



ESTIMASI NILAI DAMPAK EMISI DAN SERAPAN KARBON PADA PRODUKSI BENIH KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)

ALVIAN SAPUTRA PARDEDE



**DEPARTEMEN AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik 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.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Estimasi Nilai Dampak Emisi dan Serapan Karbon pada Produksi Benih Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)” 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 skripsi ini.

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

Bogor, Agustus 2025

Alvian Saputra Pardede
A2401211131

- 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.



ABSTRAK

ALVIAN SAPUTRA PARDEDE. Estimasi Nilai Dampak Emisi dan Serapan Karbon pada Produksi Benih Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq). Dibimbing oleh HERDHATA AGUSTA dan YUSI ROSALINA.

Keberlanjutan diupayakan dalam berbagai sektor industri kelapa sawit, termasuk produksi benih kelapa sawit, salah satunya penilaian terhadap dampak emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Salah satu metode perhitungan dampak yang dapat digunakan adalah 'Life Cycle Assessment' (LCA). Penelitian ini bertujuan mengestimasi dampak emisi pada setiap produksi 1000 butir kecambah kelapa sawit berdasarkan tahapan produksi dan input yang digunakan menggunakan metode LCA; mengestimasi nilai simpanan dan serapan karbon pada kebun induk kelapa sawit; dan membandingkan nilai dampak emisi yang dihasilkan dengan serapan emisi tahunan pada kebun induk kelapa sawit. Metode dalam penelitian terdiri atas LCA menggunakan perangkat lunak *OpenLCA*, basis data *Eco-invent* 3.9, dan metode perhitungan dampak IPCC 2021. Perhitungan serapan dan simpanan karbon yang dilakukan menggunakan campuran perhitungan non-destruktif dan estimasi berdasarkan pustaka. Hasil penelitian menunjukkan produksi 1000 butir kecambah kelapa sawit menghasilkan rata-rata nilai GWP_{100} sebesar 18,663 kg CO₂-eq. Simpanan karbon yang dimiliki oleh kebun kelapa sawit mencapai nilai 102,192 t C ha⁻¹ pada tanaman induk dewasa dan 131,210 t C ha⁻¹ pada tanaman induk tua. Serapan karbon oleh kebun kelapa sawit berdasarkan estimasi mencapai 51,705 t CO₂-eq ha⁻¹ tahun⁻¹. Hasil perhitungan estimasi neraca karbon didapatkan bahwa produksi benih kelapa sawit menghasilkan cadangan serapan CO₂ sebesar 36,807 t CO₂-eq ha⁻¹ tahun⁻¹. Produksi benih kelapa sawit memiliki cadangan serapan CO₂ yang berkontribusi juga dalam neraca karbon industri kelapa sawit secara keseluruhan.

Kata kunci: dampak lingkungan, keberlanjutan kelapa sawit, kecambah kelapa sawit, pemanasan global, sekuestrasi.

ABSTRACT

ALVIAN SAPUTRA PARDEDE. Estimation of Emission Impact and Carbon Absorption Value on Oil Palm Seed Production (*Elaeis guineensis* Jacq.). Supervised by HERDHATA AGUSTA and YUSI ROSALINA.

Sustainability is pursued in various sectors of the palm oil industry, one of them Sustainability is pursued in various sectors of the palm oil industry, including oil palm seed production, which one of them is the assessment of the impact of greenhouse gas (GHG) emissions. One of method that can be used is Life Cycle Assessment (LCA). This study aims to estimate the emission impact for every 1000 palm oil germinated seeds produced based on the production stages and inputs used using the LCA method; to estimate the carbon storage and absorption values in palm oil parent plantations; and to compare the estimated emissions impact with the annual emissions absorption in oil palm nurseries. The methods of this study consisting of LCA with OpenLCA software, the Eco-invent 3.9 database, and the IPCC 2021 impact assessment method. The carbon absorption and storage calculations were performed using a combination of non-destructive calculations and estimates based on literature. The results of the study show that the production of 1000 oil palm seedlings produce an average emission impact value of 18,663 kg CO₂-eq. The carbon storage capacity of oil palm plantations reaches 102,192 t C ha⁻¹ in mature parent plants and 131,210 t C ha⁻¹ in old parent plants. Carbon absorption by oil palm plantations based on estimates reaches 51,705 t CO₂-eq ha⁻¹ year⁻¹. The results of the carbon balance estimation calculations show absorption reserve of 36,807 t CO₂-eq ha⁻¹ year⁻¹. Oil palm seed production has a CO₂ absorption reserve that also contributes to the overall carbon balance of the oil palm industry.

Keywords: environmental impact, global warming, oil palm sustainability, oil palm germinated seeds, sequestration.



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.

**ESTIMASI NILAI DAMPAK EMISI DAN SERAPAN KARBON
PADA PRODUKSI BENIH KELAPA SAWIT
(*Elaeis guineensis* Jacq.)**

ALVIAN SAPUTRA PARDEDE

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Agronomi dan Hortikultura

**DEPARTEMEN AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik 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 Skripsi : Estimasi Nilai Dampak Emisi dan Serapan Karbon pada Produksi Benih
Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.)
Nama : Alvian Saputra Pardede
NIM : A2401211131

@Hak cipta milik IPB University

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Herdhata Agusta
Pembimbing 2:
Yusi Rosalina S.P., M.Si.

Disetujui oleh

Diketahui oleh

Plt. Ketua Departemen Agronomi dan Hortikultura
Prof. Dr. Ir. Syarifah Iis Aisyah, M.Sc.Agr.
NIP. 196703181991032001

Tanggal Ujian: 17 Juli 2025

Tanggal Lulus: 13 AUG 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 merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan atas berkat dan penyertaan-Nya, sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2024 sampai bulan Juni 2025 ini ialah Neraca Karbon pada Produksi Benih Kelapa Sawit, dengan judul “Estimasi Nilai Dampak Emisi dan Serapan Karbon pada Produksi Benih Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.)”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada sosok-sosok berikut,

1. Pembimbing penelitian ini, bapak Prof. Dr. Ir. Herdhata Agusta dan ibu Yusi Rosalina S.P., M.Si. yang telah dengan sangat sabar dalam membimbing dan banyak memberi saran kepada penulis dalam penelitian ini.
2. Pembimbing akademik penulis, Ibu Dr. Ir. Ni Made Armini Wiendi, M.Si. yang telah membimbing penulis selama menjalani perkuliahan di Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB.
3. Untuk keluarga penulis, ayah Robert Pardede, ibu Titin Sumarsih, adik Kevin Marcelo Pardede, naboru Samuel dan Pomp. Op. Tommy atas dukungan, doa, dan kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis, semoga Tuhan memberkati kita semua.
4. Kepada PT Sampoerna Agro, Tbk beserta bapak-ibu staf dan karyawan PT Sampoerna Agro yang telah banyak membantu penulis selama pelaksanaan penelitian di lapangan, terkhusus kepada bapak Benris Tamba, bapak Alhafizh Ritonga, bapak Jeri Ramadhan, ibu Upit Sarimana, dan bapak Wahyudi yang senantiasa membimbing, memberikan bantuan, dan juga dukungan selama pengambilan data di lapangan
5. Untuk teman-teman seperjuangan yang telah mendukung saya; kepada rekan-rekan satu bimbingan, dan rekan dalam penelitian; kepada teman-teman Adkesmah; terima kasih atas kerjasama baiknya.
6. Dan untuk kamu, yang tak bisa kusebutkan namanya di tulisan ini. Kecil kemungkinan kau akan baca memang, namun jika kau baca maka akan tau kalau namamu yang kumaksud. Terima kasih banyak untuk semuanya. Untuk dukungannya selama ini, untuk semua ceritanya. Semoga kita bisa berjumpa lagi di lain waktu, dalam keadaan dan pemahaman yang lebih baik dari hari ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2025

Alvian Saputra Pardede



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Hipotesis	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Produksi Benih Kelapa Sawit di Indonesia	4
2.2 Neraca Karbon Industri Kelapa Sawit	5
2.3 LCA (Life Cycle Assessment)	5
2.3.1 Deskripsi LCA	5
2.3.2 Prinsip Dasar LCA	6
2.4 Kerangka Kerja LCA	6
2.4.1 Definisi Tujuan dan Lingkup	7
2.4.2 Analisis Inventori Daur Hidup (LCI)	7
2.4.3 Penilaian Dampak Daur Hidup (LCIA)	8
2.4.4 Interpretasi Daur Hidup	9
III METODE	10
3.1 Tempat dan Waktu	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Metode Pengumpulan Data	10
3.4 Prosedur Penilaian Dampak Menggunakan Metode LCA pada Produksi benih kelapa Sawit	10
3.4.1 Penentuan Tujuan dan Lingkup (<i>Goals and Scope</i>)	10
3.4.2 Tahap Analisis Inventori (LCI)	13
3.4.3 Tahap Penilaian Dampak (LCIA)	14
3.4.4 Tahap Interpretasi	14
3.5 Prosedur Estimasi Simpanan karbon dan Sekuestrasi pada Kebun Induk Kelapa Sawit	14
3.5.1 Prosedur Estimasi Simpanan Karbon pada Kebun Induk Kelapa Sawit	15
3.5.2 Prosedur Estimasi Sekuestrasi pada Kebun Induk Kelapa Sawit	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Kondisi Umum	22
4.2 Hasil LCA untuk Perhitungan Dampak Emisi pada Produksi Benih Kelapa Sawit	22
4.2.1 Hasil LCA pada Tahapan SGD	23
4.2.2 Hasil LCA pada Tahapan SPP	25
4.2.3 Hasil LCA pada Tahapan SPU	26
4.2.4 Total Dampak Emisi pada Proses Produksi Benih Kelapa Sawit	27
4.2.5 Estimasi Fluks Emisi Kebun Kelapa Sawit	29



4.3 Hasil Perhitungan Simpanan Karbon dan Sekuestrasi pada Kebun Induk Kelapa Sawit	29
4.3.1 Hasil Perhitungan Simpanan karbon pada Kebun Induk Kelapa Sawit	29
4.2.2 Hasil Perhitungan Sekuestrasi pada Kebun Induk Kelapa Sawit	33
4.4 Neraca Karbon pada Kebun Induk Kelapa Sawit	34
4.5 Perhitungan Dampak Lainnya pada Produksi Benih Kelapa Sawit	35
V SIMPULAN DAN SARAN	36
Simpulan	36
Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
RIWAYAT HIDUP	57



DAFTAR TABEL

1	Tabel 3.1 Batasan sistem pengamatan LCA produksi benih kelapa sawit	11
2	Tabel 3.2 Lingkup proses dan input produksi benih kelapa sawit pada penilaian dampak menggunakan LCA berdasarkan setiap tahapan produksi	12
3	Tabel 3.3 Plot pengamatan <i>carbon stock</i> pada kebun induk PT BSM	16
4	Tabel 4.1 Perbandingan karakterisasi faktor emisi IPCC	23
5	Tabel 4.2 Hasil pengukuran dampak GWP100 berdasarkan input produksi menggunakan metode LCA pada tahapan SGD dengan perangkat lunak OpenLCA dan perhitungan input atau dampak tambahan per unit fungsi	24
6	Tabel 4.3 Hasil pengukuran dampak GWP100 berdasarkan input produksi menggunakan metode LCA pada tahapan pengelolaan tandan benih kelapa sawit dengan perangkat lunak OpenLCA per unit fungsi	25
7	Tabel 4.4 Hasil pengukuran dampak GWP ₁₀₀ berdasarkan input produksi menggunakan metode LCA pada tahapan pengecambahan benih kelapa sawit dengan perangkat lunak OpenLCA dan perhitungan input lainnya per unit fungsi	27
8	Tabel 4.5 Total hasil perhitungan dampak emisi pada seluruh tahapan proses produksi benih kelapa sawit menggunakan metode LCA untuk GWP ₁₀₀	28
9	Tabel 4.6 Fluks emisi kebun kelapa sawit berdasarkan literatur	29
10	Tabel 4.7 Hasil Perhitungan simpanan karbon pada tegakan kebun induk sesuai dengan kelompok usia, dengan metode Corley dan Tinker (2016) pada Morel <i>et al.</i> (2012) dan kadar karbon oleh Hairiah <i>et al.</i> (2011)	30
11	Tabel 4.8 Hasil Perhitungan simpanan karbon pada understory kebun induk kelapa sawit dengan nilai kadar karbon oleh Hairiah <i>et al.</i> (2011)	31
12	Tabel 4.9 Hasil Perhitungan simpanan karbon pada Soil Organic Carbon (SOC) kebun induk kelapa sawit	32
13	Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Carbon Stock pada Soil Organic Carbon (SOC) kebun induk kelapa sawit dengan nilai kadar karbon oleh Hairiah <i>et al.</i> (2011)	33
14	Tabel 4.11 Hasil estimasi nilai sekuestrasi pada kebun induk kelapa sawit	34
15	Tabel 4.12 Perhitungan neraca karbon pada produksi benih kelapa sawit	34
16	Tabel 4.13 Dampak produksi benih kelapa sawit lainnya berdasarkan CML v4.8 2016	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka kerja Life Cycle Assessment (LCA)	7
Gambar 3.1 Ilustrasi lokasi plot di tengah tegakan	15
Gambar 4.2 Perbandingan perhitungan dampak menggunakan IPCC 2021 dan CML v4.8 2016	28

DAFTAR LAMPIRAN

1.	Lampiran 1 Penggunaan input, set data, dan basis data dalam kajian LCA pada tahapan SGD	42
2.	Lampiran 2 Penggunaan input, set data, dan basis data dalam kajian LCA pada tahapan SPP	44
3.	Lampiran 3 Penggunaan input, set data, dan basis data dalam kajian LCA pada tahapan SPU	45
4.	Lampiran 4 Lokasi plot pengamatan pada perhitungan simpanan dan serapan karbon pada kebun induk kelapa sawit PT BSM	47
5.	Lampiran 5 Perbandingan faktor karakterisasi emisi metode GWP ₁₀₀ IPCC 2021 dan CML v4.8 2016	48
6.	Lampiran 6 Data hasil pengamatan vegetatif tanaman induk PT BSM plot petak 03A	49
7.	Lampiran 7 Data hasil pengamatan vegetatif tanaman induk PT BSM plot petak 05B	50
8.	Lampiran 8 Data hasil pengamatan vegetatif tanaman induk PT BSM plot petak 14D	51
9.	Lampiran 9 Data hasil pengamatan vegetatif tanaman induk PT BSM plot petak 27C	52
10.	Lampiran 10 Data hasil pengamatan vegetatif tanaman induk PT BSM plot petak 064	53
11.	Lampiran 11 Data hasil pengamatan vegetatif tanaman induk PT BSM plot petak 074	54
12.	Lampiran 12 Data hasil pengamatan vegetatif tanaman induk PT BSM plot petak 084	55
13.	Lampiran 13 Data hasil pengamatan vegetatif tanaman induk PT BSM plot petak 094	56