EMISI CO₂ PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT DI LAHAN GAMBUT YANG TELAH MENGALAMI PEMUPUKAN

Meilany Chantique Stephanie¹, Evi Gusmayanti²,
Muhammad Pramulya³

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian,
Universitas Tanjungpura, Pontianak

²Program Studi Magister Ilmu Lingkungan,
Universitas Tanjungpura, Pontianak

³Program Studi D3 Perkebunan, Fakultas Pertanian,
Universitas Tanjungpura, Pontianak

[10.26418/pipt.2021.8](https://doi.org/10.26418/pipt.2021.8)

Email korespondensi : evi.gusmayanti@faperta.untan.ac.id

Abstrak

Tanaman kelapa sawit adalah salah satu komoditas yang banyak dikembangkan di lahan gambut saat ini. Kegiatan budidaya kelapa sawit ini mengubah kondisi alamiah gambut yang selalu tergenang menjadi relatif lebih kering. Selain itu, budidaya kelapa sawit memerlukan pemupukan untuk memperbaiki status hara lahan gambut agar dapat menunjang pertumbuhan tanaman secara optimal. Sisi lingkungan, aktivitas budidaya tersebut dapat mempengaruhi laju dekomposisi bahan organik gambut yang selanjutnya menentukan laju emisi CO₂ yang dilepaskan ke atmosfer. Emisi CO₂ yang diakibatkan oleh fluktuasi muka air tanah sudah banyak dilaporkan, namun data emisi CO₂ sebagai dampak pemupukan belum banyak tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur emisi CO₂ pada lahan gambut yang telah dipupuk menggunakan pupuk hayati dan pupuk NPK. Penelitian dilaksanakan di salah satu perkebunan swasta di Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat selama dua bulan, Oktober sampai November 2020. Pengukuran emisi CO₂ dilakukan dengan metode sungkup tertutup, dengan sensor Vaisala GMP343, dan dilakukan setiap minggu. Bersamaan dengan pengukuran emisi CO₂ juga dilakukan pengukuran variabel lingkungan dan beberapa sifat gambut. Hasil penelitian ini menunjukkan emisi CO₂ pada lahan kelapa sawit yang telah dipupuk berkisar antara 50-110 ton CO₂ ha⁻¹. Ada kecenderungan peningkatan emisi CO₂ pada minggu pertama setelah pemupukan NPK, namun peningkatan ini tidak signifikan.

Kata kunci: emisi CO₂, kelapa sawit, lahan gambut, pemupukan

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) adalah salah satu komoditas andalan dalam sektor perkebunan. Hal ini disebabkan pengembangan kelapa sawit di lahan gambut mampu memberikan pendapatan yang cukup tinggi dibandingkan tanaman lainnya. Pendapatan dari kelapa sawit yang begitu menjanjikan tersebut membuat masyarakat bahkan berbagai perusahaan melakukan pembukaan lahan untuk menanam kelapa sawit, termasuk lahan gambut. Miettinen, dkk. (2016) melaporkan bahwa pemanfaatan lahan gambut di Kalimantan Barat untuk perkebunan kelapa sawit sebanyak 309.320 ha pada tahun 2015.

Karakteristik lahan gambut yang selalu tergenang, menyebabkan pembuatan saluran drainase menjadi kegiatan yang menyertai

pembukaan lahan gambut. Lahan gambut juga bersifat masam sehingga tidak tersedianya unsur hara bagi tanaman. Oleh sebab itu, perlu penambahan pupuk dan amelioran agar produksi kelapa sawit stabil dan meningkat. Penambahan amelioran bertujuan untuk menaikkan pH, sedangkan pemberian pupuk bertujuan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara bagi tanaman dan dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Haryadi, dkk., 2015).

Di sisi lain, pembuatan saluran drainase mampu mempercepat proses dekomposisi bahan organik (Aswandi dkk, 2016). Yang, dkk. (2017) juga mengatakan bahwa pemupukan mampu meningkatkan emisi CO₂ dari lahan gambut hal ini terjadi akibat adanya peningkatan aktivitas mikroba dikarenakan tingginya nutrisi dari hasil pemupukan yang diberikan (Kartikawati &

Nursyamsi, 2013). Pemupukan juga mampu meningkatkan respirasi akar tanaman, namun pada saat yang sama fotosintesis ikut menyerap CO₂ oleh tanaman. Emisi yang meningkat terjadi apabila proses respirasi akar lebih cepat dari pada proses fotosintesis. Akibatnya, produksi CO₂ yang diemisikan ke atmosfer semakin meningkat (Putri, dkk., 2016).

