

- 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.

SKENARIO MITIGASI GAS RUMAH KACA PADA PRODUKSI MINYAK KELAPA SAWIT

FAJRINA NUR USMANI



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



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Skenario Mitigasi Gas Rumah Kaca Pada Produksi Minyak Kelapa Sawit” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun 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

Fajrina Nur Usmani
P050221030

RINGKASAN

FAJRINA NUR USMANI. Skenario Mitigasi Gas Rumah Kaca Pada Produksi Minyak Kelapa Sawit. Dibimbing oleh SURIA DARMA TARIGAN dan BANDUNG SAHARI.

Penelitian ini mengkaji skenario mitigasi Gas Rumah Kaca (GRK) pada produksi minyak kelapa sawit, dengan mempertimbangkan berbagai sumber emisi serta karakteristik entitas produsen seperti kebun, pabrik, kebun di lahan gambut, dan areal HCV. Tujuan lainnya adalah menyusun katalog dan mekanisme pengurangan emisi yang sesuai dengan masing-masing jenis entitas guna mendukung pencapaian target penurunan emisi nasional secara efektif dan berkelanjutan.

Penelitian dilaksanakan pada November 2023 hingga Juli 2024 di dua perusahaan kelapa sawit yang berlokasi di Kecamatan Koto Gasib dan Kecamatan Kunto Darussalam, Provinsi Riau. Kedua perusahaan ini memiliki jenis lahan dan luas yang berbeda, dimana masing-masing 6.408,8 ha dan 10.057,51 ha dengan kapasitas pabrik 45 ton TBS/jam dan 60 ton TBS/ jam. Data diperoleh dari catatan aktivitas kebun dan pabrik tahun 2022 yang tercatat dalam sistem *Integrated Farming System* (IFS), serta telah diverifikasi langsung kepada *manager* terkait.

Pemetaan dan perhitungan emisi GRK dilakukan secara sistematis menggunakan kalkulator GHG RSPO dengan menggunakan pendekatan IPCC. Perhitungan mencakup seluruh tahapan produksi, mulai dari pembukaan lahan, aktivitas agronomi (pembibitan, pemeliharaan, pemanenan), hingga proses ekstraksi minyak sawit dan pengelolaan limbah. Emisi paling signifikan berasal dari lahan gambut, POME, dan diikuti oleh penggunaan pupuk serta bahan bakar fosil.

Strategi mitigasi kemudian dirumuskan dalam bentuk skenario penurunan emisi, yang disimulasikan menggunakan *Microsoft Excel*. Skenario ini mempertimbangkan efektivitas, dampak lingkungan jangka panjang, serta biaya implementasi. Beberapa alternatif yang dianalisis meliputi: (1) pembasahan lahan gambut (*Peat rewetting*); (2) peningkatan muka air tanah; (3) pengurangan luasan lahan gambut; (4) *methane capture* untuk limbah POME; (5) penggunaan B30 dan biogas sebagai pengganti bahan bakar fosil; serta (6) pemanfaatan limbah biomassa sebagai biofuel berkelanjutan.

Pengembangan skenario mitigasi juga mempertimbangkan ketersediaan teknologi yang efektif dan terjangkau, kelayakan ekonomi, dampak terhadap produktivitas, serta skala usaha. Tidak semua metode cocok untuk semua jenis perusahaan, terutama jika dilihat dari kemampuan investasi awal dan biaya operasional. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kombinasi *methane capture*, *peat rewetting*, dan penggunaan B30 dapat menurunkan emisi GRK hingga 37,12% tanpa menurunkan hasil produksi. Oleh karena itu, strategi ini dinilai potensial untuk diterapkan dalam mendukung kontribusi industri kelapa sawit terhadap mitigasi perubahan iklim global.

