akarnya, sedangkan gramoxone yang sifatnya kontak hanya mengendalikan bagian atas dari gulma yang terkena pada saat aplikasi. Dengan demikian terjadi perbedaan jumlah bahan organik yang tersedia dalam tanah. Penyebab lainnya adalah akar dari gulma yang mati pada perlakuan tanpa olah tanah menggunakan touchdown menyebabkan tersedianya pori-pori tanah sehingga kondisi ini membantu kelancaran pelepasan gas CH₄ ke permukaan tanah baik secara *difusi* maupun secara *ebulisi*.

Perbedaan hasil padi hanya terjadi pada rata-rata perlakuan pengairan, dimana pada pengairan tergenang diperoleh hasil padi lebih tinggi dibandingkan dengan hasil padi pada perlakuan pengairan berselang dan macak-macam. Hal ini disebabkan oleh perbedaan anakan yang tumbuh pada perlakuan A1 lebih tinggi dari anakan pada perlakuan A2 dan A3. Tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah anakan pada pengamatan 35 HST dan 46 HST untuk perlakuan pengairan.

KESIMPULAN

Pengairan berselang dan pengairan macak-macam pada budidaya padi sawah dapat menekan emisi gas CH₄. Pengairan berselang mampu memitigasi emisi gas CH₄ sebesar 56,3%, sedangkan pengairan macak-macam dapat memitigasi gas CH₄ sebesar 54,6%. Teknologi tanpa olah tanah untuk persiapan lahan pada budidaya padi sawah mampu

memitigasi gas CH₄. Persiapan lahan tanpa olah tanah menggunakan touchdown 3 l/ha dapat memitigasi emisi gas CH₄ sebesar 25,5%, sedangkan persiapan lahan tanpa olah tanah menggunakan gramoxone 3 l/ha mampu memitigasi gas CH₄ sebesar 48,8%. Kombinasi perlakuan tanpa olah tanah dengan pengairan berselang dan pengairan macak-macam dapat memitigasi emisi gas CH₄.

SARAN

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mempelajari perilaku mikrobiologi tanah terutama bakteri metanogen, serta perubahan sifat kimia dan fisika tanah setelah aplikasi herbisida.

DAFTAR PUSTAKA

- Beare MH, PF Hendrix dan DC Coleman . 1994. Water-Stable Aggregates and Organic Matter Fraction in Conventional and No-Tillage Soil. *SoilSci. Soc. Am. J.* 58, 777-786.
- Biro Pusat Statistika. 2003. *Statistik Pertanian Indonesia*. Jakarta
- Drees LR, AD Karanthanasis, LP Wilding and RL Blevins. 1994. Micromorphological Characteristics of Long-Term No-tillage and Conventional Tilled Soil. *SoilSci. Soc. Am. J.* 58,508-517.
- Husin YA, D Murdiyarso, MAK Khalil, RA Rasmussen, MJ Shearer, S Sabiham, A Sunar and H Adjuwana. 1995. Methane Flux from Indonesian Wetland Rice: The Effects of Water Management and Rice Variety. *Chemosphere* 31, 3153-3180.
- IPPC. 1996. *Climate Change 1995. The Science of Climate Change*. Cambridge (UK): Chambridge University.
- Khalil MAK and RA Rasmussen. 1992. The Global Sources of Nitrous Oxide. *J. Geophys. Res.*, 97. D131992; 14651-14660.
- Makarim AK and P Setyanto. 1995. Methane Emission from Rainfed Rice Field at Jakenan, Indonesia. Presented for the Annual IRRI-EPA-UNDP Planning Meeting of Methane Emission from Rice Field, Thailand.
- Mosier, AD Schimel, D Valentine, K Bronson and W Parton. 1994. Methane and Nitrous Oxide Fluxes in Native, Fertilized and Cultivated Grasslands. *Nature* 350, 330-332.
- Murdiyarso D, YA Husin, S Sabihan, H Adjuwana, and Sunar. 1995. *Wetland Rice Agriculture Techniques and Agroecology Aspects in Reference with Controlling Methane Emissions at Optimal*

