



## Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development



082170743613

[ranahresearch@gmail.com](mailto:ranahresearch@gmail.com)

<https://jurnal.ranahresearch.com>

E-ISSN: 2655-0865

DOI: <https://doi.org/10.38035/rrj.v7i1>

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## Uji Serapan Karbon (Sekuestrasi) Tanaman Kelapa Sawit sebagai Baseline Pada Trading Karbon

Maisarah<sup>1</sup>, Rahmad Dian<sup>2</sup>, Eka Bobby Febrianto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Medan, Indonesia, [maisarah@itsi.ac.id](mailto:maisarah@itsi.ac.id)

<sup>2</sup>Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Medan, Indonesia, [rahmaddian@itsi.ac.id](mailto:rahmaddian@itsi.ac.id)

<sup>3</sup>Program Studi Budidaya Perkebunan, Fakultas vokasi, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Medan, Indonesia, [eka\\_bobby@itsi.ac.id](mailto:eka_bobby@itsi.ac.id)

Corresponding Author: [maisarah@itsi.ac.id](mailto:maisarah@itsi.ac.id)<sup>1</sup>

**Abstract:** *The increase in the concentration of Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) as a greenhouse gas emission into the atmosphere has become one of the environmental problems as a cause of global warming. However, this has been used as a black campaign by European countries. In fact, in the palm oil plantation industry there are two processes, namely the emission process and the sequestration or absorption process of CO<sub>2</sub>. This study can be systematic, complete and accurate data to obtain a baseline for measuring carbon absorption in oil palm plants. The purpose of this study is to obtain data on carbon absorption in oil palm plantations directly and indirectly. This study combines the two concepts, namely direct measurement using biomass in the laboratory and using calculations using the LCA method so as to solve problems by utilizing the use of rapid technology, namely the use of software and data. This study used seven groups of oil palm plants, namely Pre-Nursery Oil Palm Plants, Main Nursery Oil Palm Plants (4-12 months), Immature Oil Palm Plants (1-3 years old), Producing Oil Palm Plants (4,5,6,7,8 years old), Producing Oil Palm Plants (9,10,11,12,13 years old), Producing Oil Palm Plants (14,15,16,17,18,19,20 years old), Producing Oil Palm Plants (>20 years old). Carbon content measurement is used using the colorimetric concept on a UV-VIS spectrophotometer using a Microplate reader absorbance. In addition, indirect measurement technology uses OpenLCA software. Furthermore, data observations carried out in the Indonesian Palm Oil Technology Institute experimental garden are followed by data analysis from the software. The results show that in direct calculations, Main Nursery Oil Palm Plants can have a carbon content of 3,948.924 mg/mL Carbon/ha.*

**Keyword:** Carbon, Trading, Sequestration, Palm Oil, OpenLCA

**Abstrak:** Peningkatan konsentrasi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) sebagai emisi gas rumah kaca ke atmosfer telah menjadi salah satu permasalahan lingkungan sebagai penyebab pemanasan global. Akan tetapi hal ini dijadikan *black campaign* oleh negara-negara di Eropa. Faktanya, pada industri perkebunan kelapa sawit terdapat dua proses yaitu proses emisi dan proses

Sekuestrasi atau penyerapan CO<sub>2</sub>. Penelitian ini dapat menjadi data yang sistematis, lengkap dan akurat untuk mendapatkan *baseline* pengukuran penyerapan karbon pada tanaman kelapa sawit. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan data mengenai serapan karbon di perkebunan kelapa sawit secara langsung dan tidak langsung. Penelitian ini mengkombinasikan kedua konsep yaitu pengukuran secara langsung dengan menggunakan biomassa di laboratorium dan menggunakan perhitungan dengan menggunakan metode LCA sehingga memecahkan permasalahan dengan memanfaatkan penggunaan teknologi yang pesat yaitu penggunaan software dan data. Penelitian ini menggunakan tujuh kelompok tanaman kelapa sawit yaitu Tanaman Kelapa Sawit *Pre Nursery*, Tanaman Kelapa Sawit *Main Nursery* ( 4-12 bulan), Tanaman Kelapa Sawit Belum Menghasilkan (Umur 1 - 3 tahun), Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan (Umur 4,5,6,7,8 tahun), Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan (Umur 9,10,11,12,13 tahun), Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan (Umur 14,15,16,17,18,19,20 tahun), Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan (Umur >20 tahun). Pengukuran kadar karbon digunakan menggunakan konsep kolorimetri pada spektrofotometer UV-VIS dengan menggunakan *Microplate reader absorbance*. Selain itu teknologi pengukuran tidak langsung menggunakan *software OpenLCA*. Selanjutnya pengamatan data yang dilakukan di kebun percobaan Institut Teknologi Sawit Indonesia diikuti dengan analisis data dari *software*. Hasil menunjukkan bahwa pada perhitungan secara langsung Tanaman Kelapa Sawit *Main Nursery* dapat memiliki kandungan karbon sebanyak 3.948,924 mg/mL Karbon / ha.