Kata kunci: Emisi gas rumah kaca, GHG *calculator* RSPO, Industri kelapa sawit, Mitigasi emisi GRK, Skema pengurangan emisi



SUMMARY

FAJRINA NUR USMANI. Greenhouse Gas Mitigation Scenarios in Palm Oil Production. Supervised by SURIA DARMA TARIGAN and BANDUNG SAHARI.

This study examines greenhouse gas (GHG) mitigation scenarios in palm oil production, taking into account various emission sources and the characteristics of producer entities such as plantations, mills, peatland plantations, and HCV areas. Another objective is to develop catalogs and emission reduction mechanisms that are suitable for each type of entity to support the achievement of national emission reduction targets in an effective and sustainable manner.

The research was conducted from November 2023 to July 2024 in two oil palm companies located in Koto Gasib and Kunto Darussalam sub-districts, Riau Province. These two companies have different land types and areas, which are 6,408.8 ha and 10,057.51 ha respectively with mill capacities of 45 tons FFB/hour and 60 tons FFB/hour. Data was obtained from the 2022 plantation and mill activity records recorded in the Integrated Farming System (IFS), and has been verified directly with the relevant managers.

The mapping and calculation of GHG emissions is carried out systematically using the RSPO GHG calculator using the IPCC approach. The calculation covers all stages of production, from land clearing, agronomic activities (nursery, maintenance, harvesting), to palm oil extraction and waste management. The most significant emissions came from peatland, POME, and followed by fertilizer and fossil fuel use.

Mitigation strategies were then formulated in the form of emission reduction scenarios, which were simulated using Microsoft Excel. These scenarios consider effectiveness, long-term environmental impacts and implementation costs. Some of the alternatives analyzed include: (1) peat rewetting; (2) increasing groundwater levels; (3) reducing peatland area; (4) methane capture for POME waste; (5) using B30 and biogas as a substitute for fossil fuels; and (6) utilizing biomass waste as sustainable biofuel.

The development of mitigation scenarios also considers the availability of effective and affordable technologies, economic feasibility, impact on productivity, and business scale. Not all methods are suitable for all types of companies, especially when viewed from the ability of initial investment and operational costs. The simulation results show that the combination of methane capture, peat rewetting, and the use of B30 can reduce GHG emissions by 37.12% without reducing production output. Therefore, this strategy is considered potential to be implemented in supporting the palm oil industry's contribution to global climate change mitigation.

Keywords: Emission reduction scheme, GHG emission mitigation, Greenhouse gas emissions, RSPO GHG calculator, Palm oil industry



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.

SKENARIO MITIGASI GAS RUMAH KACA PADA PRODUKSI MINYAK KELAPA SAWIT

FAJRINA NUR USMANI

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

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
1. Prof. Dr. Ir. Suwardi, M.Agr



IPB University
— Bogor Indonesia —

- 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 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.

Judul Tesis : Skenario Mitigasi Gas Rumah Kaca Pada Produksi Minyak Kelapa Sawit
Nama : Fajrina Nur Usmani
NIM : P0502221030

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Suria Dharma Tarigan, M.Sc.
NIP. 196203051987031000



Pembimbing 2:
Dr. Bandung Sahari, S.P., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
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: 06 Agustus 2025

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini adalah Skenario Mitigasi Gas Rumah Kaca Pada Produksi Minyak Kelapa Sawit.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Suria Darma Tarigan, M.Sc selaku ketua komisi pembimbing dan Dr. Bandung Sahari, SP., M.Si. selaku anggota komisi pembimbing yang telah memberikan inspirasi, pemahaman, arahan, dan bimbingannya selama penyelesaian tesis ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Hadi Susilo Arifin, M.S selaku ketua program studi PSL dan Prof. Dr. Efi Yulianti Yovi, S.Hut, M.Life.Env.Sc. selaku pimpinan sidang, serta Prof. Dr. Ir. Suwardi, M.Agr selaku Penguji Luar Komisi Pembimbing yang memberikan saran dan masukan untuk penyempurnaan Tesis ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dian Ary Kurniawan, Ibu Kiki Ayu Hertanti, Bapak Mochamad Riza Kasfari, Bapak Aristyo Dwiputro, Ibu Fransisca Simanjuntak, dan Bapak Limas Agung yang telah memberikan kesempatan penulis melakukan, menerima, dan membantu penulis untuk melaksanakan penelitian.

