

FLUKS CO₂ DI LAHAN KELAPA SAWIT DAN HUBUNGANNYA DENGAN FAKTOR LINGKUNGAN PADA SIANG HARI

CO₂ FLUX FROM OIL PALM AND RELATIONSHIP WITH ENVIRONMENTAL FACTORS ON DAYTIME

Muhti Dewi Prihutami¹, Evi Gusmayanti, Muhammad Pramulya²

¹Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak, Pontianak, Kalimantan Barat

²Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak, Pontianak, Kalimantan Barat

²Email: muhammad.pramulya@faperta.untan.ac.id

Abstrak

Perkembangan perkebunan kelapa sawit di lahan gambut yang semakin besar menimbulkan isu negatif sebagai penyumbang terbesar emisi CO₂. Tingginya emisi CO₂ di lahan kelapa sawit dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya umur tanaman dan waktu pengukuran. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur fluks CO₂ dari lahan kelapa sawit fase menghasilkan (TM 5 dan TM 6) pada siang hari dan hubungannya dengan faktor lingkungan. Penelitian berlokasi di perkebunan kelapa sawit PT. Sintang Raya, Kabupaten Kubu Raya, Provinsi Kalimantan Barat. Pengukuran fluks dilakukan empat minggu, dengan waktu pengukuran siang hari pada pukul 06.00, 10.00, 14.00, 18.00. Pada awal penelitian dilakukan pengukuran kedalaman gambut dan pengambilan sampel tanah kedalaman 0-30 cm untuk dianalisis bahan organik, porositas, bobot isi tanah, kadar abu, pH tanah, dan Eh tanah. Bersamaan dengan pengukuran fluks CO₂, dilakukan juga pengukuran suhu tanah, muka air tanah, dan pengambilan sampel tanah kedalaman 0-5 cm yang digunakan untuk mengukur kadar air gravimetrik, pH tanah, dan Eh tanah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa fluks CO₂ di lahan kelapa sawit umur TM 5 berbeda tidak nyata dengan fluks pada lahan TM 6. Hal ini berkaitan dengan karakteristik gambut dan lingkungan yang berbeda tidak nyata di kedua lahan tersebut. Selain itu, fluks CO₂ tidak dipengaruhi secara nyata oleh waktu pengukuran, tetapi dipengaruhi oleh Eh tanah dan suhu tanah.

Kata Kunci: fluks CO₂, gambut, kelapa sawit, waktu pengukuran

Abstract

The rapid expansion of oil palm plantations poses a negative issue as the largest contributor to CO₂ emissions from peatland. Many factors affect the CO₂ flux, such as crop age and measurement time. This study aims to measure CO₂ flux from mature oil palm plantation (8 years cultivate and 9 years cultivate) during the day time and its relationship to environmental factors. This research is located in oil palm plantations PT. Sintang Raya, Kabupaten Kubu Raya, West Kalimantan Province. The flux measurements were carried out every week during four weeks period at 6:00, 10:00, 14:00, 18:00 o'clock. At the beginning of the study, peat depth measurement and soil sampling depths at 0-30 cm were conducted for analyzes of organic matter, porosity, bulk density, ash content, soil pH, and soil Eh. Along with the measurement of CO₂ flux, soil temperature, groundwater level, and soil sampling depth of 0-5 cm were used to measure gravimetric water content, soil pH, and soil Eh. The results of this study indicate that the CO₂ flux in the TM 5 palm oil area is not significantly different from the flux in the TM 6 field. This is related to the characteristics of peat and environment that are not significantly different in both fields. In addition, CO₂ flux is not significantly affected by measurement time. However, daytime flux is more influenced by soil Eh and soil temperature.

Keywords: CO₂ flux, measurement time, oil palm, peat

PENDAHULUAN

Luas lahan gambut di Indonesia menurut Ritung *et al.* (2011) adalah 14.905.574 ha. Lahan gambut di Kalimantan merupakan terluas kedua setelah Sumatera, yaitu 4.778.004 ha, dengan kedalaman dangkal sampai sangat dalam hampir merata. Provinsi Kalimantan

Barat memiliki luas 1.046.483 ha. Gambut dangkal sebagian telah dimanfaatkan untuk menunjang kehidupan manusia, salah satunya dengan melakukan kegiatan pertanian.

Tanaman yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat saat ini yaitu kelapa sawit. Peningkatan jumlah luas areal yang digunakan untuk perkebunan kelapa sawit berkembang seiring dengan keinginan perusahaan baik swasta maupun milik pemerintah untuk meningkatkan produksi minyak kelapa sawit. Berdasarkan data Direktorat Jendral Perkebunan (2016), luas areal perkebunan kelapa sawit di Kalimantan Barat pada tahun 2015 sebesar 1.144.185 ha, kemudian mengalami peningkatan pada tahun 2016 menjadi 1.455.182 ha. Perkembangan perkebunan kelapa sawit yang semakin besar menimbulkan isu negatif yang terjadi mengenai keberadaan perkebunan kelapa sawit sebagai penyumbang terbesar emisi CO₂.

