

KAJIAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT* PRODUKSI INFUS DI INDUSTRI FARMASI DENGAN RUANG LINGKUP *GATE-TO-GATE*

MUHAMMAD ZAMZAMI



**TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Kajian *Life Cycle Assessment* Produksi Infus di Industri Farmasi dengan Ruang Lingkup *Gate-To-Gate*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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 proyek akhir ini.

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

Bogor, Juli 2026

Muhammad Zamzami
J0413221114

- 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.

ABSTRAK

MUHAMMAD ZAMZAMI. Kajian *Life Cycle Assesment* Produksi Infus di Industri Farmasi dengan Pendekatan *Gate-to-Gate*. Dibimbing oleh SULISTIJORINI.

Industri farmasi memiliki konsumsi energi dan sumber daya yang tinggi sehingga berpotensi menimbulkan dampak lingkungan. Penelitian ini bertujuan menganalisis dampak lingkungan proses produksi infus menggunakan metode *Life Cycle Assessment* (LCA) dengan ruang lingkup *Gate-to-gate*. Analisis dilakukan berdasarkan standar SNI ISO 14040 tahun 2016 dan SNI ISO 14044 tahun 2017 melalui tahapan penentuan tujuan dan ruang lingkup, inventori daur hidup, penilaian dampak, dan interpretasi menggunakan perangkat lunak OpenLCA dengan metode CML-IA. Unit fungsi yang digunakan adalah satu kantong infus steril 500 mL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi listrik merupakan *hotspot* utama yang memberikan kontribusi terbesar terhadap seluruh kategori dampak lingkungan. Nilai dampak yang diperoleh meliputi *Global Warming Potential* sebesar 0,62 kg CO₂ eq, *Acidification* 0,10 kg SO₂ eq, *Eutrophication* 0,14 kg PO₄³⁻ eq, *Ozone Depletion Potential* 0,00022 kg CFC-11 eq, dan *Cumulative Energy Demand* 3,642 MJ. Penggantian sumber listrik berbasis batu bara menjadi tenaga air berpotensi menurunkan nilai GWP hingga 63,8%.

Kata Kunci: dampak, farmasi, infus, openlca, produksi

ABSTRACT

MUHAMMAD ZAMZAMI. Life Cycle Assessment of Infusion Production in the Pharmaceutical Industry Using a Gate-to-Gate Approach. Supervised by SULISTIJORINI.

The pharmaceutical industry has high energy and resource consumption, which has the potential to cause environmental impacts. This study aims to analyze the environmental impacts of the infusion production process using the Life Cycle Assessment (LCA) method with a gate-to-gate scope. The analysis was conducted based on the 2016 SNI ISO 14040 and 2017 SNI ISO 14044 standards through the stages of goal and scope definition, life cycle inventory, impact assessment, and interpretation using OpenLCA software with the CML-IA method. The functional unit used is one sterile 500 mL infusion bag. The results indicate that electricity consumption is the main hotspot contributing the most to all environmental impact categories. The obtained impact values include a Global Warming Potential of 0.62 kg CO₂ eq, Acidification of 0.10 kg SO₂ eq, Eutrophication of 0.14 kg PO₄³⁻ eq, Ozone Depletion Potential of 0.00022 kg CFC-11 eq, and Cumulative Energy Demand of 3.642 MJ. Replacing coal-based electricity sources with hydroelectric power has the potential to reduce the GWP value by up to 63.8%.

Keywords: impact, pharmacy, infusion, openlca, production



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 2026¹
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.

KAJIAN *LIFE CYCLE ASSESMENT* PRODUKSI INFUS DI INDUSTRI FARMASI DENGAN PENDEKATAN *GATE-TO-GATE*

MUHAMMAD ZAMZAMI

Tugas 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
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji pada Ujian Tugas akhir: Ir. Nurul Jannah, M.M., Ph.D.



- 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 Proyek Akhir : Kajian *Life Cycle Assesment* Produksi Infus di Industri Farmasi dengan Pendekatan *Gate-to-Gate*

Nama : Muhammad Zamzami

NIM : J0413221114

Disetujui oleh

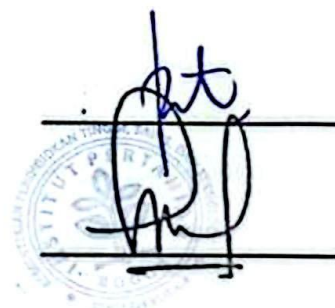
**Pembimbing:
Dr. Ir. Sulistijorini, M.Si.**



Diketahui oleh

**Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Beata Ratnawati, S.T., M.Si.
NPI 201811198806252001**

**Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP 196607171992031003**



**Tanggal Ujian:
(22 Juni 2026)**

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 Desember 2025 sampai bulan Mei 2026 ini ialah *Life Cycle Assesment*, dengan judul “Kajian *Life Cycle Assesment* Produksi Infus di Industri Farmasi dengan Pendekatan *Gate-to-Gate*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada dosen pembimbing proyek akhir, Dr. Ir. Sulistijorini, M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator kolokium, moderator seminar hasil dan penguji ujian akhir yang telah ikut membantu memberikan saran dan masukan kepada proyek akhir penulis. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya dalam proses penyusunan proyek akhir. Penulis menyadari bahwasanya proyek akhir yang dibuat tidak lepas dari kekurangan dan kesalahan hingga masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala kritik, saran, dan masukan yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk meningkatkan pengembangan proyek akhir dengan tema serupa di masa yang akan datang.

Semoga laporan proyek akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta menjadi referensi yang bermanfaat bagi pembaca. Selain itu, diharapkan laporan ini dapat memberikan kontribusi positif terhadap kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Muhammad Zamzami



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Life Cycle Assesment</i> (LCA)	4
2.2 OpenLCA	5
2.3 <i>Gate-to-gate</i>	6
2.4 Sediaan Steril Farmasi	6
2.5 <i>Environmental, Social, Governance</i> (ESG)	6
2.6 Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan (PROPER)	6
2.7 Penelitian Terdahulu	7
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Prosedur Kerja Penelitian	9
3.3 Teknik Pengumpulan data	10
3.4 Teknik Analisis data	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Penentuan tujuan dan ruang lingkup	14
4.2 Pembahasan	14
4.3 Penilaian dampak (<i>Life Cycle Impact Assesment</i> / LCIA)	17
4.4 Interpretasi Data	19
V SIMPULAN DAN SARAN	22
5.1 Simpulan	22
5.2 Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	26
RIWAYAT HIDUP	30



DAFTAR TABEL

1 Studi dan Penelitian terdahulu	7
2 Jenis, Sumber dan Metode Pengumpulan Data	10
3 Klasifikasi nilai <i>Data Quality Rating</i> (DQR)	12
4 <i>Input</i> dan <i>Output</i> proses	14
5 <i>Input</i> proses produk infus tahun 2025	15
6 <i>Output</i> proses produk infus tahun 2025	15
7 Penggunaan Listrik dan gas alam	15
8 Sistem <i>Input</i> Air	16
9 Besaran nilai dampak kumulatif <i>Gate-to-gate</i>	17
10 Substitusi sumber listrik	20

DAFTAR GAMBAR

1 Proses produksi produk infus di industri farmasi	2
2 Kerangka kerja penilaian daur hidup (SNI ISO 14040:2016)	4
3 Perangkat lunak OpenLCA	5
4 Diagram alir prosedur kerja penelitian	9
5 Grafik perbandingan nilai GWP	20

DAFTAR LAMPIRAN

1 Sankey diagram	27
2 <i>Flow properties</i> OpenLCA	28
3 Validasi OpenLCA	29