Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana
Jl. Diponegoro 52-60 SALATIGA 50711 - Telp. 0298-321212 ext 354
email: agric_fpb@yahoo.co.id, website: ejournal.uksw.edu/agric

EMISI METHANA (CH_4) DARI SALURAN DRAINASE LAHAN GAMBUT DI KALIMANTAN TENGAH

METHANA (CH_4) EMISSION FROM DRAINAGE CHANNELS OF PEATLANDS IN CENTRAL KALIMANTAN

Eni Yulianingsih dan Prihasto Setyanto

Balai Penelitian Lingkungan Pertanian
eniyulianingsih@gmail.com

Diterima 24 Mei 2016, disetujui 11 Juli 2016

ABSTRACT

Peatland development is increasingly becoming a strategic, both in terms of aspects of agronomy, and environmental aspects. Information magnitude of GHG emissions from drainage canals are important in the management of peat sustainability. Its objective is to determine the amount of GHG emissions from peatland drainage channels that are used for traditional rubber plantation. Gas sampling is done in the secondary drainage channel with a channel width of 5 m and 3 m wide tertiary. Sampling was performed six times with five points by using the lid closed cylinder. Sample was analyzed by gas chromatography flame ionization detector incorporates detector (FID) for the determination of the concentration of CH_4 . CH_4 fluxes in peatland drainage channel width of 5 m is relatively higher than in the drainage channel width of 3 m in Jabiren peatlands of Central Kalimantan. GHG emissions in the channel width of 5 m was $542,20 \pm 258,57 \text{ kg CO}_2\text{-e yr}^{-1}$ and $379,14 \pm 260,7 \text{ kg CO}_2\text{-e yr}^{-1}$ of the channel width of 3 m.

Keywords: CH_4 emissions, Drainage Channel, Peatlands, Central Kalimantan

PENDAHULUAN

Pembukaan lahan gambut menjadi lahan pertanian dan perkebunan menjadi kegiatan strategis, baik ditinjau dari aspek agronomi, maupun aspek lingkungan. Berbagai isu yang berkenaan dengan kedua aspek ini sebagian telah diteliti dalam rangkaian penelitian Indonesian Climate Change Trust Fund (ICCTF II) yang berlangsung antara bulan September 2012 sampai bulan Agustus 2014. Pengembangan lahan gambut dianggap sebagai penyumbang emisi GRK yang bersumber dari pembukaan dan pembakaran lahan serta pengelolaan lahan tersebut.

Gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan dari lahan gambut adalah karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O). Kontribusi gas CO_2 , CH_4 , N_2O terhadap pemanasan global masing-masing adalah 55%, 15%, 6%. Metana (CH_4) terbentuk melalui proses dekomposisi bahan organik secara anaerobik dalam tanah dan reduksi CO_2 dan H_2 yang melibatkan mikroorganisme methanogen. Kandungan asam organik yang tinggi tanah gambut dengan kondisi anaerobik dapat meningkatkan emisi CH_4 .

Efek Rumah Kaca (*green house effect*) merupakan peristiwa yang terjadi secara alami yang memungkinkan kelangsungan hidup bagi semua makhluk yang ada di bumi. Tanpa adanya GRK suhu permukaan bumi akan 33°C lebih dingin dari suhu normalnya. Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer mengakibatkan panas matahari yang tidak dapat dipantulkan ke angkasa akan meningkat sehingga terjadi akumulasi panas (energi) di atmosfer bumi. Dengan adanya akumulasi yang berlebihan, iklim global akan melakukan penyesuaian. Penyesuaian yang dimaksud salah satunya adalah melalui peningkatan suhu bumi, yang kemudian dikenal dengan pemanasan global, yang diikuti dengan berubahnya iklim regional, pola curah hujan yang tidak teratur,

penguapan, pembentukan awan, mencairnya es dan glasier di kutub dan perubahan iklim.