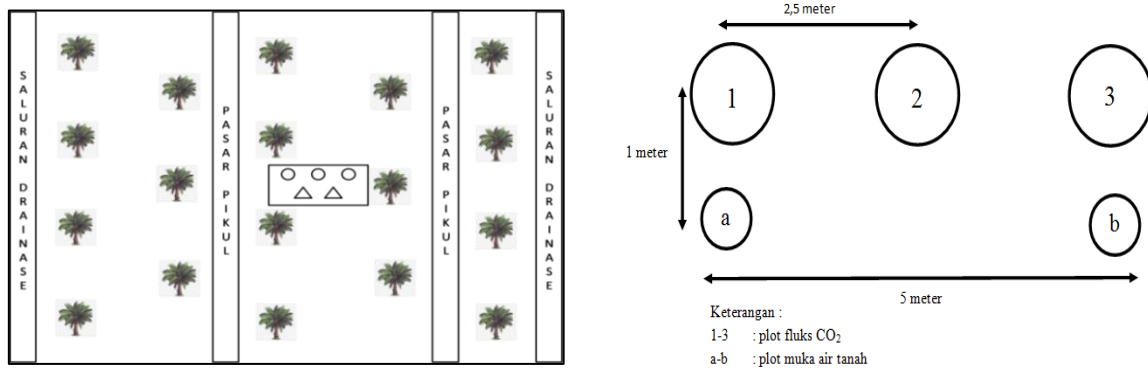
Emisi merupakan bagian yang sangat kompleks, karena emisi dapat disebabkan oleh banyak faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi emisi CO₂ pada lahan gambut yang ditanami kelapa sawit yaitu umur tanaman dan waktu pengukuran. Umur tanaman yang semakin tua dapat menghasilkan emisi CO₂ yang semakin besar, hal itu dikarenakan semakin tua umur tanaman maka kedalaman muka air tanah semakin dalam sehingga proses dekomposisi semakin meningkat yang akan menghasilkan CO₂ lebih banyak. Selain itu, tingginya emisi yang terjadi di perkebunan kelapa sawit juga dapat dipengaruhi oleh waktu pengukuran. Pengukuran yang dilakukan pada pagi hari akan menghasilkan emisi CO₂ yang lebih tinggi dibandingkan pengukuran yang dilakukan pada siang hari maupun sore hari. Hal itu dikarenakan adanya sisa akumulasi CO₂ dari hasil respirasi tanaman yang terjadi pada malam hari sehingga emisi yang dihasilkan pada pagi hari lebih tinggi (Yuniastuti, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur fluks CO₂ yang terjadi pada tanaman kelapa sawit menghasilkan pada umur TM 5 dan TM 6 pada siang hari dan hubungannya dengan faktor lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di perkebunan kelapa sawit PT. Sintang Raya, Desa Olak-Olak, Kecamatan Kubu, Kabupaten Kubu Raya. Tanaman sawit yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanaman sawit yang berumur 8 tahun (TM 5) dan 9 tahun (TM 6). Pengukuran fluks CO₂ dilakukan seminggu sekali selama satu bulan dengan empat kali pengukuran, yaitu pada pukul 06.00, 10.00, 14.00, 18.00 WIB. Tata letak plot penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman 0-10, 10-20 dan 20-30 cm bersamaan dengan pemasangan *collar* dan pengukuran kedalaman gambut. Sampel tanah tersebut digunakan untuk analisis bahan organik, bobot isi, porositas tanah, kadar abu, pH tanah, dan Eh tanah. Pengambilan sampel tanah juga dilakukan setiap melakukan pengukuran fluks CO₂. Sampel tanah diambil setiap plot fluks CO₂ pada kedalaman 0-5 cm untuk dianalisis kadar air gravimetrik, pH dan Eh tanah. Selain itu juga dilakukan pengukuran muka air tanah dan suhu tanah setiap pengukuran fluks CO₂.



Gambar 1. Tata letak plot pengukuran

Pengukuran fluks CO₂ dilakukan menggunakan vaisala dengan sensor CO₂ yaitu *Infra Red Gas Analyer* (vaisala) dan dilakukan selama ≤4 menit per plot. Metode yang digunakan adalah *Closed Dynamic Chamber (CDC) Method*. Metode CDC menggunakan ruang (sungkup) tertutup yang mencakup sejumlah areal di permukaan tanah. Data dari pengukuran menggunakan vaisala ditransfer ke laptop melalui aplikasi LR5000. Data fluks CO₂ yang diperoleh selanjutnya dihitung secara manual dengan menggunakan rumus Sano *et al.* (2010). Nilai fluks yang telah dihitung secara manual kemudian dikonversikan ke dalam satuan g m⁻² jam⁻¹.

$$F_s = \frac{V}{A} \times \frac{1}{22.4 \times \frac{273.15 + T}{273.15} \times 10^{-3}} \times \frac{dc}{dt} \tag{1}$$

Keterangan:

F_s = fluks CO₂ (μmol m⁻² s⁻¹)

V = volume *chamber* (cm³)

A = luas penampang sungkup (0.0794 m²)

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

Dc/dt = perubahan konsentrasi CO₂ antar waktu (ppm s⁻¹)

22,4 = volume molar gas pada kondisi stp (*standard temperature and pressure*) yaitu 22,4 liter mol⁻¹ atau 0,0224 m³ mol⁻¹ pada 0°C (273°K) dan tekanan 1 atm.