**Kata Kunci:** Karbon, Trading, Penyerapan, Kelapa Sawit, Kadar

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara produsen dan eksportir minyak nabati kelapa sawit paling besar di dunia (Nurhadi et al., 2023). Luas lahan kelapa sawit di Indonesia telah meningkat drastis yaitu dari 0,3 juta ha pada tahun 1980 menjadi 14,8 juta ha pada tahun 2020 (Zhao et al., 2023). Didasarkan pada Konferensi PBB tentang Lingkungan serta dalam mendukung perwujudan *green economy* diperlukan evaluasi terhadap dampak lingkungan (Yami et al., 2015). Industri kelapa sawit memang merupakan salah satu sektor yang memiliki peran strategis, namun memiliki produk sampingan berupa limbah gas (Ilmannafian et al., 2020).

Industri kelapa sawit telah menjadi komoditas yang dinilai memiliki isu lingkungan yang buruk dikenal dengan *black campaign akibat* pelepasan karbon dan gas rumah kaca. Greenpeace sebagai Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) lingkungan hidup internasional berkampanye menentang minyak sawit Indonesia (Jamaan & Sasmi, 2014; Sasmi, 2018). Sehingga dampak yang ditimbulkan dari *black campaign* salah satunya adalah menurunnya reputasi minyak sawit Indonesia di pasar dunia internasional (Suwarno, 2019).

Peningkatan konsentrasi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) sebagai emisi gas rumah kaca ke atmosfer memang menjadi penyebab pemanasan global (Sari anggraini, 2019). Tetapi fase pengelolaan di industri perkebunan kelapa sawit terdapat 2 proses yaitu proses emisi atau pelepasan gas CO<sub>2</sub> dan proses Sekuestrasi atau penangkapan dan penyimpanan CO<sub>2</sub>. Sehingga industri perkebunan kelapa sawit sebenarnya tidak hanya menghasilkan atau mengemisikan limbah gas, tetapi industri kelapa sawit juga dapat melakukan proses penyerapan CO<sub>2</sub>. Hal ini sejalan dengan konsep *Trading Carbon* di Indonesia (Sipayung, 2023). Di Industri kelapa sawit, emisi CO<sub>2</sub> dari subsistem perkebunan kelapa sawit yaitu aplikasi pupuk dan pestisida, bahan bakar transportasi dan mesin pertanian (Maisarah & Dian, 2024). Serta subsistem industri pabrik kelapa sawit yaitu sumber energi produksi CPO serta pengolahan limbah (Maisarah & Dian, 2023).

Pada Subsistem perkebunan kelapa sawit, tanaman kelapa sawit memiliki beberapa fase atau umur tanam yang berbeda yaitu masa pembibitan, masa tanaman belum menghasilkan dan tanaman menghasilkan. Umumnya semakin tua umur tanaman sawit akan terjadi peningkatan jumlah penyerapan karbonnya (Sipayung, 2023). Penelitian simpanan karbon sudah banyak dilakukan dengan menggunakan metode secara langsung di laboratorium, tetapi tidak ada penelitian yang dilakukan secara sistematis pada setiap umur tanaman. Selain itu pada penelitian ini, akan digunakan teknologi berupa *software* LCA sebagai perhitungan secara tidak langsung, untuk meminimalisir kesalahan perhitungan data.

Rumusan permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimanakah serapan karbon di perkebunan kelapa sawit dengan perhitungan secara langsung? Serta bagaimanakah serapan karbon di perkebunan kelapa sawit dengan perhitungan secara tidak langsung? Sehingga gambaran besar penelitian ini nantinya ialah untuk dapat memberikan *big data* dan memudahkan terhadap proses emisi dan penyerapan karbon di Industri Kelapa Sawit secara spesifik dan akurat dalam konsep *trading* karbon. Urgensi penelitian ini yaitu untuk mendapatkan data mengenai serapan karbon di perkebunan kelapa sawit secara langsung dan tidak langsung sebagai data penyerapan karbon yang akurat.

## **METODE**

### **Tempat dan Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian dan preparasi sampel dilakukan di Kebun Percobaan dan Laboratorium Institut Teknologi Sawit Indonesia (ITSI), Medan, Sumatera Utara. Sampel seluruh kelompok tanaman kelapa sawit diambil dari Kebun Institut Teknologi Sawit Indonesia (ITSI), Medan. Pada Area ini merupakan area dengan jenis tanah mineral. Pengukuran Kadar Karbon dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Sumatera Utara, Medan.

### **Data Penelitian**

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini meliputi data primer maupun data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengukuran di lapangan yaitu kadar karbon biomassa kelapa sawit berdasarkan umur sedangkan data sekunder diperoleh dari laporan dan dokumen kebun yang peta blok dan peta tahun tanam. Selain itu data sekunder juga diperoleh data pencarian literatur terkait data penyerapan karbon.

