



FLUKS KARBON DIOKSIDA (CO₂) PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT DI LAHAN GAMBUT DENGAN VARIASI KETINGGIAN MUKA AIR

CUT RUSHAYU PUTRI



**ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Fluks Karbon Dioksida (CO_2) pada Perkebunan Kelapa Sawit di Lahan Gambut dengan Variasi Ketinggian Muka Air” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Cut Rushayu Putri
P0502221021



RINGKASAN

CUT RUSHAYU PUTRI. Fluks Karbon Dioksida (CO_2) pada Perkebunan Kelapa Sawit di Lahan Gambut dengan Variasi Ketinggian Muka Air. Dibimbing oleh SUWARDI dan BANDUNG SAHARI.

Indonesia merupakan salah satu negara dengan lahan gambut terbesar di daerah tropis. Umumnya, lahan gambut di Indonesia digunakan untuk pertanian, termasuk lahan gambut dalam komoditas kelapa sawit. Pemanfaatan lahan gambut dalam pertanian kelapa sawit tentu berdampak pada lingkungan, salah satunya adalah pelepasan karbon dioksida (CO_2) yang relatif tinggi dan berdampak pada pemanasan global. Beberapa faktor mempengaruhi fluks CO_2 yang tinggi dari lahan gambut, termasuk dekomposisi gambut, aktivitas respirasi akar dan populasi mikroba di daerah tersebut. Hal penting lainnya di lahan gambut yang harus diperhatikan adalah Tinggi Muka Air Tanah (TMAT) dan kadar air tanah (KAT), khususnya perkebunan kelapa sawit.

Tinggi muka air tanah memiliki pengaruh besar terhadap pertumbuhan tanaman kelapa sawit. Untuk itu, peraturan mengenai ketinggian air harus dikelola dengan baik. Penelitian ini menganalisis hubungan antara fluks CO_2 , tinggi muka air tanah dan kadar air tanah pada perkebunan kelapa sawit di ekosistem gambut tropis di perkebunan kelapa sawit Kecamatan Koto Gasib, Kabupaten Siak, Provinsi Riau. Penelitian dilakukan pada November 2023 hingga Februari 2024, penelitian dilakukan dengan mengukur fluks CO_2 di tiga kondisi plot di lokasi penelitian: plot tanah terbuka, plot *Nephrolepis biserrata*, dan plot kebun kelapa sawit.

Pengukuran fluks CO_2 dilakukan menggunakan metode sungkup tertutup dan *Infrared Gas Analyzer* (IRGA). Pengukuran tinggi muka air tanah dan kadar air tanah diukur bersamaan dengan fluks CO_2 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata fluks CO_2 yang diukur adalah $22,83 \pm 13,43$ ton $\text{CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$ di tanah terbuka, $31,23 \pm 15,76$ ton $\text{CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$ di *Nephrolepis biserrata*, dan $35,76 \pm 20,99$ ton $\text{CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$ di plot kebun kelapa sawit. Selanjutnya, hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi muka air tanah tidak berkorelasi secara signifikan dengan fluks CO_2 untuk semua plot dan kadar air tanah tidak berkorelasi secara signifikan dengan fluks CO_2 , kecuali untuk plot tanah terbuka.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air tanah (KAT) memainkan peran yang lebih penting dalam emisi CO_2 daripada tinggi muka air tanah. Temuan ini menyoroti pentingnya mengelola tinggi muka air tanah dan mempertahankan kadar air tanah yang optimal untuk mengurangi fluks CO_2 dari lahan gambut tropis secara efektif.

Kata kunci: Fluks CO_2 , kadar air gambut, lahan gambut, *Nephrolepis biserrata*, tinggi muka air tanah



SUMMARY

CUT RUSHAYU PUTRI. Flux CO₂ in Oil Palm Plantations on Peatlands with Water Level Variation. Supervised by SUWARDI and BANDUNG SAHARI.

Indonesia is one of the countries with the largest peatlands in tropical regions. Generally, peatlands in Indonesia are used for agriculture, including peatlands in oil palm commodities. The use of peatlands in agriculture in oil palm certainly has an impact on the environment, one of which is the release of carbon dioxide (CO₂) which is relatively high and has an impact on global warming. Several factors influence the high CO₂ flux from peatlands, including peat decomposition, root respiration activity, temperature, and microbial populations in the area. Another important thing in peatlands that must be considered is the Ground Water Level (GWL) and soil water content (SWC), especially oil palm plantations.

Ground water level has a great influence on the growth of oil palm plants. For this reason, the regulation regarding the water level must be managed properly. This study analyzes the relationship between CO₂ flux, groundwater level, and soil water content in oil palm plantations in the tropical peat ecosystems of Koto Gasib District, Siak Regency, Riau Province. The research was conducted from November 2023 to February 2024, measuring CO₂ flux in three plots inside oil palm plantations: Bare plots, *Nephrolepis biserrata* plots, and plots near oil palm trees.

CO₂ flux measurements were carried out using a closed chamber method and an Infrared Gas Analyzer (IRGA), the additional factors such as groundwater level and soil water content were also measured simultaneously with CO₂ flux. The results showed that the average CO₂ flux measured was 22.83 ± 13.43 tonnes ha⁻¹ year⁻¹ in Bare plot, 31.23 ± 15.76 tonnes ha⁻¹ year⁻¹ in *Nephrolepis biserrata*, and 35.76 ± 20.99 tonnes ha⁻¹ year⁻¹ near oil palm. Furthermore, the results show that ground water level not significantly correlate for all plots and soil water content do not significantly correlate with CO₂ flux, except for Bare plots.

The results showed that soil water content (SWC) played a more important role in CO₂ emissions than GWL. These findings highlight the importance of managing GWL and maintaining optimal water content to reduce CO₂ emissions from tropical peatlands effectively.

Keywords: CO₂ flux, ground water lever, *Nephrolepis biserrata*, peatland, soil water content



©Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah,
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



FLUKS KARBON DIOKSIDA (CO₂) PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT DI LAHAN GAMBAT DENGAN VARIASI KETINGGIAN MUKA AIR

CUT RUSHAYU PUTRI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan
Lingkungan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**ILMU PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Prof. Dr. Ir. Suria Darma Tarigan, M.Sc.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tesis : Fluks Karbon Dioksida (CO₂) pada Perkebunan Kelapa Sawit di Lahan Gambut dengan Variasi Ketinggian Muka Air
Nama : Cut Rushayu Putri
NIM : P0502221021

Disetujui oleh



Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Suwardi, M.Agr.

Pembimbing 2:

Dr. Bandung Sahari, SP., M.Si.

Diketahui oleh



Ketua Program Studi Magister
Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan
Prof. Dr. Ir. Hadi Susilo Arifin, M.S
NIP 195911061985011001

Dekan Sekolah Pascasarjana
Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.F.Trop.
NIP 197003291996081001



Tanggal Ujian:
6 Agustus 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Segala puji syukur penulis selalu panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan karunia-Nya serta memberikan kemudahan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul ‘Fluks Karbon Dioksida (CO_2) Pada Perkebunan Kelapa Sawit di Lahan Gambut dengan Variasi Ketinggian Muka Air’. Tesis ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Magister Sains pada program studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya alam dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini tidak akan ada artinya tanpa bimbingan, arahan, bantuan, dan nasihat dari berbagai pihak yang ditujukan khusus untuk penulis. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan kesempatan ke penulis untuk melanjutkan studi magister penulis di Sekolah Pascasarjana, Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan.
2. Prof. Dr. Ir. Suwardi, M. Agr. selaku ketua komisi pembimbing yang telah bersedia banyak meluangkan waktu untuk membimbing dengan penuh kesabaran dan ketulusan, membina, memberikan ilmu dan pelajaran serta masukan berharga, arahan, semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menuntaskan tesis dengan hasil yang sangat maksimal
3. Dr. Bandung Sahari, SP., M.Si. selaku anggota komisi pembimbing yang dengan sabar membimbing, mengarahkan dan memberikan ilmu selama proses penyusunan tesis hingga tesis ini dapat terselesaikan
4. Prof. Dr. Ir. Suria Darma Tarigan, M.Sc. selaku penguji luar komisi yang telah memberikan banyak saran, arahan dan koreksi yang membangun dalam penyempurnaan tesis
5. Prof. Dr. Ir. Hadi Susilo Arifin, MS selaku ketua program studi dan Prof. Dr. Efi Yuliati Yovi, S.Hut, M.Life.Env.Sc selaku sekretaris program studi magister Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan yang turut membantu dan memberikan dukungan serta masukan dan saran penulis dalam menyelesaikan tesis serta Bapak/Ibu Dosen Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan yang telah banyak berkontribusi memberikan ilmu dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis serta seluruh staff kependidikan program studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan yang telah banyak membantu keperluan penulis selama masa perkuliahan dan staff laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian IPB yang telah membantu penulis dalam melakukan analisis penelitian
6. Dr. Ir. Basuki Sumawinata, M. Agr. selaku dosen yang senantiasa bersedia membimbing, memberikan arahan serta motivasi kepada penulis selama proses penelitian hingga penyusunan tesis
7. Fransisca Simanjuntak, SP., M.Si. yang telah bersedia membantu penulis saat proses pengambilan data di lapangan hingga proses analisis di laboratorium dan pengolahan data serta memberikan ilmu dan dukungan kepada penulis