- Rice Production. Env. Res. Cent. Bogor Agric. Univ.
- Neue HU and RL Sass. 1994.** Trace Gas Emission from Rice Fields. *Environ. Sci. Res.* **48**, 119-147.
- Ponnamperuma FN. 1965.** Dynamic Aspects of Flooded Soil. P. 295-329 in IRRI. *The Mineral Nutrition of Rice Plant. Proc. of a Symposium at IRRI*, Feb. 1964. John Hopkins. Baltimore. Maryland.
- Ponnamperuma FN, T Attanandana and G Beye. 1973.** Amelioration of Three Acid Sulphate Soil for Lowland Rice. P. 391-406 in International Institute for Land Reclamation and Improvement. Acid Sulphate Soil. *Proc. of International Symposium of Acid Sulphate Soil*, 13-20 August 1972. Wageningen. The Netherlands Publ. 18. Wageningen.
- Sass RL, FM Fisher, YB Wang, TT Turner and MF Jund. 1992.** Methane Emission from Rice Fields. The Effect of Floodwater Management. *Global Biogeochem. Cycles* **6(3)**, 249-262.
- Setyanto P, Suharsih, A Wihardjaka dan AK Makarim. 1999.** Pengaruh Pemberian Pupuk Anorganik terhadap Emisi Gas Metana pada lahan Sawah. Dalam: S Partohardjono, J Soejitno dan Hermanto (Ed.). *Menuju Sistem Produksi Padi Berwawasan Lingkungan*. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor, 36-43.
- Setyanto P, AK Makarim, AM Fagi, R Wassmann and LV Buendia. 2000.** Crop Management Affecting Methane Emission from Irrigated and Rainfed Rice in Central Java (Indonesia). *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **58**, 85-93. Kluwer Academic, Netherlands.
- Steele LP, PJ Fraser, RA Rasmussen, MAK Khalil, TJ Conway, AJ Crawford, RH Gammon, KA Masarie and KW Thoning. 1987.** The Global Distribution of Methane in Troposphere. *J. Atmos. Chem.* **5**, 125-171.
- Subadiyasa N, N Arya and M Kimina. 1997.** Methane Emissions from Paddy Fields in Bali Island. Indonesia. *Soil Sci. Plant Nutr.* **43**, 387-394.
- Suharsih, P Setyanto dan AK Makarim. 1999.** Emisi Gas Metana dari Lahan Sawah Akibat Pengaturan Air pada Tanaman Padi. Dalam: S Partohardjono, J Soejitno dan Hermanto (Ed.). *Menuju Sistem Produksi Padi Berwawasan Lingkungan*. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor, 54-61.
- Takai Y. 1980.** Microbial study on the behavior of paddy soils. *Fert. Sci.* **3**, 17-55.
- Wang ZP, CW Lindau, RD Delaune and WH Patrick Jr. 1992.** Methane production from anaerobic soil amended with rice straw and nitrogen fertilizers. *Fertilizer Research* **33**, 115-121.
- Wihardjaka A, P Setyanto dan AK Makarim. 1999a.** Pengaruh Penggunaan Bahan Organik terhadap Hasil Padi dan Emisi Gas Metana pada Lahan Sawah. Dalam: S Partohardjono, J Soejitno dan Hermanto (Ed.). *Menuju Sistem Produksi Padi Berwawasan Lingkungan*. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor, 44-53.
- Wihardjaka A, P Setyanto dan AK Makarim. 1999b.** Pengaruh Beberapa Varietas Padi terhadap Emisi Gas Metana pada Lahan Sawah. Dalam: S Partohardjono, J Soejitno dan Hermanto (Ed.). *Menuju Sistem Produksi Padi Berwawasan Lingkungan*. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor, 62-71.