Terima kasih khusus kepada kedua orang tua (Bapak Usman dan Ibu Ningsih), aa, teteh dan adik-adik (Iqbal Nur Fauzy, Ulfha Dwi Ningtyas, Akmal Nur Fadilah, Yasmin Nur Usmaningtyas) atas kasih sayang dan dukungan yang tidak terhingga. Terima kasih kepada Laras, dan Lukman yang telah menemani penulis dari proses awal masuk kuliah sampai penulis dapat menyelesaikan studi ini. Tidak lupa juga penulis ucapkan terima kasih kepada Nada, Cut, Wandira, Tiara, Finitya, Sulisty, serta teman-teman seperjuangan PSL IPB angkatan 2022, dan kepada semua sahabat saya (Fanny, Riska, Sarah, Nabila, Vivi, Via, Etsa, Asih, dan Mauliddina) atas kebersamaan, semangat, serta diskusi berbagai ilmu kepada penulis.

Segala kekurangan yang ada dalam tesis ini, penulis berharap hasil penelitian ini dapat bermanfaat, tidak hanya bagi penulis, namun juga bagi sesama peneliti, praktisi, pemerintah, serta dapat menambah khasanah keilmuan bagi masyarakat luas. Kritik dan saran diperlukan guna pengembangan dalam penelitian di masa depan.

Bogor, Agustus 2025

Fajrina Nur Usmani



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	vii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Kerangka Penelitian	3
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Net Zero Emission</i>	5
2.2 Produksi Minyak Sawit	6
2.3 Jenis Lahan Kelapa Sawit	8
2.4 Jejak Karbon Pada Industri Minyak Sawit	9
2.5 Katalog teknologi/Terobosan dalam Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca pada Industri Minyak Sawit	11
2.6 Peraturan Terkait Pengurangan Emisi	12
III METODE	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Pengumpulan Data	13
3.4 Analisis data	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Data Aktivitas Produksi Tahun 2022	17
4.2 Sumber Emisi Produksi Minyak Kelapa Sawit	21
4.3 Katalog Penurunan Emisi GRK	25
4.4 Skenario Penurunan Emisi GRK dalam Industri Minyak Kelapa Sawit	32
V SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Simpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	45
RIWAYAT HIDUP	47

DAFTAR TABEL

1	Matriks sumber emisi berdasarkan aktivitas produksi minyak sawit	14
2	Matriks katalog penurunan emisi gas rumah kaca berdasarkan sumber emisi dan kegiatan produksi	14
3	Produktivitas kebun dan pabrik pada tahun 2022	17
4	Data inventori kebun dan pabrik pada tahun 2022	18
5	Emisi GRK tahun 2022 dengan pendekatan RSPO	21
6	Alternatif penurunan GRK	25
7	Proyeksi emisi gas rumah kaca berdasarkan skenario pengurangan pada perkebunan dengan lahan gambut	33
8	Skenario pengurangan <i>Business As Usual</i> (BAU) pada lahan tidak memiliki gambut	34

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka penelitian	4
2	Profil emisi gas rumah kaca dan proyeksinya	5
3	Proses bisnis industri minyak sawit nasional	7
4	Sumber utama gas rumah kaca	10
5	Proses aliran industri kelapa sawit	11
6	Peta lokasi penelitian	13
7	Ilustrasi <i>methane capture</i>	24

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Faktor emisi pupuk dalam nilai default RSPO	46
2	Lampiran 2 Faktor emisi bahan bakar fosil	46

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