

EFEKTIVITAS WAKTU PENGAMBILAN DAN PENGUKURAN CONTOH GAS RUMAH KACA PADA PENGELOLAAN AIR DI LAHAN SAWAH

EFFECTIVENESS OF SAMPLING TIME AND MEASUREMENT OF GREENHOUSE GAS ON WATER MANAGEMENT IN RICE FIELD

Anggri Hervani dan A. Wiharjaka

Balai Penelitian Lingkungan Pertanian
Jln. Raya Jakenan-Jaken Km 05 Pati Jawa Tengah
Pos-el: anggrihervani@yahoo.com

ABSTRACT

The agricultural sector is one of the greenhouse gases (GHG) sources and sinks. Inventory of GHG emissions in the agricultural sector is done by applying the principle of measurable, reportable, verifiable or MRV, thus GHG measurement results are not biased or under/overestimate, reliable, and cheaper. The research aimed to assess the most effective retrieval sampling time and measurement of greenhouse gas at different water managements in rice field. The first factor treatment was the management of irrigation water in the forms of continuous and intermittent irrigation using a randomized block design which was replicated three times. The second factor treatment was the gas sampling time at 6–7, 9–10, 12–13, 15–16, and 18–19. Observed data was CO₂ and CH₄ fluxes. The results showed that intermittent irrigation could reduce CH₄ emissions more than 27% compared to continuous irrigation. Based on Pearson correlation value, sampling time and measurement of CO₂ and CH₄ were the most effective at 15–16 with correlation values of 0.901 and 0.984, respectively.

Keywords: *Sampling time, Water management, Greenhouse gas*

ABSTRAK

Sektor pertanian merupakan salah satu sumber dan rosot (penyerapan/sink) gas rumah kaca (GRK). Inventarisasi emisi GRK di sektor pertanian dilakukan dengan menerapkan prinsip dapat diukur (Measurable), dapat dilaporkan (Reportable), dan dapat diverifikasi (Variable) atau MRV sehingga hasil pengukuran GRK tidak bias atau *under/overestimate*, dapat dipercaya, dan lebih murah. Kegiatan penelitian dilakukan untuk mengkaji waktu pengambilan dan pengukuran contoh GRK paling efektif dalam pengelolaan air yang berbeda di lahan sawah. Perlakuan faktor pertama adalah pengelolaan air berupa irigasi terus-menerus dan irigasi *intermitten* disusun dengan rancangan acak kelompok diulang tiga kali. Perlakuan faktor kedua adalah waktu pengambilan contoh gas, yaitu pukul 6–7, 9–10, 12–13, 15–16, dan 18–19. Data yang dihimpun adalah fluk CO₂ dan fluk CH₄. Hasil penelitian menunjukkan bahwa irigasi *intermitten* dapat menekan emisi CH₄ lebih dari 27% dibandingkan irigasi terus-menerus. Berdasarkan nilai korelasi Pearson, waktu pengambilan dan pengukuran CO₂ dan CH₄ yang paling efektif adalah pukul 15–16 dengan nilai korelasi masing-masing 0,901 dan 0,984.

Kata kunci: Waktu pengambilan, Pengelolaan air, Gas rumah kaca

PENDAHULUAN

Pertanian adalah salah satu sumber dan rosot gas rumah kaca terutama metana (CH_4), dinitrogen oksida (N_2O), dan karbondioksida (CO_2). Potensi pemanasan global dari CH_4 di atmosfer 21 kali lebih besar dibandingkan gas CO_2 , sedangkan N_2O adalah 296 kalinya. Emisi gas CO_2 , CH_4 , dan N_2O masing-masing menyumbang 55%, 15%, dan 6% dari total efek rumah kaca.¹