### **Rancangan Penelitian**

Teknik penarikan sampel dilakukan dengan menggunakan metode purposive sampling atau teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu. Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah berupa tegakan pohon, tanaman kelapa sawit dengan kriteria sebagai berikut:

- 1) Tanaman Kelapa Sawit Pre Nursery (Umur 1-3 bulan)
- 2) Tanaman Kelapa Sawit Main Nursery ( 4-12 bulan)
- 3) Tanaman Kelapa Sawit Belum Menghasilkan (Umur 1 - 3 tahun)
- 4) Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan (Umur 4,5,6,7,8 tahun)
- 5) Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan (Umur 9,10,11,12,13 tahun)
- 6) Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan (Umur 14,15,16,17,18,19,20 tahun)
- 7) Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan (Umur >20 tahun)

Metode yang digunakan yaitu diawali survey dan sensus kelompok tanaman kelapa sawit pada lokasi kebun yang telah ditentukan. Pengambilan data dilakukan dengan metode destruktif pada perhitungan secara langsung dan non-destruktif dengan menggunakan rumus persamaan allometrik pada perhitungan secara tidak langsung. Pengambilan data di lapangan menggunakan plot sampel ukuran 32 m x 27 m yang mewakili kelas umur. Pengukuran dilakukan pada 3 tanaman kelapa sawit untuk setiap plot sampelnya. Bahan pendukung lain adalah berupa kantong plastik dan tali rafia yang dipakai untuk pengepakan sampel. Alat

yang diperlukan adalah pita ukur, timbangan digital dengan skala gram, golok, cangkul, tally sheet, alat tulis, karung dan oven.

### **Pelaksanaan Penelitian di Laboratorium**

#### **Pengukuran biomassa tumbuhan secara langsung**

Pengukuran Karbon didasarkan pada pengukuran karbon menggunakan prinsip kolorimetri metode *Organic Carbon Walkley-Black Method: Colorimetric Method* dengan spektrofotometer UV-VIS dengan menggunakan instrumen *Microplate reader absorbance*. Preparasi sampel dilakukan pada seluruh kelompok tanaman kelapa sawit. Sebanyak 0,1 g sampel dimasukkan kemudian ditambahkan larutan 2 mL  $K_2Cr_2O_7$  10% (0,34 M) selanjutnya ditambahkan 5,0 mL  $H_2SO_4$ , dinginkan dan diamkan selama 30,0 menit. Kemudian ditambahkan 20,0 mL air ke dalam tabung. Sampel dicampur dan diamkan semalaman. Selanjutnya absorbansi standar kalibrasi dan sampel dalam spektrofotometer yang diatur pada panjang gelombang 600 nm. Standar Kalibrasi yang digunakan yaitu menggunakan standar larutan sukrosa sesuai pada tabel 1.

Tabel 1. Preparasi Larutan Standar

Mass of OC. (mg)	Sucrose Standard (4 mg C/mL) (mL)	H <sub>2</sub> O (mL)
0	0.00	2.00
1	0.25	1.75
2	0.50	1.50
3	0.75	1.25
4	1.00	1.00
5	1.25	0.75
6	1.50	0.50
7	1.75	0.25
8	2.00	0.00

#### **Metode pengukuran Secara Tidak Langsung**






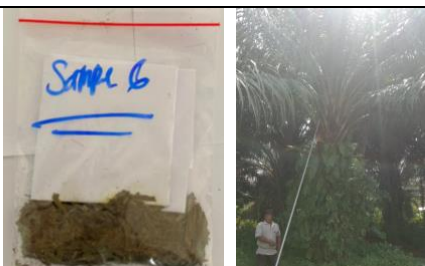
Pengukuran biomassa secara tidak langsung akan mengidentifikasi beberapa penggunaan artikel menggunakan pendekatan *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analysis* (PRISMA). Pada penelitian ini digunakan beberapa penelitian untuk melihat data serapan karbon pada subsistem perkebunan sawit terlebih dahulu. Pada *database Scopus*, penulis menggunakan *TITLE-ABSKEY life cycle assessment, LCA, oil palm*. Selain itu, penelitian menggunakan topik (TS) *TS: life cycle assessment dan oil palm* dari database WoS. Selanjutnya memeriksa secara teliti artikel -artikel (judul, penulis, jurnal, dan tahun terbit). Selain itu digunakan pula artikel yang berasal dari Indonesia untuk melengkapi kriteria pada penelitian yang berbasis di Indonesia. Selanjutnya data yang didapat dikumpulkan untuk dimasukkan ke dalam aplikasi Perhitungan secara tidak langsung. Pada penelitian ini, perhitungan dampak dilakukan dengan menggunakan aplikasi OpenLCA dan bantuan database Ecoinvent v.3. Untuk memudahkan perhitungan dan mengurangi kesalahan perhitungan maka penggunaan aplikasi ini digunakan. OpenLCA menggunakan metode berbasis matriks yang memiliki metode perhitungan yang dijalankan secara matematis sebagai *Life Cycle Inventory* (LCI). Perangkat lunak OpenLCA digunakan untuk membangun model siklus hidup. Berikut ini merupakan diagram alir penelitian yang menggambarkan apa saja yang akan dikerjakan selama waktu yang diusulkan mulai dari persiapan bahan sampai pada penarikan kesimpulan.


## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Pengamatan Kelompok Tanaman Kelapa Sawit**

Pada penelitian ini, teknik penarikan sampel dilakukan dengan menggunakan metode purposive sampling atau teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu. Pengambilan sampel tanaman kelapa sawit pada penelitian ini telah dilakukan di Kebun Percobaan Institut Teknologi Sawit Indonesia, Medan pada bulan Juli 2024 berdasarkan prosedur metode sampling. Sampel penelitian merupakan tegakan pohon tanaman kelapa sawit dengan kriteria sebagai berikut:

**Tabel 1. Tabel Pengamatan Kelompok Tanaman Kelapa Sawit**

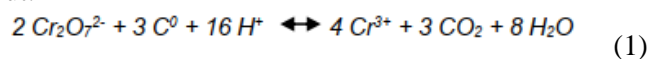
Kriteria	Gambar
Tanaman Kelapa Sawit Pre Nursery (Umur 1-3 bulan) – S1	
Tanaman Kelapa Sawit Main Nursery ( 4-12 bulan) – S2	
Tanaman Kelapa Sawit Belum Menghasilkan (Umur 1 - 3 tahun) – S3	
Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan (Umur 4,5,6,7,8 tahun) – S4	
Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan (Umur 9,10,11,12,13 tahun) – S5	
Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan (Umur 14,15,16,17,18,19,20 tahun) – S6	

Kriteria	Gambar
Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan (Umur >20 tahun) – S7	

Sebelum dilakukan pengukuran, sampel tanaman kelapa sawit dipreparasi terlebih dahulu untuk memperoleh sampel karbon yang representatif. Proses preparasi sampel tanaman kelapa sawit pada penelitian ini terdiri atas tahapan destruksi. Tanaman Kelapa Sawit ditimbang sebanyak 0,1 g kemudian dilakukan pengayakan menggunakan mesh. Pengambilan data di lapangan menggunakan plot sampel ukuran 32 m x 27 m yang mewakili kelas umur. Pengukuran dilakukan pada 3 tanaman kelapa sawit untuk setiap plot sampelnya.

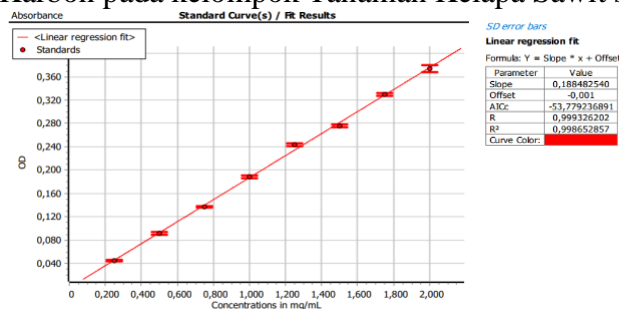
1. Hasil Preparasi Kelompok Tanaman Kelapa Sawit secara langsung

Selanjutnya pengukuran karbon dilakukan dengan menggunakan metode *Organic Carbon Walkley-Black Method: Colorimetric Method*. Penentuan karbon organik ini dipilih karena merupakan metode yang akurat untuk mengetahui kadar karbon yang didasarkan pada metode oksidasi basah asam kromat Walkley & Black. Karbon organik dioksidasi oleh larutan kalium dikromat (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) 0,167 M dalam asam sulfat pekat. Panas pada reaksi menaikkan suhu yang cukup untuk memicu terjadinya oksidasi substansial. Reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut:



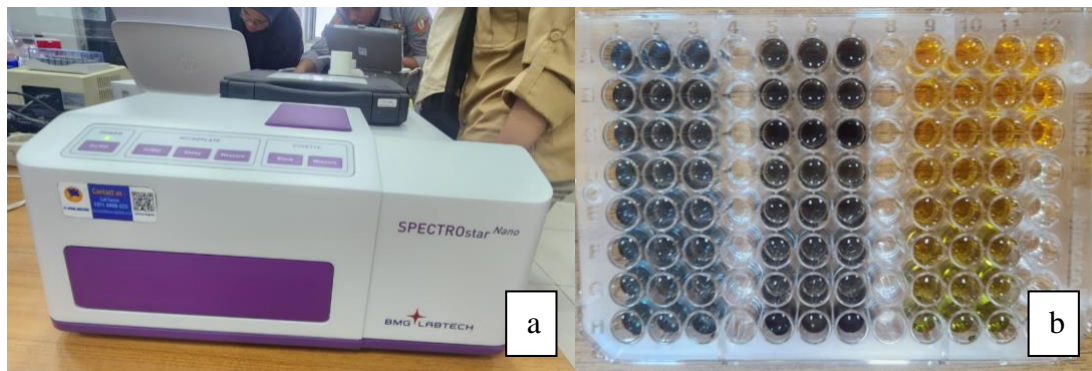
Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> yang direduksi selama reaksi sebanding dengan C organik yang dapat dioksidasi yang ada dalam sampel. Karbon organik kemudian dapat diperkirakan dengan mengukur sisa dikromat yang tidak direduksi, karbon organik dapat dihitung dari jumlah ion kromat (Cr<sup>3+</sup>) yang terbentuk, menggunakan prosedur kolorimetri yang mengukur absorbansi pada 600 nm (menurut Sims dan Haby 1971). Keuntungan prosedur ini dibandingkan metode titrimetri adalah tidak diperlukannya standarisasi larutan Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> yang akurat. Sehingga preparasi sampel dilakukan pada seluruh kelompok tanaman kelapa sawit. Sebanyak 0,1 g sampel dimasukkan kemudian ditambahkan larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 10% (0,34 M) selanjutnya ditambahkan 5,0 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dinginkan dan diamkan selama 30,0 menit. Kemudian ditambahkan 20,0 mL air ke dalam tabung. Sampel dicampur dan diamkan semalaman. Selanjutnya absorbansi standar kalibrasi dan sampel dalam spektrofotometer yang diatur pada panjang gelombang 600 nm.