Kenaikan suhu yang oleh '*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC)' diprediksi akan mencapai $1\text{--}3,5^\circ\text{C}$ pada akhir tahun 2100 (IPCC, 1992). Sebagai gambaran, kenaikan gas metana sebanyak $1,3\text{ ppm CH}_4$, dapat meningkatkan suhu atmosfer sebesar 1°C (Neue, 1993). Emisi metan global tahunan diduga $420\text{--}620\text{ Tg/tahun}$ dan konsentrasinya meningkat 1% hingga $1,7\text{ ppmV}$ (IPCC, 1992). Padi sawah dikenal sebagai sumber utama emisi gas metana, karena mengemisi gas metana cukup tinggi, yaitu antara 20 sampai dengan $100\text{ Tg CH}_4/\text{tahun}$ (IPCC, 1992). Indonesia, dengan $10,6$ juta hektar padi sawah, diperkirakan menyumbang sekitar $\%$ dari total emisi gas metana global (Neue, 1993). Produksi padi juga menghasilkan karbon dioksida yang muncul dari pembakaran sisa tanaman padi. Emisi gas N_2O terus meningkat sejalan dengan meningkatnya penggunaan pupuk urea untuk memacu peningkatan produksi padi. Emisi gas CO_2 , CH_4 dan N_2O masing-masing menyumbang 55 , 15 dan 6% dari total efek rumah kaca (Mosier *et al.* 1994). Meskipun sumbangan gas N_2O rendah, namun di atmosfer gas N_2O sangat stabil dan mempunyai waktu tinggal sampai 150 tahun (Cicerone, 1989).

Beberapa publikasi menyebutkan bahwa salah satu sumber terbesar emisi GRK di lahan gambut adalah dari saluran drainase gambut. IPCC (2013) menyebutkan bahwa emisi gas metana (CH_4) dari saluran drainase dapat mencapai $2259\text{ kg CH}_4\text{ ha}^{-1}\text{ tahun}^{-1}$ atau setara dengan $47\text{ ton CO}_2\text{-e ha}^{-1}\text{ tahun}^{-1}$. Di sisi lain, hasil penelitian ICCTF (2014) menyebutkan bahwa emisi gas CH_4 dari permukaan gambut hanya sekitar $10\text{--}93\text{ t CO}_2\text{-e ha}^{-1}\text{ tahun}^{-1}$ pada pertanaman karet, kelapa sawit, nanas dan sagu di lima provinsi (Kalimantan Tengah, Riau, Jambi, Kalimantan Barat dan Papua). Sedangkan emisi GRK di saluran drainase di Kalimantan Tengah dengan lebar 5

m adalah 1.263 ± 371 kg CO₂-e tahun⁻¹ dan 269 ± 81 kg CO₂-e tahun⁻¹ dari saluran lebar 3 m.

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi emisi gas rumah kaca dari saluran drainase di lahan gambut.

METODE PENELITIAN

Contoh gas diambil di saluran drainase utama pada lokasi ICCTF di Jabiren, Kab. Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah. Lokasi tersebut berada di sebelah utara dan selatan demplot ICCTF. Saluran drainase di bagian utara demplot merupakan saluran sekunder, sedangkan di bagian selatan demplot merupakan saluran tersier.

Contoh gas diambil pada 5 titik di masing-masing saluran dengan jarak antar titik adalah 20 m. Koordinat titik pengambilan disajikan pada Tabel 1. Pengambilan contoh gas dilakukan dengan metode sungkup silinder tertutup. Sungkup terbuat dari paralon berdiameter 6 inci dengan ketinggian sekitar 60 cm. Sungkup diapit oleh gabus agar mengambang di permukaan air. Permukaan sungkup tertutup rapat dengan penutup paralon, dan dipastikan tidak bocor. Pada tutup sungkup terdapat lubang untuk meletakkan septum karet (*rubber stopper*). Septum karet ini berfungsi untuk mengambil contoh gas dari dalam sungkup.