Sekitar 67% emisi metana dihasilkan dari sektor pertanian, diikuti 30% N_2O , dan 3% CO_2 . Total emisi gas rumah kaca dalam sektor pertanian mencapai 75.419,73 Gg pada 2000. Sumber utama emisi gas rumah kaca dari lahan sawah (69%) dan dari ternak (28%).² Emisi CH_4 meningkat dengan penggenangan terus-menerus, gas CH_4 keluar ke atmosfer melalui *aerenchyma* pada tanaman padi.³

Inventarisasi emisi GRK dari sektor pertanian banyak dilakukan dengan menerapkan prinsip dapat diukur (*measurable*), dapat dilaporkan (*reportable*), dan dapat diverifikasi (*verifiable*) atau MRV. Oleh karena itu, metodologi yang tepat dan akurat dalam pengukuran emisi GRK sangat menentukan kredibilitas pelaporannya.

Pengukuran fluk gas rumah kaca secara manual biasa dilakukan pada pagi, siang, dan sore hari. Pengambilan contoh gas dan pengukuran fluk memerlukan biaya analisis tinggi sehingga perlu dicari waktu yang paling efektif dan efisien. Tujuan penelitian adalah untuk mengkaji waktu pengambilan dan pengukuran contoh GRK paling efektif yang dapat memberikan hasil sama dengan rata-rata dari *resultante* pengukuran fluk pagi, siang, dan sore hari pada pengelolaan air berbeda di lahan sawah.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Jakenan, Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balington) yang berlokasi di Jakenan, Pati, Jawa Tengah. Analisis contoh gas dilaksanakan di laboratorium emisi gas rumah kaca Balington. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: air irigasi, benih padi Inpari 13, gas N_2 , gas H_2 , gas He, gas standar CH_4 dan CO_2 . Peralatan yang digunakan meliputi sungkup (*closed chamber*), syringe 10 ml, kromatografi gas, dan pengukur suhu.

Penelitian dilakukan pada petak-petak percobaan dengan ukuran 5 m x 5 m yang disusun dengan rancangan acak kelompok diulang tiga kali. Perlakuan faktor pertama adalah pengelolaan air berupa irigasi terus-menerus dan irigasi *intermittent*. Perlakuan faktor kedua adalah waktu pengambilan contoh gas, yaitu pukul 06.00–07.00, 09.00–10.00, 12.00–13.00, 15.00–16.00, dan 18.00–19.00.

Pengambilan contoh gas CH_4 dilakukan dengan menggunakan sungkup berukuran 50 cm x 50 cm x 103 cm, sedangkan contoh gas CO_2 menggunakan sungkup berukuran 40 cm x 20 cm x 20 cm. Interval waktu yang digunakan lima pengambilan contoh gas adalah 4, 8, 12, 16, 20 menit. Contoh gas CH_4 dan CO_2 masing-masing diambil dari sungkup dengan menggunakan jarum suntik volume 10 ml, kemudian dianalisis dengan GC 8 A yang mempunyai detektor FID (*Flame Ionization Detector*) untuk gas CH_4 dan dianalisis dengan Micro GC CP 4900 yang mempunyai detektor TCD (*Thermal Conductivity Detector*) untuk gas CO_2 . Contoh GRK diamati sebanyak lima kali yaitu pada 9, 21, 41, 63, dan 77 HST selama satu periode musim tanam sesuai dengan fase perkembangan tanaman padi.

Fluk GRK dengan menggunakan rumus sebagai berikut:⁴

$$F = \frac{dc}{dt} \times \frac{Vch}{Ach} \times \frac{mW}{mV} \times \frac{273,2}{(273,2 + T)} \dots (1)$$

Keterangan:

- F = Fluk gas $\text{CH}_4/\text{CO}_2/\text{N}_2\text{O}$ ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{menit}$)
- dc/dt = Perbedaan konsentrasi $\text{CH}_4/\text{CO}_2/\text{N}_2\text{O}$ per waktu (ppm/menit)
- Vch = Volume boks (m^3)
- Ach = 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 contoh gas ($^{\circ}\text{C}$)

