



PENYUSUNAN DOKUMEN *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA) PADA PRODUK EUGENOL

ANNISA RIZKIALITA RITONGA



TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024

- 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 University

IPB University



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.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Penyusunan Dokumen *Life Cycle Assessment* (LCA) pada Produk Eugenol” 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 laporan akhir ini.

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

Bogor, Mei 2024

Annisa Rizkialita Ritonga
J0313201098

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 University

IPB University



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.

Perpustakaan IPB University

ABSTRAK

ANNISA RIZKIALITA RITONGA. Penyusunan dokumen *life cycle assessment* (LCA) pada produk eugenol. Dibimbing oleh BEATA RATNAWATI.

Perusahaan *flavor and fragrance* menunjukkan kepedulian tinggi terhadap pengurangan dampak lingkungan. Hal ini dibuktikan dengan komitmen perusahaan untuk mencapai *beyond compliance* pada tahun 2023 dengan menerapkan *life cycle assessment* (LCA). Tujuan penelitian ini adalah menganalisis daur hidup produk eugenol menggunakan metode LCA. Berdasarkan hasil analisis, *input* produk eugenol yaitu *clove leaf oil*, bahan kimia, bahan kemasan, air, dan sumber energi sedangkan *output* berupa produk utama, *crude terpene*, fraksi, limbah B3 dan emisi. Hasil dampak pada GWP100 sebesar 204,7 kg CO₂ eq; asidifikasi sebesar 1,75 kg SO₂ eq; eutrofikasi sebesar 0,17 kg PO₄ eq; dan penipisan lapisan ozon (ODP) sebesar $3,32 \times 10^{-5}$ kg CFC-11 eq; sehingga *hotspot* dari GWP100 dan asidifikasi adalah unit proses fraksinasi 1 yang disebabkan oleh penggunaan energi listrik sedangkan *hotspot* dari eutrofikasi dan ODP adalah unit proses ekstraksi yang disebabkan oleh penggunaan larutan basa. Rekomendasi skenario perbaikan yaitu dengan mengurangi penggunaan listrik dengan beralih ke solar panel dan mengurangi penggunaan larutan basa pada proses ekstraksi serta menambahkan fraksi (*by product*) pada unit proses fraksinasi 1.

Kata kunci: asidifikasi, eugenol, eutrofikasi, *life cycle assessment*, pemanasan global, penipisan lapisan ozon.

ABSTRACT

ANNISA RIZKIALITA RITONGA. Preparation of life cycle assessment (LCA) documents for eugenol products. Supervised by BEATA RATNAWATI.

Flavor and fragrance companies show high concern for reducing environmental impacts. This is proven by the company's commitment to achieving beyond compliance by 2023 by implementing a life cycle assessment (LCA). The aim of this research is to analyze the life cycle of eugenol products using the LCA method. Based on the analysis results, the eugenol product input is clove leaf oil, chemicals, packaging materials, water and energy sources, while the output is the main product, crude terpene, fractions, B3 waste and emissions. The resulting impact on GWP100 is 204.7 kg CO₂ eq; acidification of 1.75 kg SO₂ eq; eutrophication of 0.17 kg PO₄ eq; and ozone layer depletion (ODP) of 3.32×10^{-5} kg CFC-11 eq; so that the hotspot of GWP100 and acidification is the fractionation process unit 1 which is caused by the use of electrical energy, while the hotspot of eutrophication and ODP is the extraction process unit which is caused by the use of alkaline solutions. The recommended improvement scenario is to reduce electricity use by switching to solar panels and reducing the use of alkaline solutions in the extraction process and adding fractions (*by product*) to fractionation process unit 1. Key words: acidification, eugenol, eutrophication, life cycle assessment, global warming, ozone layer depletion.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

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 milik IPB, tahun 2024¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

- 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 University

IPB University

PENYUSUNAN DOKUMEN *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA) PADA PRODUK EUGENOL

ANNISA RIZKIALITA RITONGA

Laporan Proyek Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan

**TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

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 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 Laporan : Penyusunan Dokumen *Life Cycle Assessment* (LCA) pada Produk Eugenol