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis uji t untuk melihat perbedaan karakteristik gambut pada dua umur tanaman, uji BNJ untuk melihat perbedaan waktu pengukuran terhadap fluks CO₂ dan analisis korelasi untuk melihat hubungan antara fluks CO₂ dan variabel lingkungan (suhu tanah, muka air tanah, kadar air gravimetrik, pH, dan Eh tanah).

Fluks CO₂ pada TM 5 dan TM 6 Berdasarkan Waktu Pengukuran

Rerata fluks CO₂ yang terjadi di TM 5 sebesar 0,32 g m⁻² jam⁻¹ atau setara dengan 29,58 ton ha⁻¹ tahun⁻¹ dan pada TM 6 sebesar 0,30 g m⁻² jam⁻¹ atau setara dengan 24,14 ton ha⁻¹ tahun⁻¹. Hasil uji keragaman diketahui bahwa fluks CO₂ pada masing-masing waktu pengukuran tidak mengalami perbedaan yang signifikan (*p value* 0,895). Rerata fluks CO₂ setiap waktu pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Fluks CO₂ berdasarkan waktu pengukuran (rerata±standar deviasi)

Waktu Pengukuran	n	Fluks CO ₂ (g m ⁻² jam ⁻¹)
06.00	24	0,30 ± 0,12
10.00	24	0,32 ± 0,17
14.00	24	0,32 ± 0,14
18.00	24	0,30 ± 0,13
Total	96	0,31 ± 0,14

Keterangan: n merupakan banyaknya jumlah sampel pengukuran

Perbedaan fluks CO₂ yang tidak nyata antara TM 5 dan TM 6 dikarenakan karakteristik gambut dan lingkungan pada TM 5 dan TM 6 tidak berbeda. Karakteristik gambut di lokasi pengukuran mengalami perbedaan kadar abu dan bahan organik, sedangkan faktor lingkungan yang diukur selama waktu pengukuran menunjukkan bahwa kadar air gravimetrik, pH tanah, Eh tanah, dan muka air tanah berbeda tidak nyata, namun berbeda dengan suhu tanah yang menunjukkan perbedaan pada setiap waktu pengukuran. Meskipun kadar abu, bahan organik, dan suhu tanah memiliki perbedaan namun hal tersebut tidak cukup mempengaruhi nilai fluks CO₂ yang terjadi pada TM 5 dan TM 6 berdasarkan waktu pengukuran. Artinya besarnya fluks CO₂ pada lahan kelapa sawit umur TM 5 dan TM 6 tidak disebabkan oleh satu faktor saja, tetapi banyak faktor yang saling berkaitan. Menurut Yuniastuti (2011) gas CO₂ yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik pada lahan gambut dikendalikan oleh perubahan suhu, kondisi hidrologi, ketersediaan dan kualitas bahan gambut, dan tergantung pada faktor lingkungan.

Tabel 2. Rerata fluks CO₂ di lahan kelapa sawit TM 5 dan TM 6

Waktu Pengukuran	Fluks CO ₂ (g m ⁻² jam ⁻¹)		t hitung	p value (α=0,05)
	TM 5	TM 6		
06.00 (n=24)	0,30	0,29	0,161	0,874
10.00 (n=24)	0,34	0,30	0,536	0,597
14.00 (n=24)	0,31	0,32	-0,102	0,919
18.00 (n=24)	0,33	0,26	1,255	0,223
Total (n=96)	0,32	0,30	0,926	0,357

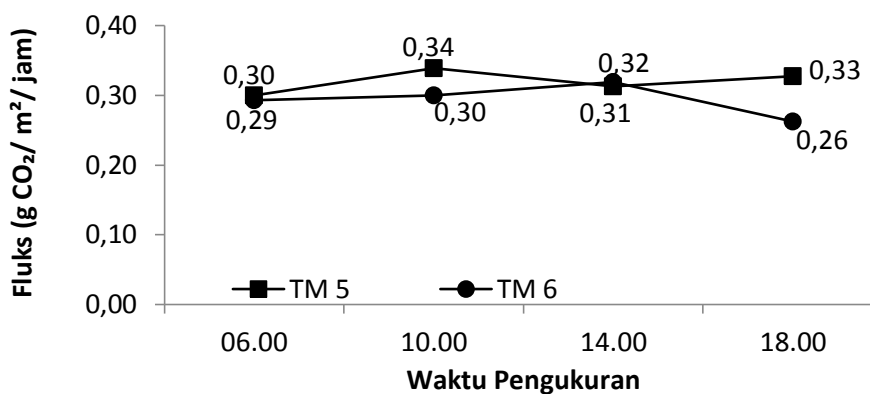
Keterangan : TM 5 adalah tanaman kelapa sawit menghasilkan umur 8 tahun, TM 6 adalah tanaman kelapa sawit umur 9 tahun, n merupakan banyaknya jumlah sampel pengukuran