Syringe berkatup dengan volume 10 ml digunakan untuk mengambil contoh gas. Setelah contoh gas diambil, lalu contoh gas tersebut disimpan di dalam botol hampa udara (*vacuum container*) bervolume 10 ml. Interval waktu yang digunakan untuk mengambil contoh gas tersebut adalah 15,

30, 45, 60 dan 75 menit. Pada tutup sungkup juga terdapat lubang untuk meletakkan termometer. Termometer berfungsi untuk mengukur perubahan suhu di dalam sungkup yang diukur setiap interval pengambilan contoh gas. Contoh gas dalam *syringe* dipindahkan atau diinjeksikan ke dalam vial vakum volume 10 ml.

Pengukuran emisi GRK dari saluran drainase dilakukan selama 6 kali dengan interval waktu sekali dalam 3 minggu dimulai bulan Agustus 2015 sampai bulan November 2015. Pengambilan contoh gas dilakukan pada pagi hari (07.00 - 09.00) siang hari (11.00 - 13.00) dan sore hari (15.00 - 17.00).

Contoh gas yang diambil dari saluran drainase gambut dianalisis di Laboratorium Emisi dan Absorpsi Gas Rumah Kaca, Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balingtan). Contoh gas dianalisis menggunakan alat kromatografi gas yang dilengkapi *flame ionization detector* (FID) untuk penetapan CH₄. Perhitungan fluks CH₄ mengikuti persamaan yang diadopsi dari IAEA (1993) sebagai berikut:

$$E = \frac{Bm}{Vm} \times \frac{u}{u t} \times \frac{V}{A} \times \frac{273.2}{T + 273.2} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

E = emisi CH₄ (mg m⁻² hari⁻¹)

V = volume sungkup (m³)

A = luas dasar sungkup (m²)

T = suhu udara rata-rata di dalam sungkup (°C)

δCsp/δt = laju perubahan konsentrasi gas CH₄ (ppm menit⁻¹)

Bm = berat molekul gas CH₄

Vm = volume gas pada kondisi *stp* (*standard temperature and pressure*) yaitu 22,41 liter

Tabel 1 Titik-titik pengambilan contoh gas di saluran drainase di lahan gambut Jabiren, Pulang Pisau, Kalimantan Tengah

Saluran drainase	Titik I	Titik II	Titik III	Titik IV	Titik V
Lebar 5 m	02°30,894' LS 114°10,188' BT	02° 30,891' LS 114°10,199' BT	02°30,886' LS 114°10,208' BT	02°30,882' LS 114°10,219' BT	02°30,879' L 114°10,228' l
Lebar 3 m	02°31,045' LS 114°10,199' BT	02°31,045' LS 114°10,210' BT	02°31,044' LS 114°10,228' BT	02°31,043' LS 114°10,231' BT	02°31,043' L 114°10,246' l

Emisi GRK ($\text{CO}_2\text{-e}$) dari saluran drainase dihitung dari $25 \times \text{fluk CH}_4$ dimana 25 merupakan indeks potensial pemanasan global untuk metana. Luas saluran drainase di demplot gambut di Jabiren adalah 8% dari total luasan gambut dipertimbangkan untuk menghitung emisi GRK dari saluran drainase setiap hektar gambut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fluks CH_4 di Saluran Drainase Gambut

Fluks CH_4 di saluran drainase bagian selatan di Jabiren, Kalimantan Tengah umumnya lebih tinggi daripada di saluran drainase bagian utara (Gambar 1). Lebar saluran drainase bagian utara adalah 5 m, sedangkan di saluran drainase bagian selatan adalah 3 m. Pola fluks CH_4 berfluktuatif baik di saluran lebar 3 m maupun di saluran lebar 5 m. Pada empat pengamatan pertama di saluran 5 m menurun kemudian meningkat di pengamatan kelima dan menurun kembali di pengamatan ke enam. Sedangkan pada saluran 3 m dua pengamatan pertama meningkat kemudian menurun di pengamatan ketiga dan terus meningkat sampai pengamatan terakhir. Fluks CH_4 di saluran lebar 3 m cenderung lebih tinggi daripada di saluran 5 m. Fluks CH_4 di saluran

lebar 5 m berkisar 97,60 - 818,65 $\text{mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ hari}^{-1}$, sedangkan di saluran lebar 3 m berkisar 0,08 - 1249,11 $\text{mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ hari}^{-1}$ (Gambar 1).