Produksi CO₂ pada lahan gambut diakibatkan adanya proses respirasi tanah. Proses ini merupakan aktivitas metabolisme yang mengakibatkan terjadinya penguraian yang selanjutnya menghasilkan air, energi dan CO₂ (Batubara, dkk., 2019). Proses respirasi erat kaitannya dengan lingkungan fisik dan laju dekomposisi yang dipengaruhi oleh sifat bahan organik gambutnya (Rosalina & Kahar, 2018).

Penelitian ini ditujukan untuk mengukur emisi CO₂ dari lahan gambut yang ditanami kelapa sawit dan telah mengalami pemupukan. Selain itu, penelitian ini menganalisis hubungan antara CO₂ yang diemisikan lahan gambut dengan beberapa faktor lingkungan.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di perkebunan kelapa sawit milik swasta, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Plot pengukuran berada pada blok tanaman kelapa sawit berumur sekitar 2 tahun (Tanaman Belum Menghasilkan, TBM) dan 10 tahun (Tanaman Menghasilkan, TM). Tanaman kelapa sawit diberi pupuk hayati sekitar satu bulan sebelum pengukuran, dengan dosis 0,5 dan 0,6 kg /pokok, masing-masing pada lahan TBM dan TM. Tiga minggu setelah pemupukan hayati, tanaman kelapa sawit diberi pupuk NPK dengan dosis 1,5 dan 2,75 kg/pokok, masing-masing untuk TBM dan TM. Pupuk ditaburkan mengelilingi pokok kelapa sawit pada jarak sekitar satu meter dari pokok.

Pengukuran emisi CO₂ dilakukan tiap minggu selama lima minggu dengan metode sungkup tertutup (*closed chamber*) menggunakan alat ukur gas portabel (sensor

vaisala GMP343). Plot pengukuran berada pada pokok kelapa sawit ke-2 dan ke-4 dari saluran drainase. Setiap plot memiliki dua sub plot yang berada pada jarak 2,5 m dan 4,5 m dari pokok kelapa sawit. Data konsentrasi CO₂ yang terukur dikonversi menjadi emisi CO₂ dengan rumus dari Sano, dkk. (2014).

Sampel tanah pada kedalaman 0-5 cm diambil bersamaan dengan pengukuran emisi CO₂. Sampel ini digunakan untuk mengukur kadar air (KA), Eh dan pH tanah gambut. Variabel lingkungan lainnya yang turut diukur adalah muka air tanah (MAT), suhu tanah (Tt) dan suhu udara (Tu). Data dianalisis dengan menggunakan uji t untuk membandingkan nilai emisi CO₂ pada TBM dan TM dan analisis korelasi untuk menganalisis hubungan anatara emisi CO₂ dengan variabel lingkungan (KA, MAT, pH, Eh, Tt, Tu).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Emisi CO₂ pada Lokasi TBM dan TM

Emisi CO₂ pada lahan TBM berkisar antara 0,60 – 0,89 g m⁻² jam⁻¹, sedangkan pada lahan TM berkisar antara 0,62 – 1,24 g m⁻² jam⁻¹ (Tabel 1) Rerata emisi CO₂ dalam tabel tersebut lebih besar dari rerata emisi CO₂ sebelum pemupukan yang dilaporkan oleh Riyani dkk (2021) pada lokasi yang sama, yaitu sebesar 0,65 g m⁻² jam⁻¹ dan 0,53 g m⁻² jam⁻¹, masing-masing pada lokasi TBM dan TM. Menurut Prayitno, dkk. (2018) kenaikan emisi setelah CO₂ diakibatkan karena adanya energi yang cukup untuk meningkatkan laju aktivitas mikroba. Hal ini juga didukung dari hasil penelitian Comeau, dkk. (2016) yang mengatakan bahwa jumlah emisi CO₂ setelah pemupukan lebih tinggi daripada sebelum pemupukan.

Emisi CO₂ pada lokasi TBM dan TM menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan (*p-value* = 0,53). Hal ini berkaitan dengan sifat fisik gambut, kadar air dan suhu tanah juga menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Meskipun terdapat perbedaan nyata pada nilai MAT, Tu, pH dan Eh antara TBM dan TM, namun hal tersebut tidak cukup memberikan pengaruh terhadap nilai

emisi pada lokasi TBM dan TM. Hal ini akan tetapi secara simultan dan saling membuktikan bahwa faktor-faktor berkaitan lingkungan tersebut tidak bisa berdiri sendiri,

Tabel 1: Emisi CO₂ berdasarkan Minggu Pengukuran pada TBM dan TM (Rerata±Standar Deviasi)

Minggu Ke-	TBM (n=8)		TM (n=8)	
	(g m ⁻² jam ⁻¹)	(ton ha ⁻¹ tahun ⁻¹)	(g m ⁻² jam ⁻¹)	(ton ha ⁻¹ tahun ⁻¹)
M1	0,60 ± 0,32	52,39 ± 28,13	0,66 ± 0,43	57,42 ± 37,94
M2	1,04 ± 0,65	91,13 ± 56,57	0,68 ± 0,39	59,67 ± 34,33
M3	0,89 ± 0,54	78,31 ± 47,36	0,62 ± 0,22	54,66 ± 19,42
M4	0,88 ± 0,56	77,04 ± 49,45	1,24 ± 0,79	109,03 ± 69,13
M5	0,85 ± 0,41	74,54 ± 35,51	0,70 ± 0,39	61,12 ± 33,95
Total	0,85 ± 0,50	74,68 ± 44,11	0,78 ± 0,51	68,38 ± 45,07

Sifat Lahan Gambut dan Variabel Lingkungan saat Pengukuran

Sifat gambut di lokasi penelitian relatif seragam. Ketebalan gambut pada lahan TBM berkisar 135-160 cm dan pada lahan TM memiliki ketebalan gambut berkisar 170-175 cm. Bobot isi dan porositas tanah gambut antar plot pengukuran juga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, dengan nilai rerata di sebesar 0,19 g cm⁻³ dan 89% (Razak, 2019).

Hasil uji t menunjukkan bahwa MAT, Suhu udara, pH dan Eh, memiliki perbedaan yang signifikan antara TBM dan TM, sedangkan KA dan suhu tanah tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (Tabel 2). Perbedaan antara TBM dan TM yang signifikan pada MAT, suhu udara, pH dan Eh tidak menyebabkan

perbedaan pada nilai emisi CO₂ antar kedua lahan tersebut. Hal ini mengindikasikan adanya variabel lain yang turut mempengaruhi besar kecilnya nilai emisi CO₂.

Korelasi antara Variabel Lingkungan dengan Emisi CO₂

Variabel lingkungan yang diukur bersamaan dengan pengukuran emisi CO₂ tidak menunjukkan adanya korelasi nyata terhadap emisi CO₂ (Tabel 3). Hal ini tidak sejalan dengan laporan hasil penelitian dari berbagai penulis yang menyatakan adanya korelasi nyata antara emis CO₂ dengan muka air tanah, kadar air tanah, suhu udara dan suhu tanah (Gusmayanti, dkk., 2019; Nababan, dkk., 2015; Nurzakiah, dkk., 2016; Nusantara dkk., 2014; Yahya, dkk., 2019).

Tabel 2: Uji t Variabel Lingkungan pada TBM dan TM

Karakteristik Lingkungan	TBM		TM		p-value
	Rerata	Std. Deviasi	Rerata	Std. Deviasi	
Kadar Air (%)	275	83	294	59	0,238
Muka Air Tanah (cm)	-36	12	-47	13	0,000*
Suhu Tanah (°C)	27,5	0,8	27,4	0,5	0,569
Suhu Udara (°C)	32,9	2,7	31,2	1,7	0,001*
pH (H ₂ O)	3,81	0,32	3,57	0,33	0,001*
Eh (mV)	359	39	389	34	0,001*

Tabel 3: Korelasi Emisi CO₂ dengan Variabel Lingkungan

Faktor Lingkungan		Lokasi Pengukuran		Total (n=64)
		TBM	TM	
Kadar Air (%)	r	-0,144	0,108	-0,047
	p-value	0,377	0,509	0,681
Muka Air Tanah (cm)	r	-0,085	-0,124	-0,068

Faktor Lingkungan		Lokasi Pengukuran		Total (n=64)
		TBM	TM	
Suhu Tanah (°C)	<i>p-value</i>	0,604	0,444	0,550
	<i>r</i>	-0,014	0,183	0,064
	<i>p-value</i>	0,931	0,259	0,573
Suhu Udara (°C)	<i>r</i>	0,043	0,186	0,151
	<i>p-value</i>	0,791	0,251	0,181
	<i>r</i>	-0,149	0,249	0,077
pH (H ₂ O)	<i>p-value</i>	0,358	0,121	0,497
	<i>r</i>	0,034	-0,166	-0,082
	<i>p-value</i>	0,836	0,307	0,471

Keterangan: Angka yang dicetak miring menunjukkan hasil korelasi berdasarkan uji Spearman karena data tidak berdistribusi normal, * menunjukkan korelasi signifikan pada taraf 0.05, *p-value* adalah nilai signifikansi, n adalah banyaknya jumlah data pengukuran, r adalah koefisien korelasi

Emisi CO₂ merupakan proses yang kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor secara simultan. Akibatnya, korelasi parsial antara satu faktor lingkungan dan emisi CO₂ kemungkinan tidak terdeteksi secara nyata pada pengukuran yang terbatas. Dalam penelitian ini, pengukuran dilakukan dalam kurun waktu yang singkat (lima minggu) dengan kisaran nilai variabel lingkungan yang relatif kecil diduga sebagai penyebab korelasi yang tidak nyata antar variabel lingkungan dan emisi CO₂.

KESIMPULAN

Rerata emisi CO₂ dari lahan gambut yang mengalami pemupukan sebesar 0,85 g m⁻² jam⁻¹ atau setara dengan 74,68 ton ha⁻¹ tahun⁻¹ pada lokasi TBM dan 0,78 g m⁻² jam⁻¹ atau setara dengan 68,38 ton ha⁻¹ tahun⁻¹ pada lokasi TM. Selama pengukuran, variabel lingkungan berkorelasi tidak nyata dengan emisi CO₂ dari lahan gambut perkebunan kelapa sawit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada PT. Sintang Raya yang telah memberi dukungan dan bantuan sehingga penelitian ini dapat berjalan sesuai dengan rencana.

DAFTAR PUSTAKA

Adji, F. F., Damanik, Z., Yulianti, N., Birawa, C., Handayani, F., Sinaga, A. N., ... Dohong, S. (2015). Dampak Alih Fungsi Lahan

Terhadap Sifat Fisik Tanah dan Emisi Karbon Gambut Transisi di Desa Kanamit Barat Kalimantan Tengah. *Jurnal Pedon Tropika*, 3(1), 78–88.

Agnesia, F. (2014). *Pengaruh Pemberian Biochar dan Kompos terhadap Sifat Kimia, Biologi dan Emisi Gas Karbondioksida pada Tanah Sawah*. Universitas Brawijaya, Malang.

Aswandi, Sadono, R., Supriyo, H., & Hartono. (2016). Kehilangan Karbon Akibat Drainase dan Degradasi Lahan Gambut Tropika Di Trumon Dan Singkil Aceh. *Journal Manusia Dan Lingkungan*, 23(3), 334–341.

Batubara, S. F., Agus, F., Rauf, A., & Elfiati, D. (2019). Impact of Soil Collar Insertion Depth on Microbial Respiration Measurements from Tropical Peat Under an Oil Palm Plantation. *Mires and Peat*, 24(6), 1–11.

Comeau, L. P., Hergoualc'h, K., Hartill, J., Smith, J., Verchot, L. V., Peak, D., & Salim, A. M. (2016). How do the heterotrophic and the total soil respiration of an oil palm plantation on peat respond to nitrogen fertilizer application? *Geoderma*, 268, 41–51.

Gusmayanti, E., Anshari, G. Z., Pramulya, M., & Ruliyansyah, A. (2019). CO₂ fluxes from drained tropical

- peatland used for oil palm plantation in relation to peat characteristics and crop age after planting. *Biodiversitas*, 20(6), 1650–1657.
- Handayani, E. P. (2009). Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dan Metana (CH₄) pada Perkebunan Kelapa Sawit di Lahan Gambut yang Memiliki Keragaman dalam Ketebalan Gambut dan Umur Tanaman. Institut Pertanian Bogor.
- Haryadi, D., Yetti, H., & Yoseva, S. (2015). Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Pupuk terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (*Brassica alboglabra* L.). *JOM Faperta*, 2(2), 1–10.
- Kartikawati, R., & Nursyamsi, D. (2013). Pengaruh Pengairan, Pemupukan dan Penghambat Nitrifikasi terhadap Emisi Gas Rumah Kaca di Lahan Sawah Tanah Mineral. *Ecolab*, 7(2), 93–107.
- Miettinen, J., Shi, C., & Liew, S. C. (2016). Land cover distribution in the peatlands of Peninsular Malaysia, Sumatra and Borneo in 2015 with changes since 1990. *Global Ecology and Conservation*, 6, 67–78.
- Misbahuddin, M., Aryanti, E., Purnamasari, E., Permanasari, I., Irfan, M., & Arminudin, A. T. (2018). Emisi CO₂ pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) yang di Tumpangsarikan dengan Tanaman Pangan Fase Berbeda di Tanah. *Jurnal Agroekoteknologi*, 8(2), 31–36.
- Nababan, P., Wawan, & Amri, A. I. (2015). Pengaruh Kedalaman Muka Air Tanah terhadap Emisi CO₂ pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Lahan Gambut. *JOM Faperta*, 2(2), 1–13.
- Nurzakiah, S., Nurita, & Nursyamsi, D. (2016). Water Management “Tabat System” in Carbon Dioxide Mitigation and Vulnerability to Fire On Peatland. *Journal of Tropical Soils*, 21(1), 41–47.
- Nusantara, R. W., Sugandawaty, T., & Haryono, E. (2014). Emisi CO₂ Tanah Akibat Alih Fungsi Lahan Hutan Rawa Gambut di Kalimantan Barat. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 21(3), 268–276.
- Prayitno, M. B., Elia, P., Runtung, A., & Sriwijaya, U. (2018). Pengaruh Muka Air Tanah dan Pupuk Nitrogen terhadap Emisi Karbon Tanaman Padi di Tanah Gambut. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2018*, 978–979.
- Prihutami, M. D. (2018). Hubungan Umur Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan dengan Fluks CO₂ pada Siang Hari. *Skripsi*. Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Putri, T. T. A., Syaufina, L., & Anshari, G. Z. (2016). Emisi Karbon Dioksida (CO₂) Rizosfer dan Non Rizosfer dari Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) pada Lahan Gambut Dangkal. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 40(1), 43–50.
- Razak, F. R. (2019). Dampak Pemupukan Tanaman Kelapa Sawit Terhadap Respirasi Heterotrofik di Lahan Gambut. *Skripsi*. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Rosalina, F., & Kahar, M. S. (2018). The Effect of Composting Azolla Compost Fertilizer and Humic Material on CO₂ Gas Production in Sand Land. *Bioscience*, 2(1), 29–37.
- Sano, T., Hirano, T., Liang, N., Hirata, R., & Fujinuma, Y. (2014). Carbon dioxide exchange of a larch forest after a typhoon disturbance Sano,. *Forest Ecology and Management*, 260(12), 2214–2223.

- Yahya, V. J., Sabiham, S., Pramudya, B., & Las, I. (2019). Identifikasi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Emisi Karbon di Lahan Gambut Tropis (Kasus Pada Perkebunan Kelapa Sawit di Kabupaten Siak). *Biospecies*, 12(2), 20–27.
- Yang, M., Li, Y., Li, Y., Chang, S. X., Yue, T., Fu, W., Zhou, G. (2017). Effects of Inorganic and Organic Fertilizers on Soil CO₂ Efflux and Labile Organic Carbon Pools in an Intensively Managed Moso Bamboo (*Phyllostachys pubescens*) Plantation in Subtropical China. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(3), 332–344.