Data CH_4 dan CO_2 dianalisis sidik ragam (anova) menggunakan *software SAS (Statistic Analysis System)* versi 9.1.3.*portable* dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada $P=0,05$ untuk mengetahui perbedaan masing-masing nilai tengah. Hubungan parameter waktu dilakukan dengan analisis korelasi *Pearson* antara masing-masing waktu pengamatan dengan *resultante* enam kali waktu pengukuran/pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metana (CH₄)

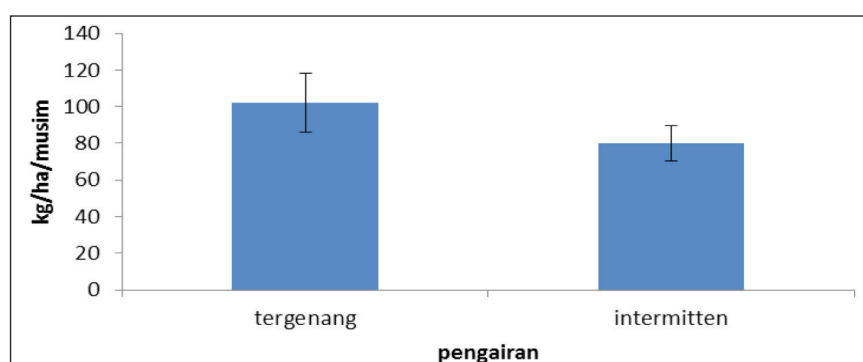
Hasil analisis pengukuran emisi CH₄ pada pengelolaan air tergenang dan *intermitten* ditunjukkan Gambar 1. Emisi CH₄ pada pengairan tergenang dan pengairan *intermitten* masing-masing sebesar 101,9 kg/ha/musim dan 79,8 kg/ha/musim. Berdasarkan hasil uji Duncan, taraf 5 %, emisi CH₄ dari lahan sawah dengan sistem pengairan tergenang berbeda nyata dengan pengairan *intermitten*. Perbedaan nyata emisi metana pada pengairan tergenang dan *intermitten* menunjukkan bahwa pengairan *intermitten* mampu menurunkan emisi CH₄ sebesar lebih dari 27 % jika dibandingkan dengan pengairan tergenang. Pengairan berselang (*intermitten*) dimaksudkan untuk mengatur kondisi lahan dalam keadaan kering-tergenang secara bergantian agar menghemat air irigasi, memberi kesempatan pada akar untuk mendapatkan udara sehingga dapat berkembang lebih dalam, mencegah timbulnya keracunan besi, mencegah penimbunan bahan organik dan gas H₂S yang menghambat perkembangan akar, mengaktifkan mikroba yang bermanfaat, mengurangi kerebahan, mengurangi jumlah anakan yang tidak produktif, menyeragamkan pemasakan gabah dan mempercepat waktu panen serta memudahkan pembenaman pupuk ke dalam tanah.⁵

Pengairan secara terputus-putus (*intermitten*) merupakan manajemen pengairan yang paling efisien untuk mampu mengurangi emisi gas CH₄ dari lahan sawah. Sistem pengairan yang dikombinasikan dengan olah tanah (*intermitten* + tabela + tanpa olah tanah (TOT)) menghasilkan

emisi terendah dibandingkan dengan perlakuan olah tanah dengan berbagai kondisi pengairan (tergenang, *intermitten*, dan macak-macak) baik dengan kombinasi tabela maupun tapin. Penggunaan pengairan *intermitten* dapat menekan emisi GRK sebesar 41–45% dibandingkan dengan pengairan terus-menerus.⁷