Menurut Wit *et al.*, 2015 presipitasi yang relatif rendah akan menyebabkan air tanah dalam gambut juga rendah dan konsentrasi karbon organik terlarut dalam sungai tereduksi. Produksi bakteri yang terbatas karena rendahnya pH dan berkurangnya O_2 berpotensi melepaskan fluks CO_2 yang lebih besar.

Fluks CH_4 berdasarkan waktu sampling

Fluks CH_4 pada siang hari tampak lebih tinggi dibandingkan pada waktu pagi dan malam hari. Hal ini menunjukkan bahwa fluks CH_4 dipengaruhi oleh temperatur udara. Temperatur udara pada siang hari lebih tinggi dibandingkan pagi dan malam hari sehingga fluks CH_4 pada siang hari menjadi lebih tinggi (Gambar 2).

Fotosintesis memainkan peran dan sungai ini memiliki siklus siang dan malam siklus, seperti yang terlihat di sungai Musi selama ekspedisi di tahun 2013. Sungai ini pada siang hari konsentrasi pCO_2 lebih rendah dari pada pagi hari, yang berlangsung pada malam hari ketika

Gambar 1 Pola Fluks CH_4 dari saluran drainase di Jabiren, Kalimantan Tengah, 2015

Gambar 2 Fluks CH₄ berdasarkan waktu pengambilan sampel

fotosintesis dan penyerapan CO₂ tidak bisa mengambil tempat, tetapi dekomposisi dan CO₂ yang berproduksi. Secara total, variabilitas diamati dari pCO₂ di Musi adalah $\pm 21,5\%$, yang dikurangi menjadi $\pm 6,2\%$ di Siak karena dampak berkurangnya fotosintesis di sungai gambut akibat pengeringan (Wit *et al.*, 2015).

Gas CH₄ yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik pada lahan gambut yang dikendalikan oleh perubahan suhu, kondisi hidrologi, ketersediaan dan kualitas bahan gambut. Selain itu, dekomposisi gambut juga tergantung pada faktor lingkungan, sifat tanah, dan teknik budidaya pertanian. Pada suhu tinggi, gas CO₂ dan CH₄ terbentuk dalam jumlah banyak. Suhu dan kelembaban udara maupun tanah gambut di kawasan tropik sangat dipengaruhi oleh jenis dan kerapatan vegetasi yang menutupinya. Suhu yang tinggi pada keadaan terbuka akan merangsang aktivitas mikroorganisme sehingga perombakan gambut lebih cepat (Noor, 2001 *cit* Yuniastuti, 2011).

Emisi CH₄ dari Saluran Drainase

Emisi CH₄ di saluran drainase gambut lebar 5 m lebih tinggi daripada di saluran drainase lebar 3 di lahan gambut dari Jabiren, Kalimantan Tengah, yaitu lebih tinggi 163,06 kg CO₂-e tahun⁻¹ (Tabel 2). Berdasarkan luasan saluran drainase dalam demplot di lahan gambut Jabiren yang berkisar 8%, maka emisi GRK dari saluran drainase dalam satu tahun dapat dihitung. Bilamana dalam satu hektar luasan gambut 8% digunakan untuk saluran drainase, maka emisi CH₄ di saluran drainase lebar 5 m adalah 542,20 $\pm$ 258,57 kg CO₂-e tahun⁻¹; sedangkan emisi GRK di saluran drainase lebar 3 m adalah 379,14 $\pm$ 260,7 kg CO₂-e tahun⁻¹. Tingginya fluks GRK kemungkinan disebabkan oleh tingginya pH air gambut. Kemasaman tanah rendah menggiatkan mikroba dalam menghasilkan gas rumah kaca. Aktivitas mikroba metanogen dan nitrifikasi tinggi pada pH mendekati netral di tanah mineral (Neue, 1993; Wang *et al.*, 1993; Granli dan Bockman, 1994).

Tabel 2 Emisi CH₄ di saluran drainase gambut pada tahun 2015 di Jabiren, Kalimantan Tengah

Emisi CH ₄	Saluran D rainase	
	Utara (lebar 5 m)	Selatan (lebar 3 m)
kg CO ₂ -e th ⁻¹	542,20 $\pm$ 258,57	379,14 $\pm$ 260,7

KESIMPULAN

Fluks CH_4 di saluran drainase gambut lebar 5 m relatif lebih tinggi daripada di saluran drainase lebar 3 m di lahan gambut dari Jabiren, Kalimantan Tengah. Emisi GRK di saluran lebar 5 m adalah $542,20 \pm 258,57 \text{ kg CO}_2\text{-e tahun}^{-1}$ dan $379,14 \pm 260,7 \text{ kg CO}_2\text{-e tahun}^{-1}$ dari saluran lebar 3 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Cicerone, R.J. 1989. *Analysis of sources and sink of atmospheric nitrous oxide (N_2O)*. J. Geophys. Res. 94: 1825-1827.
- Granli, T., & O.C. Bockman. 1994. *Nitrous Oxide from Agriculture*. Norwegian J. Agric. Sci. Suppl. No. 12. p. 1-159.
- IAEA. 1993. *Manual on Measurement of Methane and Nitrous Oxide Emission from Agriculture*. Vienna: International Atomic Energy Agency (IAEA).
- Mosier, A.R., K.F. Bronson, J.R. Freney, & D.G. Keerthisinghe. 1994. Use nitrification inhibitors to reduce nitrous oxide emission from urea fertilized soils. Dalam: *CH_4 and N_2O : Global Emissions and Controls from Rice Field and Other Agricultural and Industrial Sources*. NIAES. 187-196.
- Neue, H.U. 1993. *Methane Emission from Rice Field : Wetland Rice Fields May Make A Major Contribution to Global Warming*. BioScience 43(7): 466-473.
- Neue, H.U., & R.L. Sass. 1994. *Trace gas emission from rice fields*. Environ. Sci. Res. 48: 119-147.
- Setyanto, P., A. Wihardjaka, E. Yulianingsih dan F. Agus. 2014. *Emisi Gas Rumah Kaca dari Saluran Drainase di Lahan Gambut Jabiren, Kalimantan Tengah*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi untuk Mitigasi Emisi GRK dan Peningkatan Nilai Ekonomi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. ISBN 978-602-8977-83-8. hal 263-271.
- Setyanto, P., T. Sopiawati, T.A. Adriany, A. Pramono, A. Hervani dan A. Wihardjaka. 2014. *Emisi Gas Rumah Kaca Dari Penggunaan Lahan Gambut dan Pemberian Bahan Amelioran: Sintesis Lima Lokasi Penelitian*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi untuk Mitigasi Emisi GRK dan Peningkatan Nilai Ekonomi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. ISBN 978-602-8977-83-8. hal 45-61.
- Wang, Z.P., R.D. DeLaune, P.H. Masscheleyn, and W.H. Patrick. 1993. *Soil redox and pH effects on methane production in a flooded rice soil*. Journal Soil Science Society America 57: 382-385.
- Wit, F., D. Muller, A. Baum, T. Warneke, W.E. Pranowo, M. Muller and T. Rixen. 2015. *The Impact of Disturbed Peatlands on River Outgassing in Southeast Asia*. Nature Communications. DOI: 10.1038/ncomms 10155.
- Yuniastuti, P. 2011. *Pengaruh Waktu dan Titik Pengukuran Terhadap Emisi Karbon-dioksida dan Metan di Lahan Gambut Kelapa Sawit PT Perkebunan Nusantara IV, Labuhan Batu, Sumatera Utara*. Skripsi. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB.