



## **PENILAIAN DAUR HIDUP (*LIFE CYCLE ASSESSMENT*) KOPI ROBUSTA PAGAR ALAM**

**NOVIA SUSANTI**



**TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN  
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 mengikuti 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.



## **PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Penilaian Daur Hidup (*Life Cycle Assessment*) Kopi Robusta Pagar Alam” 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, Juli 2025

Novia Susanti  
F3501231002

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.

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.





## RINGKASAN

NOVIA SUSANTI. Penilaian Daur Hidup (*Life Cycle Assessment*) Kopi Robusta Pagar Alam. Dibimbing oleh MUHAMMAD ROMLI dan MOHAMAD YANI.

Agroindustri Kopi Robusta di Kota Pagar Alam memiliki peran strategis dalam mendukung perekonomian daerah, namun aktivitas produksi dalam industri ini berpotensi menimbulkan dampak lingkungan yang belum banyak dikaji. Beragamnya proses pengolahan, baik pada pengolahan kopi asalan maupun kopi petik merah, hingga saat ini belum disertai dengan penilaian dampak lingkungan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menilai dampak lingkungan secara menyeluruh adalah metode *Life Cycle Assessment* (LCA). LCA merupakan metode sistematis untuk mengidentifikasi aliran bahan, penggunaan energi, dan potensi dampak lingkungan dari seluruh tahapan siklus hidup produk, termasuk proses pengolahan biji kopi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan kinerja lingkungan dari dua sistem budidaya kopi, yaitu konvensional (K1) dan non-pestisida (K2), serta enam metode pengolahan biji kopi, meliputi: asalan natural (A1), asalan pecah kulit (A2), *natural aerob* (N1), *natural anaerob* (N2), *honey aerob* (H1), dan *honey anaerob* (H2). Metode analisis pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Life Cycle Assessment* (LCA) berbasis *cradle-to-gate*, dengan unit fungsional 100 kg biji kopi, dan mengacu pada empat kategori dampak yaitu potensi pemanasan global (GWP), potensi penipisan ozon (ODP), potensi asidifikasi (AP), dan potensi eutrofikasi (EP).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada subsistem budidaya K1 menghasilkan emisi lingkungan yang relatif tinggi dibandingkan dengan sistem K2. Rentang emisi yang dihasilkan oleh K1 meliputi 85,70 hingga 117,00 kg CO<sub>2</sub>-eq (GWP), 3,53E-06 hingga 4,80E-06 kg CFC-11 eq (ODP), 0,37 hingga 0,50 kg SO<sub>2</sub> eq (AP), serta 0,16 hingga 0,22 kg PO<sub>4</sub> eq (EP). Sistem budidaya K2 menunjukkan performa lingkungan yang lebih baik dengan emisi yang jauh lebih rendah. Emisi yang dihasilkan berkisar antara 23,00 hingga 31,30 kg CO<sub>2</sub>-eq (GWP), 2,22E-07 hingga 3,03E-07 kg CFC-11 (ODP), 0,09 hingga 0,13 kg SO<sub>2</sub> eq (AP), dan 0,03 hingga 0,04 kg PO<sub>4</sub> eq (EP). Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan sistem budidaya non-pestisida secara signifikan dapat mengurangi kontribusi terhadap berbagai kategori dampak lingkungan. Pada subsistem pengolahan, metode H2 tercatat sebagai metode dengan emisi tertinggi. Emisi dari metode ini mencapai 14,77 kg CO<sub>2</sub>-eq (GWP), 6,48E-08 kg CFC-11 eq (ODP), 0,04 kg SO<sub>2</sub> eq (AP), dan 0,02 kg PO<sub>4</sub> eq (EP). Metode A1 menunjukkan emisi paling rendah, yaitu 5,23 kg CO<sub>2</sub>-eq (GWP), 3,87E-08 kg CFC-11 eq (ODP), 0,01 kg SO<sub>2</sub> eq (AP), dan 0,001 kg PO<sub>4</sub> eq (EP). Berdasarkan hasil analisis skenario perbaikan, penerapan strategi berbasis sistem K2 secara keseluruhan mampu menurunkan emisi pada seluruh kategori dampak lingkungan sebesar 65% hingga 93%. Studi ini menyimpulkan bahwa penerapan budidaya tanpa pestisida dan metode pengolahan yang lebih sederhana dapat secara signifikan mengurangi jejak lingkungan dari produksi Kopi Robusta di Pagar Alam.

Kata kunci: Analisis dampak lingkungan, LCA, Kopi Robusta



## SUMMARY

NOVIA SUSANTI. Life Cycle Assessment (LCA) of Pagar Alam's Robusta Coffee.  
Supervised by MUHAMMAD ROMLI and MOHAMAD YANI.

Agroindustry of Pagar Alam Robusta coffee plays a strategic role in supporting the regional economy, however, its production activities also have the potential to cause environmental impacts that have not been thoroughly studied. The diversity of production processes, both in handling standard-grade (asalan) coffee and red cherry coffee, has not yet been accompanied by a comprehensive environmental impact assessment. One method that can be used to assess environmental impacts comprehensively is Life Cycle Assessment (LCA). LCA is a systematic approach for identifying material flows, energy use, and potential environmental impacts throughout a product's life cycle, including the *green coffee bean* production process.

This study aims to evaluate and compare the environmental performance of two coffee cultivation methods include conventional (K1) and non-pesticide (K2) and six processing methods include natural origin (A1), broken skin origin (A2), *natural aerobic* (N1), *natural anaerobic* (N2), *honey aerobic* (H1) and *honey anaerobic* (H2). The analysis was conducted using a cradle-to-gate Life Cycle Assessment (LCA) approach with a functional unit of 100 kg of *green coffee beans*, covering four impact categories: global warming potential (GWP), ozone depletion potential (ODP), acidification potential (AP), and eutrophication potential (EP).

The results showed that the K1 system produced relatively higher environmental emissions in the cultivation subsystem than the K2 system. Emissions from the K1 system ranged from 85.70 to 117.00 kg CO<sub>2</sub>-eq (GWP), 3.53E-06 to 4.80E-06 kg CFC-11 eq (ODP), 0.37 to 0.50 kg SO<sub>2</sub> eq (AP), and 0.16 to 0.22 kg PO<sub>4</sub> eq (EP). The K2 system showed better environmental performance, with significantly lower emissions: 23.00 to 31.30 kg CO<sub>2</sub>-eq (GWP), 2.22E-07 to 3.03E-07 kg CFC-11 eq (ODP), 0.09 to 0.13 kg SO<sub>2</sub> eq (AP), and 0.03 to 0.04 kg PO<sub>4</sub> eq (EP). These findings indicate that implementing a non-pesticide cultivation system can significantly reduce contributions to various environmental impact categories. In the processing subsystem, the H2 method recorded the highest emissions: 14.77 kg CO<sub>2</sub>-eq (GWP), 6.48E-08 kg CFC-11 eq (ODP), 0.04 kg SO<sub>2</sub> eq (AP), and 0.02 kg PO<sub>4</sub> eq (EP). On the other hand, the A1 method showed the lowest emissions: 5.23 kg CO<sub>2</sub>-eq (GWP), 3.87E-08 kg CFC-11 eq (ODP), 0.01 kg SO<sub>2</sub> eq (AP), and 0.001 kg PO<sub>4</sub> eq (EP). Based on the improvement scenario analysis, implementing a strategy based on the K2 system could reduce emissions across all environmental impact categories by 65% to 93%. The study concludes that adopting non-pesticide cultivation and simpler processing methods can significantly reduce the environmental footprint of robusta coffee production in Pagar Alam.

**Keywords:** Environmental impact, life cycle assessment, robusta coffee



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<sup>1</sup>  
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.*



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.



## **PENILAIAN DAUR HIDUP (*LIFE CYCLE ASSESSMENT*) KOPI ROBUSTA PAGAR ALAM**

**NOVIA SUSANTI**

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Teknik pada  
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**

Penguji pada Ujian Tesis:  
Prof. Dr. Ing. Ir. Suprihatin

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 : Penilaian Daur Hidup (*Life Cycle Assessment*) Kopi Robusta Pagar Alam  
Nama : Novia Susanti  
NIM : F3501231002

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Prof. Dr. Ir. Muhammad Romli, M.Sc.St

Digitally signed by:  
**Muhammad Romli**  
Date: 13 Agu 2025 10:55:22 WIB  
Verify at [disign.ipb.ac.id](https://disign.ipb.ac.id)

  
digitally signed  
  
disign.ipb.ac.id

Pembimbing 2:  
Prof. Dr. Ir. Moh. Yani, M.Eng

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Prof. Dr. Ir. Illah Sailah, M.S  
NIP.195805211982112001

  
digitally signed  
  
disign.ipb.ac.id

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian :  
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr.  
NIP 196105021986031002

  
digitally signed  
  
disign.ipb.ac.id

Tanggal Ujian:  
16 Juli 2025

Tanggal Lulus:

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 mengurangi 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 syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni hingga Desember 2024 dengan mengangkat tema Teknik dan Manajemen Lingkungan Industri serta judul "Penilaian Daur Hidup (*Life Cycle Assessment*) Kopi Robusta Pagar Alam". Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Komisi Pembimbing, Prof. Dr. Ir. Muhammad Romli, M.Sc.St. selaku Ketua Komisi Pembimbing dan Prof. Dr. Ir. Mohamad Yani selaku Anggota Komisi Pembimbing, atas segala bimbingan, arahan, serta masukan yang diberikan selama proses penelitian hingga penyusunan tesis dapat diselesaikan tepat waktu. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada moderator seminar dan penguji luar komisi, serta kepada Ketua Program Studi, Prof. Ir. Illah Sailah, M.S., dan seluruh dosen beserta staf Program Studi Teknik Industri Pertanian atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama masa studi. Tak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada UMKM Jagadraye Coffee, UMKM Absolute Coffee and Roastery, UMKM Rimbe Candi Coffee, dan UMKM Harapan Baru yang telah memberikan izin dan kerja sama selama proses pengambilan data di lokasi masing-masing.

Penulis sampaikan terima kasih terbesar kepada orang tua, Alm. Bapak Malkan, Ibu Wili untuk segala dukungan, kasih sayang, doa dan ketulusannya selama mendidik saya hingga sampai ke tahap ini. Penulis ucapkan kepada saudara kandung Ayuk Yeli Anggriani, Kak Oka Apriansyah, S.Pd. Gr, Kak Hengki Purbah, S.Pd. Gr., Kak Rendi Agustian yang telah memberikan nasihat, dukungan, support dan kasih sayang selama proses penyusunan naskah tesis hingga saat ini.

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

Bogor, Juli 2025

Novia Susanti



DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
<b>I PENDAHULUAN</b>	1
1.1    Latar Belakang	1
1.2    Rumusan Masalah	2
1.3    Tujuan	2
1.4    Manfaat	3
1.5    Ruang Lingkup	3
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	4
2.1    Kopi Robusta Pagar Alam	4
2.2    Pengolahan Kopi	5
2.3 <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	7
2.4    Emisi	11
2.5    Aplikasi Simapro	12
<b>III METODE</b>	15
3.1    Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2    Metode Pengumpulan Data	15
3.3    Tahapan Penelitian	16
3.4    Pengolahan dan Penyajian Data	18
3.5    Matriks Penelitian	18
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	19
4.1    Tujuan dan Ruang Lingkup	19
4.2    Analisis Inventori	20
4.3    Analisis dan Interpretasi Dampak Lingkungan	26
4.4    Rekomendasi Perbaikan	30
<b>V SIMPULAN DAN SARAN</b>	32
5.1    Simpulan	32
5.2    Saran	32
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	34
<b>LAMPIRAN</b>	38
<b>RIWAYAT HIDUP</b>	59

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - 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.



1	Penelitian terdahulu tentang LCA kopi	9
2	Inventori sumber literatur pada LCA Kopi Robusta Pagar Alam	12
3	Inventori Sumber database dan dataset input pada LCA Kopi Robusta Pagar Alam	13
4	Sumber database dan dataset output limbah pada LCA Kopi Robusta Pagar Alam	13
5	Kelompok dan jenis data yang dikumpulkan selama penelitian	15
6	Matriks Tujuan pada kajian LCA	18
7	Perbedaan ke enam metode produksi Kopi Robusta pagar alam.	20
8	Inventori perbandingan budidaya K1 dan K2 Kopi Robusta Pagar Alam per 100 kg kemasan biji Kopi Robusta Pagar Alam	25
9	Inventori perbandingan metode proses pengolahan per 100 kg kemasan biji Kopi Robusta Pagar Alam	25
10	Perbandingan rendemen pada tiap metode proses pengolahan per 100 kg kemasan biji Kopi Robusta Pagar Alam.	26
11	Perbandingan penurunan emisi perbaikan skenario K1 menjadi skenario K2 pada Kopi Robusta Pagar Alam	31

## DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka Kerja LCA (BSN 2016)	9
2	Tahapan penelitian	16
3	Batasan sistem LCA Kopi Robusta Pagar Alam	20
4	Neraca massa budidaya Kopi Robusta Pagar Alam K1	21
5	Neraca massa budidaya Kopi Robusta Pagar Alam K2	21
6	Neraca massa proses pengolahan Kopi Robusta Pagar Alam A1	22
7	Neraca massa proses pengolahan Kopi Robusta Pagar Alam A2	22
8	Neraca massa proses pengolahan Kopi Robusta Pagar Alam N1	22
9	Neraca massa proses pengolahan Kopi Robusta Pagar Alam N2	23
10	Neraca massa proses pengolahan Kopi Robusta Pagar Alam H1	23
11	Neraca massa proses pengolahan Kopi Robusta Pagar Alam H2	24
12	Perbandingan dampak emisi persub sistem antar produk biji Kopi Robusta Pagar Alam dengan unit fungsi per 100 kg biji kopi berdasarkan analisis dampak GWP, ODP, AP dan EP	26
13	Perbandingan dampak emisi budidaya/100kg biji Kopi Robusta Pagar Alam	27
14	Perbandingan dampak emisi produk/100kg biji Kopi Robusta Pagar	29



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 LAMPIRAN

1	Dokumentasi Penelitian	39
2	Diagram Alir Kopi Robusta Pagar Alam Asalan Natural	45
3	Diagram Alir Kopi Robusta Pagar Alam Asalan Pecah Kulit	46
4	Diagram Alir Kopi Robusta Pagar Alam <i>Natural aerob</i>	47
5	Diagram Alir Kopi Robusta Pagar Alam <i>Natural anaerob</i>	48
6	Diagram Alir Kopi Robusta Pagar Alam <i>Honey aerob</i>	49
7	Diagram Alir Kopi Robusta Pagar Alam <i>Honey anaerob</i>	50
8	Hasil analisis dampak skenario dengan emisi terendah (A1)	51
9	Hasil analisis dampak skenario dengan emisi tertinggi (H2)	55