Nama : Annisa Rizkialita Ritonga

NIM : J0313201098

@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.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Beata Ratnawati, S.T., M.Si

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Beata Ratnawati, S.T., M.Si

NPI 201811198806252001

Dekan Sekolah Vokasi:

Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T

NIP 196607171992031003

Tanggal Ujian:
8 Mei 2024

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 yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2023 sampai bulan Januari 2024 ini ialah *life cycle assessment*, dengan judul “Penyusunan Dokumen *Life Cycle Assessment* (LCA) pada Produk Eugenol”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada dosen pembimbing dan juga selaku pembimbing akademik, Dr. Beata Ratnawati, S.T., M.Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada penguji, Ir. Nurul Jannah, MM, PhD. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Muhammad Sohibullah, S.Si selaku pembimbing lapang yang telah membantu selama pengumpulan data penelitian di perusahaan *flavor and fragrance*. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayahanda Parulian Ritonga, ibunda Ros Derita Dongoran, kedua abang saya Adriansyah Sholeh Ritonga dan Asrizal Dwiansyah Ritonga, kedua kakak ipar saya Olive dan Anggun, serta kedua keponakan saya Ghania dan Ghavyn yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Ucapan terimakasih juga kepada teman-teman seperjuangan Teknik dan Manajemen Lingkungan Angkatan 57 yang telah memberikan dukungan dan bantuannya.

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

Bogor, Mei 2024

Annisa Rizkialita Ritonga



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



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.

Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR LAMPIRAN	ii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA)	3
2.2 <i>Software</i> OpenLCA	5
2.3 Eugenol (C ₁₀ H ₁₂ O ₂)	6
2.4 Solar Panel	7
2.5 <i>Green Chemistry</i>	8
III METODE	9
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	9
3.2 Jenis dan Sumber Data	9
3.3 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	9
3.4 Prosedur Kerja	10
3.5 Pengolahan dan Penyajian Data	12
3.6 Gambaran Perusahaan	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Penentuan Tujuan dan Ruang Lingkup (<i>Goal and Scope</i>)	14
4.2 Analisis Inventori (<i>Life Cycle Inventory Analysis/LCI</i>)	14
4.3 Penilaian Dampak (<i>Life Cycle Impact Assessment/LCIA</i>)	18
4.4 Interpretasi (<i>Interpretation</i>)	20
V SIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Simpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	33
RIWAYAT HIDUP	35

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.

DAFTAR TABEL

1	Data penelitian kajian LCA produk eugenol	9
2	Kategori dampak dan satuannya dalam metode CML-IA <i>baseline</i>	12
3	Data inventori produksi eugenol perusahaan <i>flavor and fragrance</i> pada tahun 2022	15
4	Besaran nilai dampak kajian LCA <i>gate to gate</i> produk eugenol dalam kemasan drum 200 kg	18
5	Nilai dampak dari sumber material pada proses produksi eugenol	21
6	Perubahan besaran nilai dampak lingkungan dari skenario rekomendasi pada produk eugenol	23
7	Data inventori skenario perbaikan pada proses produksi eugenol	24

DAFTAR GAMBAR

8	Tahapan LCA (SNI ISO 14040:2016)	3
9	Prosedur LCI (SNI ISO 14044:2017)	4
10	Diagram alir unit proses (SNI ISO 14040:2016)	5
11	<i>Software</i> OpenLCA	6
12	Struktur molekul eugenol (Margareta MA dan Wonorahardjo S 2023)	7
13	Prosedur penelitian kajian LCA pada produk eugenol	10
14	Struktur organisasi perusahaan <i>flavor and fragrance</i>	13
15	Batasan sistem penelitian kajian LCA produk eugenol	14
16	Neraca massa proses produksi eugenol (<i>gate</i>) di perusahaan <i>flavor and fragrance</i>	17
17	Persentase kontribusi setiap subsistem terhadap dampak lingkungan produksi eugenol	20
18	Persentase kontribusi <i>hotspot</i> penyebab dampak lingkungan produksi eugenol	22

DAFTAR LAMPIRAN

19	Lampiran 1. Formulir inventori produk eugenol	34
----	---	----