Nilai rata-rata fluks CO₂ yang terjadi di TM 5 cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan TM 6, namun secara statistik keduanya tidak berbeda (Tabel 2). Hal itu berkaitan dengan lamanya lahan dikelola untuk lahan pertanian, pemberian kapur dan pemupukan serta tingginya permukaan air tanah. Semakin lama lahan dikelola untuk lahan pertanian maka semakin banyak kapur dan pupuk yang sudah diberikan ke dalam tanah sehingga mengalami penurunan bahan organik sebagai akibat dari proses dekomposisi. Nusantara *et al.*, (2012) menjelaskan bahwa lahan gambut yang sering dikelola dan dibakar dapat menyebabkan kadar air dan porositas tanah menurun sedangkan bobot isi meningkat karena adanya pemadatan tanah akibat pengolahan dan pembakaran lahan. Pola tersebut mengindikasikan bahwa semakin matang gambut maka semakin menurun kadar air dan porositas sebaliknya bobot isi meningkat.

Aktivitas budidaya berupa pembuatan saluran drainase pada TM 5 yang baru dibuat mengakibatkan adanya kecenderungan fluks CO₂ yang terjadi pada TM 5 lebih besar

dibandingkan dengan TM 6. Hal ini disebabkan lapisan permukaan gambut baru mengalami perubahan dari kondisi anaerobik menjadi aerobik, pada kondisi aerobik proses dekomposisi berlangsung sangat aktif sehingga menyebabkan kehilangan karbon lebih besar. Maswar (2011) mengatakan pada keadaan muka air tanah yang dangkal akan menyebabkan lingkungan tanah pada kondisi anerobik sehingga mengurangi terjadinya proses dekomposisi, sebaliknya jika permukaan air tanah dalam akan meningkatkan kondisi aerobik dan juga meningkatkan proses dekomposisi bahan gambut sehingga akan meningkatkan emisi CO₂.

Keadaan lokasi pengukuran di TM 6 memiliki tutupan vegetasi berupa paku-pakuan (*Nephrolepis* sp.) yang lebih rapat sehingga mengakibatkan fluks CO₂ yang terjadi di lokasi tersebut cenderung lebih rendah dibandingkan dengan TM 5. Sabiham *et al.*, (2011) mengatakan bahwa tanaman tersebut mampu menyerap CO₂ sekitar 9,75 ton ha⁻¹ tahun⁻¹. Menurut Irawan (2009) suhu tanah, kelembaban tanah dan jenis tumbuhan yang berada di atasnya sangat mempengaruhi laju respirasi tanah. Semakin meningkat respirasi tanah maka fluks CO₂ yang dilepas oleh lahan gambut juga meningkat. Fluks CO₂ di lahan kelapa sawit TM 5 dan TM 6 berdasarkan waktu pengukuran yaitu jam 06.00, 10.00, 14.00, dan 18.00 di Desa Olak-Olak Kubu, Kecamatan Kubu, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat pada pengambilan sampel selama 1 bulan (Oktober 2017- November 2017) disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rerata fluks CO₂ di lahan kelapa sawit TM 5 dan TM 6 pada siang hari

Karakteristik Lahan Gambut

Lahan gambut pada perkebunan kelapa sawit umur tanaman TM 5 memiliki ketebalan gambut sedalam 130 cm dan pada areal TM 6 memiliki kedalaman gambut sedalam 100 cm. Ada kecenderungan semakin dalam lahan gambut maka fluks CO₂ yang dihasilkan semakin tinggi, namun setelah dianalisis ternyata fluks CO₂ yang terjadi pada TM 5 yang memiliki ketebalan gambut sedalam 130 cm berbeda tidak nyata dengan TM 6 dengan ketebalan gambut sedalam 100 cm. Hal ini tidak sejalan dengan hasil penelitian Handayani (2009) menyatakan bahwa terdapat kecenderungan emisi CO₂ semakin menurun dengan semakin meningkatnya ketebalan gambut.

Secara umum tanaman kelapa sawit pada umur TM 5 dan TM 6 memiliki kesamaan karakteristik, kecuali kadar abu dan bahan organik yang memiliki perbedaan pada kedua umur tanaman tersebut. Bertambahnya umur tanaman kelapa sawit mengakibatkan terjadinya penurunan bahan organik yang disebabkan proses dekomposisi oleh

mikroorganisme, akibatnya persentase kadar abu menjadi meningkat. Hal ini terjadi akibat adanya aktivitas budidaya yang dilakukan. TM 6 mendapatkan perlakuan dalam budidaya seperti pemberian pupuk dan amelioran lebih banyak dibandingkan dengan TM 5 karena penanam kelapa sawit TM 6 lebih duluan, sehingga tanah pada TM 6 memiliki bobot isi yang cenderung lebih berat dibandingkan TM 5. Pemadatan tanah karena aktivitas budidaya mengakibatkan porositas tanah mengalami penurunan. Namun aktivitas budidaya yang dilakukan ini tidak mengakibatkan perbedaan nilai fluks CO₂ pada kedua lahan tersebut. Karakteristik lahan gambut pada lokasi pengukuran dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik tanah gambut 0-30 cm