Pengelolaan pengairan merupakan salah satu metode yang dapat menurunkan emisi metana dari padi sawah. Pengairan *intermitten*, misalnya, memiliki keuntungan tersendiri. Pengairan tersebut dapat meningkatkan kondisi tanah oksidatif dengan meningkatkan aktivitas akar, meningkatkan daya dukung tanah, dan akhirnya mengurangi kelebihan air yang menyebabkan kondisi anaerobik. Juga dapat memasukkan oksigen ke dalam tanah sehingga membuat daerah aerobik dan mengurangi pembentukan metana.⁶ Pengairan *intermitten* mampu menurunkan emisi CH₄ yang disebabkan oleh penurunan aktivitas bakteri metanogen saat kondisi aerobik tanah sawah. Kondisi tergenang merupakan kondisi yang ideal bagi bakteri metanogen dalam melakukan aktivitas metabolismenya untuk menghasilkan gas CH₄. Penggenangan sawah secara terus-menerus biasa dilakukan oleh petani, padahal tanaman padi tidak selamanya membutuhkan kondisi tergenang dalam proses pertumbuhannya. Upaya menekan besarnya emisi gas CH₄ dari sistem pengairan perlu dilakukan karena dapat menurunkan emisi gas CH₄ dan dapat menghemat penggunaan air.⁷

Dengan pengelolaan tanaman yang tepat, pertanian padi mampu menekan emisi GRK melalui pengaturan pengairan dan pemupukan. Pengairan merupakan faktor yang sangat penting dalam budi daya tanaman padi dan pelepasan



Gambar 1. Emisi CH₄ pada Pengelolaan Air Tergenang dan *Intermitten* di Lahan Sawah

gas rumah kaca, terutama CH_4 . Penggunaan air menentukan laju produksi dan emisi CH_4 . Menurut Zeng-Qi dkk.,⁸ pada tanah tergenang, bahan organik yang mulai terdekomposisi adalah kondisi ideal terjadinya reduksi biokimia dalam tanah yang akan terbentuk CH_4 . CH_4 diemisikan lebih tinggi selama kondisi pengairan tergenang.

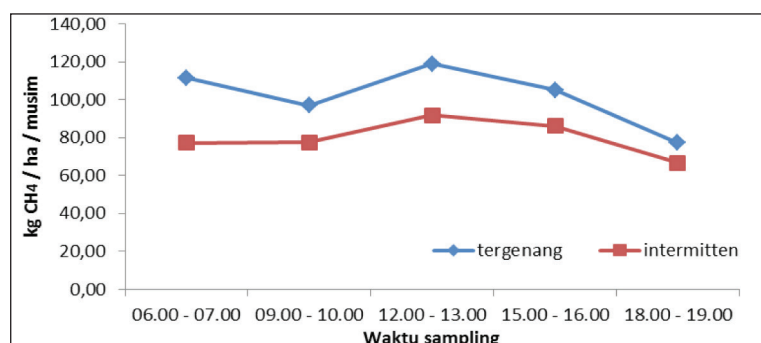
Hasil pengukuran gas metana pada setiap waktu pengambilan contoh disajikan pada Gambar 2. Pola emisi CH_4 antara pengairan tergenang dan intermitten menunjukkan pola yang sama. Emisi CH_4 tertinggi tercatat pada pengamatan pukul 12.00–13.00, sedangkan yang terendah terjadi pada pukul 18.00–19.00. Akan tetapi hasil nilai korelasi *Pearson* menunjukkan bahwa waktu pengambilan dan pengukuran CH_4 yang paling efektif adalah pukul 15.00–16.00 dengan nilai korelasi 0,984. Nilai korelasi pukul 06.00–07.00 adalah 0,905; pukul 09.00–10.00 adalah 0,973; pukul 12.00–13.00 adalah 0,918; dan pukul 18.00–19.00 adalah 0,928. Pengambilan contoh gas pukul 15.00–16.00 dapat mewakili pengambilan contoh pukul 06.00–07.00, 09.00–10.00, 12.00–13.00, dan 18.00–19.00. Ini berarti dapat menghemat biaya pengambilan contoh gas harian. Berdasarkan uji beda nyata, pengambilan contoh gas pukul 06.00–07.00, 09.00–10.00 dan 15.00–16.00 tidak berbeda nyata.