2. Kuantifikasi Sampel Karbon pada kelompok Tanaman Kelapa Sawit secara langsung



**Gambar 1. Kurva Kalibrasi Pengukuran Karbon**

Kuantifikasi Pengukuran karbon dilakukan dengan mengukur nilai absorbansi menggunakan instrumentasi Spektrofotometri UV-VIS. Spektrometri ultraviolet/sinar tampak menyangkut absorpsi sinar ultraviolet/sinar tampak oleh molekul yang menyebabkan promosi elektron dari keadaan dasar (ground state) ke keadaan tereksitasi (excited state). Instrumen yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan *Microplate reader absorbance* menggunakan *microplate*.



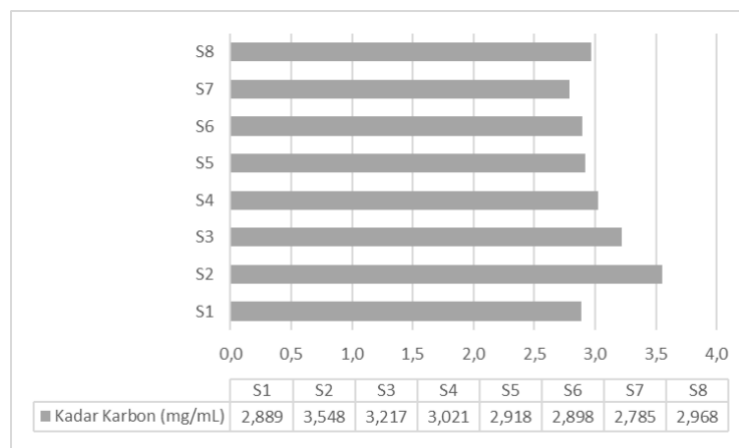
**Gambar 2. (a). Instrumen *Microplate reader absorbance* (b) Sampel pada *Microplate***

Metode kuantifikasi karbon dilakukan secara langsung menggunakan prinsip spektrofotometri. Panjang gelombang yang digunakan adalah 600 nm sesuai dengan panjang gelombang spesifik untuk pengukuran karbon. Pengukuran karbon pada penelitian ini sesuai dengan metode untuk penentuan karbon yang ada pada GLOSOLAN-SOP-02 dari Global Soil Laboratory Network secara internasional.

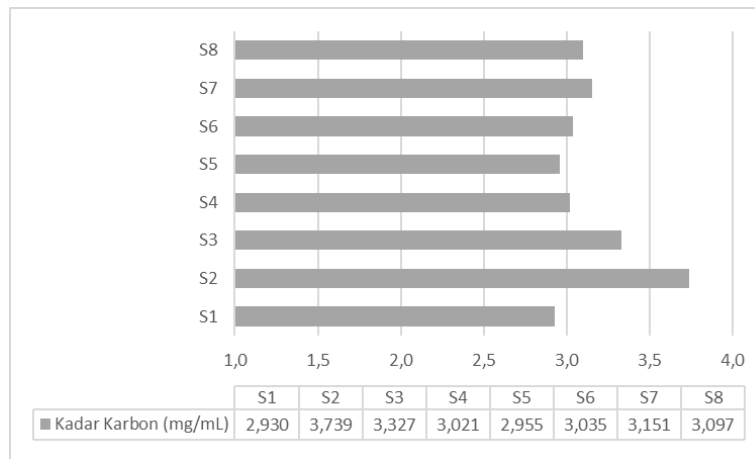
**Tabel 2. Tabel Pengamatan Kelompok Tanaman Kelapa Sawit**

Keterangan	Pengukuran 1 (mg/mL)	Pengukuran 2 (mg/mL)	Pengukuran 3 (mg/mL)
S1	2,889	2,930	2,912
S2	3,548	3,739	3,537
S3	3,217	3,327	3,161
S4	3,021	3,021	3,095
S5	2,918	2,955	2,888
S6	2,898	3,035	3,030
S7	2,785	3,151	3,039

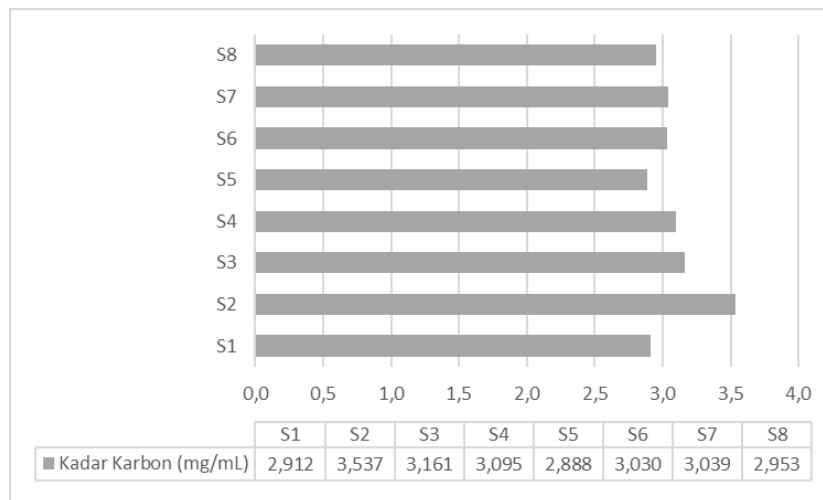
Tabel 2. Menunjukkan data pengukuran kadar karbon pada kelompok tanaman kelapa sawit yang berbeda. Pada Pengukuran 1 dapat dilihat bahwa kelompok tanaman kelapa sawit Main nursery menunjukkan pengukuran kadar karbon tertinggi yaitu 3,548 mg/mL per 0,1 g sampel daun. Didapatkan bahwa pada kelompok tanaman main nursery kelapa sawit jumlah pelepah dapat berjumlah sebanyak 14 pelepah dan berat daun pada main nursery yaitu sebanyak 636 g atau 0,636 kg (Sugianto et al., 2016).



**Gambar 3. Pengukuran 1 Kadar Karbon pada kelompok Tanaman Kelapa Sawit**



**Gambar 4. Pengukuran 2 Kadar Karbon pada kelompok Tanaman Kelapa Sawit**



**Gambar 5. Pengukuran 3 Kadar Karbon pada kelompok Tanaman Kelapa Sawit**

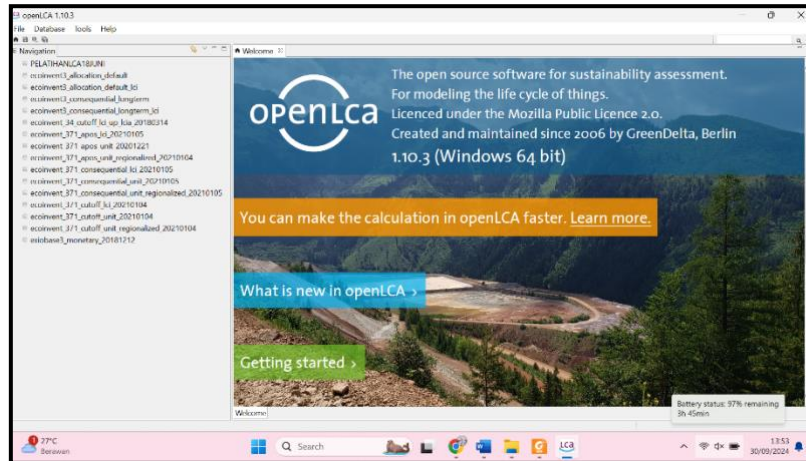
Pada tanaman kelapa sawit untuk setiap pohon memiliki rasio pelepah : daun = 14:1 (Puastuti, 2016). Sehingga Dari jumlah tersebut didapatkan 1 pohon x 14 pelepah x 0,636 kg = 8,904 kg berat daun x 3,548 mg/mL = 31,591 mg/mL Karbon yang terdapat pada satu pohon tanaman kelapa sawit pada fase main nursery. Bila dengan asumsi 1 ha memiliki 125 bibit sawit pada fase main nursery maka kadar karbon dapat menjadi 3.948,924 mg/mL Karbon / ha.