Variabel Pengamatan	TM 5 (n=9)	TM 6 (n=9)	t hitung	P value ($\alpha=0,05$)
Kadar Abu (%)	2,02	11,66	-5,562	0,001*
Bahan Organik (%)	97,98	88,34	5,562	0,001*
Eh Tanah (mV)	484,14	474,83	0,797	0,978
pH Tanah	3,17	3,16	0,110	0,301
Porositas Tanah (%)	91,22	87,46	4,080	0,416
Bobot Isi (g cm ⁻³)	0,12	0,18	-4,860	0,510

Keterangan: TM 5 adalah tanaman kelapa sawit menghasilkan umur 8 tahun, TM 6 adalah tanaman kelapa sawit umur 9 tahun, * adalah korelasi signifikan pada taraf 0,05, n merupakan banyaknya jumlah sampel pengukuran

Kadar abu dari tanah gambut menunjukkan tingkat dekomposisi gambut tersebut dan kandungan bahan tanah mineral yang tercampur di dalamnya. Semakin tinggi kadar abu, semakin lanjut tingkat dekomposisinya atau semakin tinggi campuran tanah mineralnya. Menurut Sabiham (2011), besarnya pengaruh kadar abu terhadap emisi sangat ditentukan oleh ukuran besar butir (tekstur) dari bahan tanah mineral yang tercampur dalam gambut tersebut. Semakin halus ukuran besar butir, maka pengaruhnya akan semakin nyata menurunkan emisi. Hasil penelitian Walezak *et al.*, (2002) menunjukkan bahwa meningkatnya kandungan bahan organik dari 0,1 menjadi 57,4% menyebabkan menurunnya bobot isi dari 1,86 menjadi 0,33 g cm⁻³ dan meningkatnya total porositas dari 38 menjadi 90%. Hal ini mengakibatkan meningkatnya emisi CO₂ yang dihasilkan.

Karakteristik Lingkungan pada Waktu Pengukuran

Pengukuran karakteristik lingkungan dilakukan setiap kali melakukan pengukuran fluks CO₂. Hasil uji keragaman diketahui bahwa kadar air gravimetrik (*p value* =0,854), pH tanah (*p value* =0,540), muka air tanah (*p value* =0,566), dan Eh tanah (*p value* =0,496) memiliki pengaruh yang tidak signifikan, namun berbeda dengan suhu tanah (*p value* =0,000) yang menunjukkan hasil yang signifikan dengan semua waktu pengukuran. Rerata variabel lingkungan pada masing-masing waktu pengukuran disajikan pada Tabel 4.

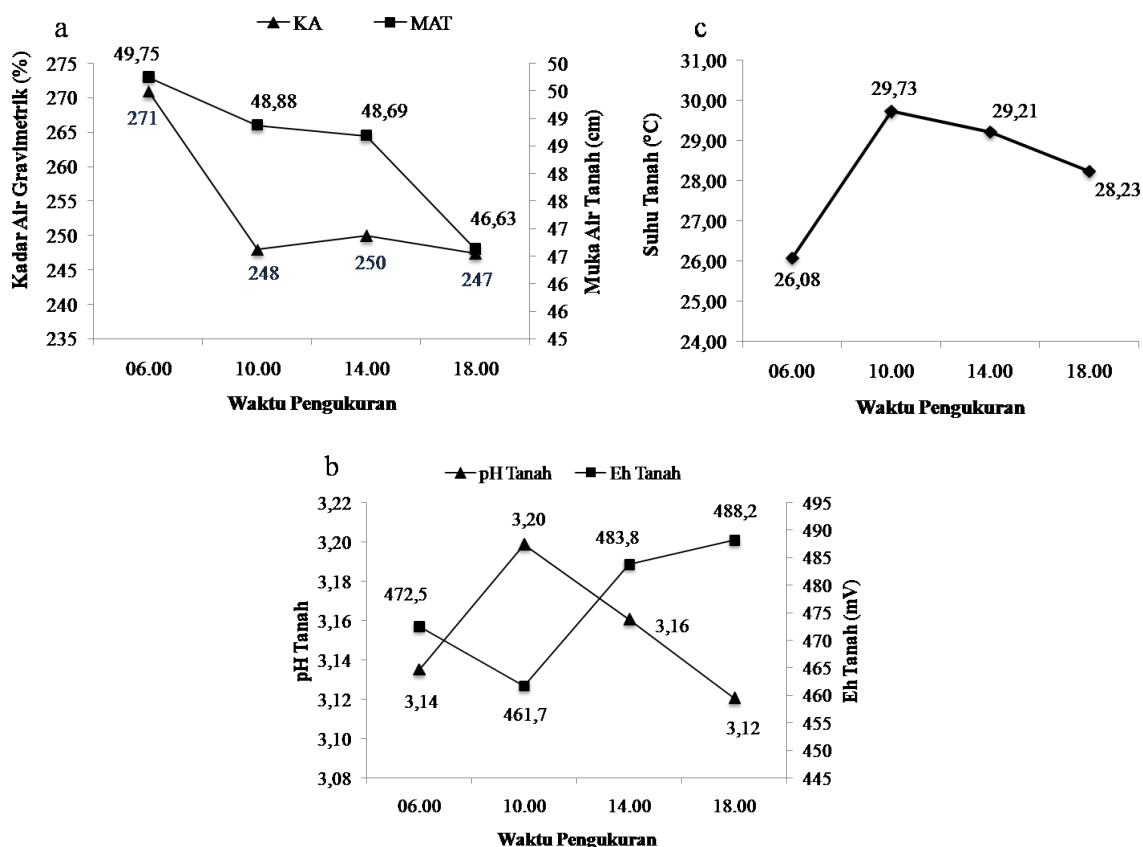
Karakteristik lingkungan menunjukkan perbedaan yang signifikan pada suhu tanah setiap periode pengukuran dengan *p value* <0.05. Suhu tanah pada waktu pengukuran jam 10.00 berbeda tidak nyata dengan jam 14.00, namun keduanya memiliki hubungan yang berbeda nyata dengan pengukuran jam 06.00. Pengukuran suhu tanah pada jam 06.00 memiliki perbedaan yang sangat nyata dengan jam 18.00.