Karbon dioksida (CO_2)

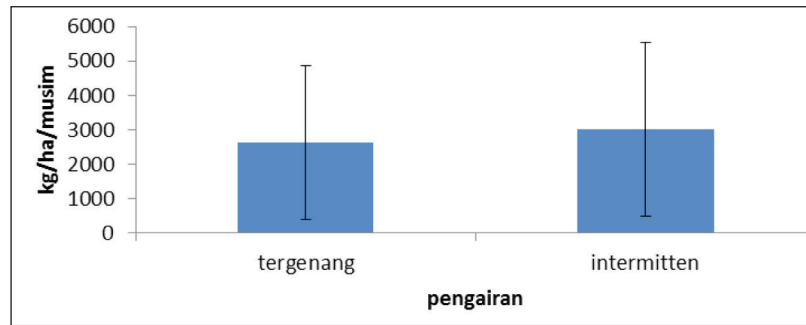
Hasil analisis pengukuran emisi CO_2 pada pengelolaan air tergenang dan *intermitten* ditunjukkan dalam Gambar 3. Emisi CO_2 pada pengairan tergenang dan pengairan intermitten masing-masing adalah 2.606 kg/ha/musim dan 3.004 kg/ha/musim. Hasil uji *Duncan* taraf 5% menunjukkan bahwa emisi CO_2 dari lahan sawah

dengan sistem pengairan tergenang tidak berbeda nyata dengan pengairan intermitten. Emisi CO_2 dari pengairan tergenang berselisih 13% terhadap pengairan *intermitten*. Selama kondisi anaerob (tergenang), CO_2 dapat bertindak sebagai oksidator. Maka konsentrasi dalam lapisan tanah dapat menurun sehingga menciptakan tekanan yang akan menyebabkan terjadinya difusi CO_2 dari atmosfer. Setelah olah tanah, kondisi anaerobik tersebut akan berhenti karena hilangnya genangan air. Dengan demikian, respirasi mikroba secara aerob menjadi penting selama fase ini karena terjadi peningkatan fluk CO_2 yang tinggi.⁹ Fluk tinggi dalam kondisi dikeringkan merupakan hasil dari penghapusan hambatan oleh air irigasi sehingga terjadi pengangkutan CO_2 respirasi dari tanah ke atmosfer.¹⁰

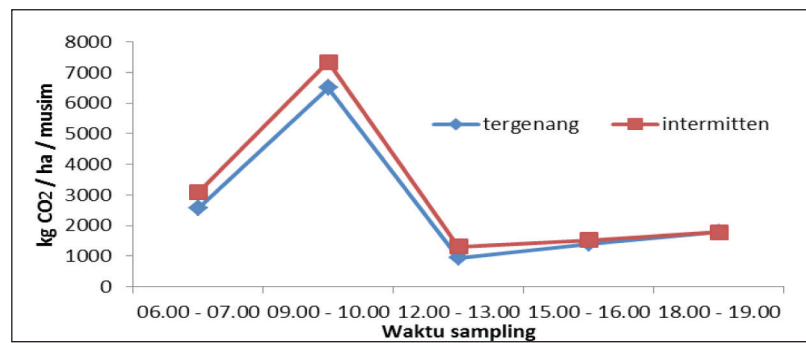
Hasil pengukuran gas karbondioksida pada setiap waktu pengambilan contoh disajikan pada Gambar 4. Pola emisi CO_2 antara pengairan tergenang dan intermitten adalah sama. Emisi tertinggi tercatat pada pengamatan pukul 09.00–10.00, sedangkan yang terendah pada pukul 12.00–13.00. Akan tetapi berdasarkan analisis korelasi *Pearson*, waktu pengambilan dan pengukuran CO_2 yang paling efektif adalah pukul 15.00–16.00 dengan nilai korelasi 0,901; diikuti oleh nilai korelasi 0,836 pada pukul 06.00–07.00; 0,881 pada pukul 09.00–10.00; -0,061 pada pukul 12.00–13.00; dan 0,722 pada pukul 18.00–19.00. Pengambilan contoh gas pukul 15.00–16.00 dapat mewakili pengambilan contoh pukul 06.00–07.00, 09.00–10.00, 12.00–13.00, dan 18.00–19.00, yang berarti dapat menghemat biaya pengambilan contoh gas harian. Berdasarkan uji beda nyata, semua waktu pengambilan contoh gas tidak berbeda nyata.