### 3. Kuantifikasi Sampel Karbon pada kelompok Tanaman Kelapa Sawit secara tidak langsung

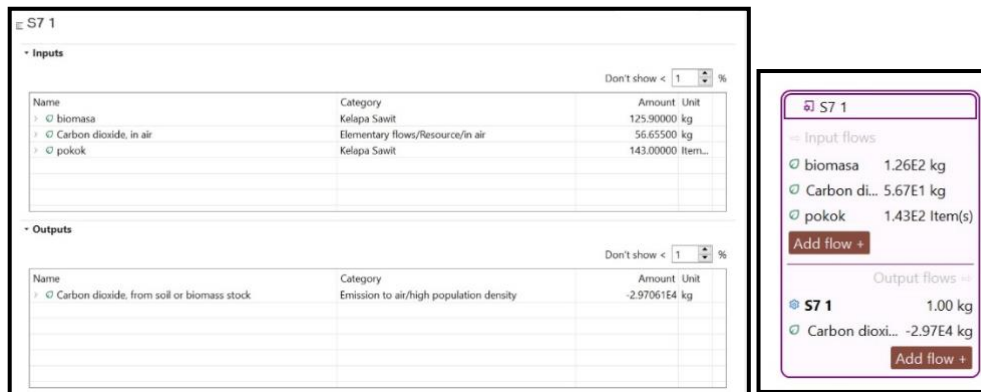
Pada penelitian ini, perhitungan dampak dilakukan dengan menggunakan aplikasi OpenLCA dan bantuan database Ecoinvent v.3. Untuk memudahkan perhitungan dan mengurangi kesalahan perhitungan maka penggunaan aplikasi ini digunakan. OpenLCA menggunakan metode berbasis matriks yang memiliki metode perhitungan yang dijalankan secara matematis sebagai Life Cycle Inventory (LCI). Perangkat lunak OpenLCA digunakan untuk membangun model siklus hidup. Selanjutnya Kuantifikasi Secara Tidak langsung digunakan aplikasi OpenLCA dan database ecoinvent. Gambar 6 menunjukkan tampilan aplikasi OpenLCA yang digunakan sebagai perhitungan. Analisa *life cycle impact assessment* (LCIA) berupa metode penilaian dampak siklus hidup yang berbeda dapat memberikan hasil yang berbeda dalam hal nilai, kategori dampak, unit, dll. (Nishikawa et al., 2018). Metode yang digunakan untuk langkah penilaian dampak adalah CML (Nishikawa et al., 2018; Rathore & Mondal, 2018). Metodologi CML 2001 untuk penilaian dampak siklus hidup dikembangkan oleh Institut Ilmu Lingkungan di Universitas Leiden di Belanda. Metodologi untuk penilaian dampak siklus hidup ini adalah salah satu metodologi yang paling diterima secara luas (Rathore & Mondal, 2018). Kategori dampak *midpoint* yang dipertimbangkan adalah GWP, Asidifikasi (AP) dan HTP. Setelah langkah klasifikasi dampak



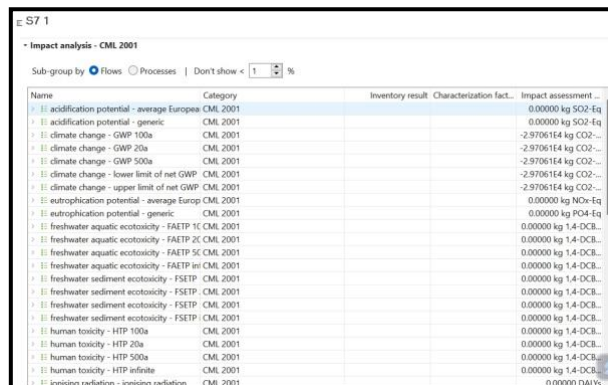
selesai, kuantifikasi dampak lingkungan oleh setiap parameter inventarisasi pada kategori dampak dapat dinilai. Faktor karakterisasi yang mencirikan kontribusi parameter inventaris tertentu ke kategori dampak yang ditetapkan memberikan cara praktis untuk kuantifikasi atau perhitungan dampak potensial. Kuantifikasi hanya dilakukan dalam kategori dampak tertentu, dimana faktor karakterisasi hanya membahas kontribusi relatif di antara parameter inventaris yang ditetapkan untuk kategori dampak tertentu. Dengan demikian, dampak lingkungan dari kategori dampak tertentu dapat dihitung dari hasil inventarisasi siklus hidup suatu sistem produk. Kunci untuk perhitungan dampak lingkungan yang diberikan oleh parameter inventarisasi pada kategori dampak adalah faktor karakterisasi atau disebut juga dengan faktor *equivalency*.



Gambar 6. Pengukuran Secara tidak langsung menggunakan OpenLCA



Gambar 7. Tampilan Flow Input dan Output pada OpenLCA



Gambar 8. Hasil Dampak Lingkungan berupa CO<sub>2</sub> eq- pada OpenLCA

Faktor karakterisasi didasarkan pada prinsip kesetaraan yang digunakan dalam kimia. Faktor karakterisasi akan mengasumsikan bahwa emisi tertentu menyebabkan dampak lingkungan yang sama dimanapun dan bagaimanapun emisi terjadi, dengan tidak ada pertimbangan yang diberikan pada dampak lingkungan sebagai fungsi dari tingkat emisi dari waktu ke waktu. Namun, hal ini

memungkinkan untuk mempertimbangkan efek geografis. Pada penelitian ini input yang digunakan yaitu Jumlah Pokok serta Biomassa tanaman kelapa sawit pada kelompok tanaman kelapa sawit.