Tabel 4. Variabel lingkungan pada saat pengukuran fluks CO₂

Parameter	Jumlah Sampel (n)	Waktu Pengukuran			
		06.00	10.00	14.00	18.00
KA gravimetrik (%)	96	271	248	250	247
pH Tanah	96	3,13	3,20	3,16	3,12
Eh Tanah (mV)	96	472,5	461,7	483,8	488,2
Suhu Tanah (°C)	96	26,08 c	29,73 a	29,21 a	28,23 b
Muka Air Tanah (cm)	64	49,75	48,88	48,69	46,63

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan signifikansi pada BNU taraf 5%, n merupakan banyaknya jumlah sampel pengukuran

Perbedaan suhu tanah pada waktu pengukuran ternyata tidak bisa membuat perbedaan yang nyata terhadap besar kecilnya nilai fluks CO₂ pada lahan gambut. Sehingga dapat diketahui bahwa ada faktor lain yang dapat mempengaruhi besar kecilnya nilai fluks CO₂. Namun hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan Furnando *et al.*, (2014) menyatakan bahwa pengukuran yang dilakukan di siang hari menghasilkan fluks yang lebih besar. Yuniastuti (2011) melaporkan bahwa peningkatan emisi CO₂ disamping peranan dari mikroorganisme aerobik juga, disebabkan karena suhu pada siang hari lebih tinggi dibandingkan suhu pada pagi hari sehingga proses dekomposisi gambut menjadi lebih tinggi.



Gambar 3. Rerata kadar air gravimetrik dan muka air tanah (a), rerata pH dan Eh tanah pada empat waktu pengukuran (b), rerata suhu tanah (c) pada empat waktu pengukuran Hubungan Fluks CO₂ dengan Faktor Lingkungan

Muka air tanah yang rendah akan mengakibatkan kadar air tanah menjadi meningkat. Namun pada pengukuran jam 10.00 dan 14.00 terjadi penurunan muka air tanah yang diikuti dengan penurunan kadar air. Hal ini disebabkan karena adanya hujan yang mengakibatkan nilai kadar air meningkat. Karakteristik lingkungan pada setiap waktu pengukuran disajikan pada Gambar 3.

Faktor lingkungan yang mempengaruhi fluks CO₂ pada tanaman kelapa sawit di lahan gambut yaitu pH tanah dan Eh tanah. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa, nilai fluks CO₂ dari gambut, tidak hanya dipengaruhi oleh satu faktor saja, tetapi oleh beberapa faktor yang bekerja secara simultan dan saling berkaitan. Hasil analisis korelasi fluks CO₂ dengan faktor lingkungan berdasarkan waktu pengukuran dan umur tanaman dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Korelasi fluks CO₂ dengan faktor lingkungan berdasarkan umur tanaman

Variabel	Nilai Korelasi (p value ; n)		
	TM 5	TM 6	Total
Kadar Air Gravimetrik (%)	0,137 (0,353; 48)	0,181 (0,219; 48)	0,015 (0,882; 96)
pH Tanah	-0,016 (0,915; 48)	-0,258 (0,076; 48)	-0,105 (0,307; 96)
Eh Tanah (mV)	0,297 (0,040; 48)*	0,279 (0,055; 48)	0,274 (0,007; 96)**
Suhu Tanah (°C)	0,240 (0,100; 48)	0,245 (0,093; 48)	0,210 (0,040; 96)*
Muka Air Tanah (cm)	0,138 (0,451; 32)	0,176 (0,336; 32)	0,018 (0,890; 64)