Gambar 2. Emisi CH_4 pada Beberapa Waktu Sampling



Gambar 3. Emisi CO₂ pada Beberapa Waktu Sampling



Gambar 4. Emisi CO₂ pada Beberapa Waktu Sampling

KESIMPULAN

Penelitian menyimpulkan bahwa irigasi *intermitten* dapat menekan emisi CH₄ lebih dari 27% dibandingkan irigasi tergenang terus-menerus. Waktu pengambilan dan pengukuran CO₂ dan CH₄ yang paling efektif adalah pukul 15.00–16.00 dengan nilai korelasi masing-masing 0,901 dan 0,984. Pengambilan contoh gas pukul 15.00–16.00 dapat mewakili pengambilan contoh pukul 06.00–07.00, 09.00–10.00, 12.00–13.00, dan 18.00–19.00. Ini berarti dapat menghemat biaya pengambilan contoh gas harian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Rochadi Abdul Hadi yang telah memberikan bimbingan terhadap tulisan ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Prihasto Setyanto, M.Sc. selaku kepala Balai Penelitian Lingkungan Pertanian yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk berkembang, dan kepada segenap kelompok peneliti emisi dan absorpsi gas rumah kaca Balai Penelitian Lingkungan Pertanian atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Mosier, A.R., K.F. Bronson, J.R. Freney, and D.G. Keerthisinghe. 1994. Use nitrification inhibitors to reduce nitrous oxide emission from urea fertilized soils. In *CH₄ and N₂O: global emissions and controls from rice field and other agricultural and industrial sources*. NIAES. Pp. 187–196.
- ²Kementerian Lingkungan Hidup. 2009. *Summary for Policy Makers: Indonesia Second National Communication under The United Nation Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*. Jakarta. November 2009.
- ³Wassmann, R., and Dobermann. 2006. Greenhouse gas emissions from rice fields: what do we know and where should we head for? The 2nd Joint International Conference. *Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)*. 21–23 November 2006. Bangkok Thailand.
- ⁴Khalil, M. A. K., R. A. Rasmussen., M. X. Wang, and L. Ren. 1991. Methane emission from rice fields in China. *Environment Science Technology* 25: 979–981.
- ⁵BPPTP (Balai Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian). 2004. *Petunjuk Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi Sawah*. Bogor: BPPTP.

- ⁶ Epule, T.E., C. Peng., and N. M. Mafany. 2011. Methane emissions from paddy rice fields: strategies towards achieving a win-win sustainability scenario between rice production and methane emission reduction. *Journal of Sustainable Development IV*(6):188–196.
- ⁷ Kartikawati, R., H.L. Susilawati., M. Ariani., dan P. Setyanto. 2011. Teknologi mitigasi Gas Rumah Kaca (GRK) di lahan sawah. *Sinar Tani* Edisi 21–27 September 2011 No.3423 Tahun XLII.
- ⁸ Xiang Zeng-Qi, Xing Guang-Xi, and Zhu Zhao-Liang. 2007. Nitrous oxide and methane emissions as affected by water, soil and nitrogen. *Pedosphere* 17(2): 146–155.
- ⁹ Pandey, D., M. Agrawal., and J. S. Bohra. 2012. Greenhouse gas emissions from rice crop with different tillage permutations in rice-wheat system. *Journal Agriculture, Ecosystems and Environment* 159: 133–144.
- ¹⁰ Miyata, A., R. Leuing., O.T. Denmead., J. Kim., Y. Harazono. 2000. Carbon dioxide and methane fluxes from an intermittently flooded paddy field. *Agricultural and Forest Meteorology* 102: 287–303.