## KESIMPULAN

Data mengenai serapan karbon di perkebunan kelapa sawit secara langsung dan tidak langsung didapatkan pada penelitian ini. Pada pengukuran secara langsung dengan menggunakan biomassa di laboratorium didapatkan bahwa pengukuran kadar karbon digunakan menggunakan konsep kolorimetri menunjukkan data pengukuran kadar karbon pada kelompok tanaman kelapa sawit yang berbeda. Pada Pengukuran dapat dilihat bahwa kelompok tanaman kelapa sawit Main nursery menunjukkan pengukuran kadar karbon tertinggi yaitu 3,548 mg/mL per 0,1 g sampel daun. Hasil menunjukkan bahwa pada perhitungan secara langsung Tanaman Kelapa Sawit Main Nursery dapat memiliki kandungan karbon sebanyak 3.948,924 mg/mL Karbon / ha. Hal ini dapat menyimpulkan bahwa penyerapan kadar karbon tertinggi berada pada fase main nursery. Sedangkan dengan penggunaan metode LCA dapat dilakukan perhitungan tidak langsung yang dapat digunakan sebagai sebuah sistem pengukuran trading karbon ke depannya salah satunya dengan menggunakan software OpenLCA.

## REFERENSI

- Imannafian, A. G., Lestari, E., & Khairunisa, F. (2020). Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Metode Filtrasi dan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(2), 244–253. <https://doi.org/10.29122/jtl.v21i2.4012>
- Jamaan, A., & Sasmi, D. T. (2014). GAPKI Efforts in Facing Greenpeace Anti-Palm Oil Campaign in Indonesia. *Ecology, Human Habitat And Environmental Change In The Malay World*, August, 19–20.
- Maisarah, & Dian, R. (2023). Penggunaan Metode Life Cycle Assessment (LCA) Sebagai Pendukung Pengambilan Keputusan Dampak Lingkungan Pada Industri Kelapa Sawit. *Jurnal Ilmiah Betahpa*, 2(2), 7–15.
- Maisarah, M., & Dian, R. (2024). Metode Life Cycle Assessment (LCA) Dalam Penilaian Dampak Lingkungan Industri Kelapa Sawit Untuk Kelapa Sawit Berkelanjutan. *Tabela Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 2(1), 15–23. <https://doi.org/10.56211/tabela.v2i1.452>
- Nishikawa, E., da Silva, M. G. C., & Vieira, M. G. A. (2018). Cadmium biosorption by alginate extraction waste and process overview in Life Cycle Assessment context. *Journal of Cleaner Production*, 178, 166–175. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.025>
- Nurhadi, F., Theresia, Y., Astuti, M., & Ginting, C. (2023). Pengaruh Aplikasi Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pupuk NPK terhadap Pembibitan Kelapa Sawit di Pre Nursery. *Agroforetech*, 1(September), 1382–1386.
- Puastuti, W. (2016). Pemanfaatan Pelepah Daun Sawit Sebagai Pakan Sumber Serat: Strategi Dan Respon Produksi Pada Sapi Potong. *Pastura*, 5(2), 98–103.
- Rathore, V. K., & Mondal, P. (2018). Life cycle assessment of defluoridation of water using laterite soil based adsorbents. *Journal of Cleaner Production*, 180, 716–727. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.176>
- Sari anggraini, N. afriyanti. (2019). Estimasi Cadangan Karbon Kelapa Sawit Bibit Bersertifikat Pada Perkebunan Kelapa Sawit Kabupaten Serdang Bedagai Sumatera Utara. *Agroprimatech*, 3(1), 11–16.
- Sasmi, D. T. (2018). The Impact of Greenpeace Anti-Palm Oil Campaign Towards Indonesian Palm Oil Export to Europe in 2008-2010. *Internationalization of Islamic Higher Education Institutions Toward Global Competitiveness*, 313–318.
- Sipayung, T. (2023). Carbon Trading Dan Potensi Perkebunan Sawit Indonesia. *Journal Analysis of Palm Oil Strategic Issues*, IV(07).
- Sugianto, H., Donough, C., Rahmadsyah, Lim, C.-H., & Oberthür, T. (2016). Nutrient Use

Efficiency in Oil Palm Nurseries. *Better Crops*, 100(4), 16–18.

Suwarno, W. (2019). The Challenge of Indonesian Diplomacy Against Palm Oil Discrimination. *Jurnal Ilmiah Hubungan Internasional*, 15(2), 197–212. <https://doi.org/10.26593/jihi.v15i2.3416.197-212>

Yami, T. L., Du, J., Brunson, L. R., Chamberlain, J. F., Sabatini, D. A., & Butler, E. C. (2015). Life cycle assessment of adsorbents for fluoride removal from drinking water in East Africa. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 20(9), 1277–1286. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0920-9>

Zhao, J., Elmore, A. J., Lee, J. S. H., Numata, I., Zhang, X., & Cochrane, M. A. (2023). Replanting and yield increase strategies for alleviating the potential decline in palm oil production in Indonesia. *Agricultural Systems*, 210(July), 103714. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2023.103714>