Keterangan: ** Korelasi signifikan pada taraf 0,01, * Korelasi signifikan pada taraf 0,05, n merupakan banyaknya jumlah sampel pengukuran

Beberapa hasil penelitian mengatakan bahwa laju pelepasan fluks CO₂ tanah gambut dipengaruhi karakteristik fisika, kimia, biologi dan kondisi lingkungan lahan gambut itu sendiri. Menurut Sukarman *et al.*, (2012) fluks CO₂ lahan gambut sangat dipengaruhi oleh kadar air tanah, disusul pH tanah, KTK, kadar abu, muka air tanah dan kadar serat. Hal serupa juga disampaikan oleh Rumbang *et al.*, (2007) menyatakan bahwa muka air tanah, pH tanah dan lamanya lahan gambut diolah merupakan faktor yang mempengaruhi fluks CO₂. Astiani *et al.*, (2015) juga melaporkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pelepasan fluks CO₂ adalah muka air tanah dan kadar air tanah. Antony dan Nurdiansyah (2013) mengatakan muka air tanah dan suhu tanah adalah faktor yang mempengaruhi pelepasan CO₂. Nusantara *et al.*, (2012) melaporkan bahwa suhu tanah, jeluk muka air tanah dan pengelolaan lahan, pH tanah dan kematangan tanah gambut merupakan faktor yang berhubungan dengan besar kecilnya nilai fluks CO₂ yang dihasilkan tanah gambut.

Hasil analisis korelasi berdasarkan umur tanaman menunjukkan adanya hubungan linier positif antara fluks CO₂ dengan Eh tanah pada lahan kelapa sawit. Hasil yang sama juga terjadi pada analisis fluks CO₂ dengan Eh tanah berdasarkan semua waktu pengukuran yang menunjukkan tingkat hubungan positif yang rendah sehingga apabila Eh tanah meningkat maka nilai fluks CO₂ juga meningkat (nilai korelasi 0,274; p value 0,007). Nilai

Eh tanah merupakan gambaran tanah pada kondisi reduksi atau oksidasi. Eh tanah sangat tergantung pada tinggi rendahnya muka air tanah. Menurut Rumang *et al.*, 2007 mengemukakan bahwa semakin tinggi muka air tanah maka semakin tinggi juga nilai Eh yang terukur. Perubahan kondisi anaerob menjadi aerob akibat menurunnya permukaan air tanah memicu meningkatnya emisi CO₂ yang dilepas oleh lahan gambut. Handayani (2009), kedalaman muka air tanah akibat drainase ini menentukan suasana oksidasi dan CO₂. Semakin dalam muka air tanah berarti dekomposisi bahan organik besar dan menyebabkan fluks CO₂ semakin tinggi karena gas CO₂ merupakan produk akhir dari proses dekomposisi. Susilawati *et al.* (2016) melaporkan bahwa muka air tanah sangat mempengaruhi kondisi reduksi dan oksidasi tanah (korelasi 0,89; *p value* < 0,01).

Fluks CO₂ dengan suhu tanah pada semua waktu pengukuran memiliki bentuk hubungan linier positif yang rendah dengan nilai korelasi sebesar 0,210 (*p value* =0,040). Sehingga apabila suhu tanah meningkat, maka nilai fluks CO₂ juga akan meningkat. Namun, apabila jumlah sampel yang dianalisis lebih sedikit menunjukkan hubungan yang tidak signifikan antara fluks CO₂ dengan suhu tanah pada jam 06.00 dan 10.00, namun berbeda dengan pada jam 14.00 dan 18.00 yang memiliki hubungan yang signifikan. Hal ini tidak sejalan dengan hasil penelitian Sarmah *et al.*, (2014) yang menyatakan bahwa terjadi korelasi negatif linier antara suhu tanah dengan fluks CO₂ pada kelapa sawit dengan nilai R = -0,044. Furnando *et al.*, (2014) menyatakan bahwa terjadi perubahan fluks pada kebun sawit apabila suhu tanah meningkat. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Berglund *et al.*, (2010) apabila suhu tanah gambut meningkat dari 10 °C menjadi 23 °C maka fluks CO₂ yang dilepaskan bisa mencapai 2-3 kali lipat. Pengukuran yang dilakukan di siang hari menghasilkan fluks yang lebih besar.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Fluks CO₂ yang terjadi di lahan perkebunan kelapa sawit fase menghasilkan umur 8 tahun (TM 5) tidak berbeda dengan fluks CO₂ umur 9 tahun (TM 6), keduanya memiliki rentang nilai antara 0,1 – 0,9 g CO₂ m⁻² jam⁻¹ atau setara dengan 8,58 – 83,32 ton CO₂ ha⁻¹ tahun⁻¹. Hal ini berkaitan dengan karakteristik gambut yang relatif sama di kedua lahan tersebut. Fluks CO₂ juga tidak berbeda antar waktu pengukuran. Walaupun suhu tanah pada jam 10.00 – 14.00 lebih tinggi daripada jam 6.00 dan 18.00, hasil analisis menunjukkan fluks CO₂ tidak berbeda antar waktu pengukuran. Secara umum nilai fluks CO₂ lebih ditentukan oleh Eh tanah dan suhu tanah.