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

8. Pihak-pihak yang terlibat yang tidak bisa penulis dalam penelitian penulis di lapangan yang telah bersedia membantu memudahkan pengambilan data penulis selama berada di lokasi penelitian dan pihak-pihak lainnya yang turut membantu penulis dalam penyusunan tesis yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu
9. Keluarga tercinta Ir. Teuku Rustam Effendi, M.Si selaku ayah kandung, Hainul Nur Fitri Yenni, S.KM. selaku ibu kandung, Teuku Rushariandi, S.TP., M.M. selaku abang kandung dan Cut Raifa Aramoana selaku keponakan yang senantiasa tulus dan ikhlas dalam mendoakan penulis, mendengarkan keluh-kesah, memberikan dukungan, kekuatan, perhatian dan motivasi baik secara moral maupun materil tanpa pamrih agar tesis ini dapat terselesaikan sesuai dengan yang diharapkan
10. Sahabat terbaik Uli, Ajeng, Rahmi, Mery, Indah, Ridha, Sari, Acut, Fitria, Mala, Melan, Kia, Nada, Fajrina, Wandira, Nanda, Gecci, Febiola yang selalu ada dan bersedia memberikan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan baik
11. Teman seperjuangan seluruh mahasiswa program studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan khususnya tahun 2022.
12. Terakhir, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada diri sendiri, Cut Rushayu Putri. Terima kasih telah memilih untuk tetap berjuang sejauh ini, tetap bertahan sampai detik ini, di perjalanan yang tidak lurus dan tidak mudah ini. Terima kasih untuk kesabaran dan semangat serta kekuatan yang selalu terjaga dalam menghadapi dan melewati proses penyusunan tesis yang penuh tantangan dan rintangan ini. Terima kasih atas kemauan untuk terus belajar dan tidak menyerah disaat keraguan dan keputusasaan datang, terima kasih telah memilih untuk tetap berusaha dan selalu melangitkan do'a. Terima kasih sudah bertanggung jawab menyelesaikan apa yang sudah dimulai dan membuktikan bahwa mampu melewatkannya. Semoga langkah ini menjadi awal dari pencapaian-pencapaian berikutnya.

Selama proses penyelesaian tesis ini penulis sadar bahwa karya ilmiah ini masih sangat jauh dari hasil yang diharapkan. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis guna peningkatan kualitas tesis ini. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan pembelajaran bagi semua pihak untuk menambah wawasan.

Bogor, Agustus 2025

Cut Rushayu Putri



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Kerangka Pemikiran	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Definisi Gambut dan Fluks Karbon Dioksida (CO ₂)	5
2.2 Perkebunan Kelapa Sawit dan <i>Nephrolepis biserrata</i>	6
2.3 Tinggi Muka Air, Kadar Air dan Sifat-Sifat Tanah di Lahan Gambut	7
2.4 Sistem Drainase pada Perkebunan Kelapa Sawit di Lahan Gambut	10
III METODE	11
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Metode Pengambilan Data	12
3.4 Metode Analisis Data	12
3.5 Analisis Data	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Nilai Fluks CO ₂ , Tinggi Muka Air Tanah dan Kadar Air Tanah pada Tutupan Lahan yang Berbeda	16
4.2 Kondisi Curah Hujan di Lokasi Penelitian	18
4.3 Hubungan Tinggi Muka Air dan Kadar Air terhadap Emisi CO ₂	19
4.4 Analisis Sifat Kimia Tanah Gambut di Perkebunan Kelapa Sawit	19
V SIMPULAN DAN SARAN	22
5.1 Simpulan	22
5.2 Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	30
RIWAYAT HIDUP	37



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Matriks metode analisis data	12
2	Metode analisis sifat-sifat kimia tanah gambut	14
3	Fluks CO ₂ di plot tanah terbuka, <i>Nephrolepis biserrata</i> dan kebun kelapa sawit	16
4	Korelasi fluks CO ₂ dengan tinggi muka air dan kadar air menggunakan korelasi <i>Spearman</i>	18
5	Sifat-sifat kimia tanah berdasarkan kategori kondisi plot lahan gambut	18

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka penelitian	3
2	Sistem drainase di lahan gambut	9
3	Peta lokasi penelitian	10
4	Fluks CO ₂ berdasarkan kategori kondisi pada plot	16
5	Fluks CO ₂ , tinggi muka air dan kadar air pada kategori kondisi pada plot	16
6	Curah hujan bulanan di lokasi penelitian tahun 2015 hingga 2024	17

LAMPIRAN

1	Tiga kategori kondisi plot	29
2	Sifat-sifat kimia tanah gambut di perkebunan kelapa sawit	30
3	Fluks CO ₂ , tinggi muka air tanah dan kadar air di lahan gambut	31
4	Alat pengukuran CO ₂	34
5	Alat pengukuran tinggi muka air tanah	34
6	Sampel tanah untuk uji kadar air tanah	34