Saran

Kisaran nilai kadar air tanah, pH tanah, dan muka air tanah yang kecil selama periode pengukuran tidak dapat memperlihatkan pengaruh faktor lingkungan tersebut terhadap fluks CO₂, supaya lebih jelas pengaruhnya maka perlu dilakukan penelitian atau pengukuran dengan perbedaan umur tanaman antara TBM dan TM untuk melihat perbedaan fluks CO₂ pada umur tanaman atau melakukan pengukuran pada musim kemarau dan hujan untuk melihat hubungan tinggi muka air tanah dengan fluks.

DAFTAR PUSTAKA

- Antony D, Nurdiansyah F. 2013. Emisi CO₂ tanah gambut pada penggunaan lahan yang berbeda di Kecamatan Mendahara, Kabupaten Tanjung Jabung Timur. Jambi. *Jurnal Agronomi*. 9(2):111-115.
- Astiani D, Mujiman, Hatta M, Hanisah, Fifian F. 2015. Soil CO₂ respiration along annual crops or land-cover type gradients on West Kalimantan Degraded Peatland Forest. The 5th Sustainable Future for Human Security (Sustain 2014). *Procedia Environmental Sciences*. 28:132–141.
- Berglund O, Berglund K. 2010. Influence of water table level and soil properties on emissions of greenhouse gases from cultivated peat soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 43:923–931.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2016. *Statistik Perkebunan Indonesia 2015-2017*. Jakarta (ID): Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Furnando E, Amir TA, Anita S. 2014. Studi emisi karbon dioksida dari tiga jenis lahan gambut di Desa Tanjung Leban dan Sepahat Kecamatan Bukit Batu Kabupaten Bengkalis. *JOM FMIPA*. 1(2):228-236.
- Handayani EP. 2009. Emisi karbon dioksida (CO₂) dan metan (CH₄) pada perkebunan kelapa sawit di lahan gambut yang memiliki keragaman dalam ketebalan gambut dan umur tanaman. [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Irawan I. 2009. Hubungan iklim mikro dan bahan organik tanah dengan emisi CO₂ dari Permukaan Tanah. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Maswar. 2011. *Pengaruh Aplikasi Pupuk NPK terhadap Kehilangan Karbon pada Lahan Gambut yang Didrainase*. Bogor (ID): Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Tanah.
- Nusantara RW, Sudarmadji, Djohan, Tjut S, Haryono E. 2012. Karakteristik fisik lahan akibat alih fungsi lahan hutan rawa gambut. *Jurnal Perkebunan dan Lahan Tropika*. 2(2):58-70.
- Ritung S, Sukarman. 2011. *Kesesuaian Lahan Gambut untuk Pertanian*. Bogor (ID): Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Rumbang NR, Bostang P, Djoko. 2007. Emisi karbon dioksida (CO₂) dari beberapa tipe penggunaan lahan gambut di Kalimantan. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 9:95-102.
- Sabiham S. 2011. Properties of Indonesian peat in relation to the chemistry of carbon emission. Proc.Of Int. *Workshop on Evaluation and Sustainable Management of Soil Carbon Sequestration in Asian Countries*. Bogor, Indonesia. 28-29 September 2011.
- Sano T, Hirano T, Liang R, Fujinuma Y. 2010. Carbon dioxide exchange of a larch forest after a typhoon disturbance. *Forest Ecology and Management*. 260(12): 2214–2223.

- Sarmah, Nurhayati, Widyanto H, Dariah A. 2014. Emisi CO₂ dari lahan gambut budidaya kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) dan lahan semak belukar di Pelalawan, Riau. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi untuk Mitigasi Emisi GRK dan Peningkatan Nilai Ekonomi*, Jakarta, 18-19 Agustus 2014. Bogor: Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. 295-305.
- Sukarman S, Mamat HS. 2012. Karakteristik tanah gambut dan hubungannya dengan emisi gas rumah kaca pada perkebunan kelapa sawit di Riau dan Jambi. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan*, Bogor, ISBN 978-602-8977-42-5.
- Susilawati HL, Setyanto P, Ariani M, Hervani A, Inubushi K. 2016. Influence of water depth and soil amelioration on greenhouse gas emissions from peat soil columns. *Soil Science and Plant Nutrition*. 62(1):57-68.
- Walezak BW, Bieganowski A, Rovdan E. 2002. Water-air properties in peat, sand and their mixtures. *International Agrophysic*. 16: 313–318.
- Yuniastuti P. 2011. Pengaruh waktu dan titik pengukuran terhadap emisi karbondioksida dan metan di lahan gambut kebun kelapa sawit PT Perkebunan Nusantara IV, Labuhan Batu, Sumatera Utara. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor