

MENILAI DAMPAK LINGKUNGAN DENGAN ANALISIS DAUR HIDUP (LCA)

Berbagai macam kegiatan manusia berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Hal tersebut tidak hanya disebabkan proses produksi di lingkungan industri, tetapi juga dapat disebabkan oleh ekstraksi bahan alam sebagai bahan baku, penggunaan produk, limbah yang dihasilkan setelah penggunaan produk, dan lain-lain. Klasifikasi dampak yang dapat dihasilkannya pun beragam sehingga diperlukan suatu studi yang komprehensif, di antaranya dengan menggunakan metode *Life Cycle Assessment (LCA)*.

Buku referensi ini ditujukan untuk menjawab permasalahan tersebut dan sebagai acuan dalam upaya menilai potensi dampak lingkungan dari sistem produk atau jasa pada semua tahap dalam siklus hidupnya, dengan mengukur penggunaan sumber daya (input seperti energi, bahan baku, air) dan emisi lingkungan (output untuk udara, air, dan tanah) yang berkaitan dengan sistem yang sedang dievaluasi (cradle to grave). Materinya disusun dan dibahas secara sederhana agar mudah dipahami dan dapat diaplikasikan kalangan praktisi, mahasiswa, akademisi, dan masyarakat umum. Setiap topik yang dibahas dalam buku ini tersusun secara sistematis dan ringkas, serta dilengkapi dengan contoh pengaplikasian pada Software SimaPro 7.1.

PENERBIT **PUSTAKA SETIA**



Jl. BKR (Lingkar Selatan) No. 162-164
Telp. (022) 5210588 | Fax. (022) 5224105
E-mail. pustaka_seti@yahoo.com
BANDUNG 40253

www.pustakasetia.com



Dr. Elanda Fikri, S.K.M., M.Kes. **MENILAI DAMPAK LINGKUNGAN DENGAN ANALISIS DAUR HIDUP (LCA)**



Dr. Elanda Fikri, S.K.M., M.Kes.

MENILAI DAMPAK LINGKUNGAN DENGAN ANALISIS DAUR HIDUP (LCA)

Dilengkapi dengan Tutorial **SimaPro 7.1**



Dr. Elanda Fikri, S.K.M., M.Kes.

MENILAI DAMPAK LINGKUNGAN DENGAN ANALISIS DAUR HIDUP (LCA)

Dilengkapi dengan
Tutorial SimaPro 7.1



Penerbit PUSTAKA SETIA Bandung

Thanks

*Kepada orang tua, Agus Saptaji dan Nina Mulyana
Istriku tercinta: Indah Ayu Amanda Putri
yang senantiasa memberiku inspirasi dan toleransi*

Kupersembahkan untuk Anaku:

Fatih Hamizan Fibri

Pelita kebahagiaan dalam keluarga kecilku

**MENILAI
DAMPAK
LINGKUNGAN
DENGAN ANALISIS
DAUR HIDUP (LCA)**

**UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA
NO. 28 TAHUN 2014
TENTANG HAK CIPTA**

Pasal 113

- (1) Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

Dr. Elanda Fikri, S.K.M., M.Kes.

**Menilai Dampak Lingkungan
dengan Analisis Daur Hidup (LCA)**

- Cet. Ke-1: Juni 2021; - Bandung: Pustaka Setia
xvi + 186 hlm ; 16 × 24 cm

ISBN : 978-979-076-784-3

Copy Right © 2020 PUSTAKA SETIA, Bandung

Dilarang memperbanyak atau mengutip sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin penerbit.

Hak terjemahan dilindungi undang-undang.

All right reserved

Desain Sampul : Tim Desain Pustaka Setia
Setting, Layout, Montase : Tim Redaksi Pustaka Setia
Cetakan Ke-1 : Juni 2021
Diterbitkan oleh : **CV PUSTAKA SETIA**

Jl. BKR (Lingkar Selatan) No. 162-164

Telp.: (022) 5210588 - 5224105

Faks.: (022) 5224105

e-mail: pustakasetia@yahoo.com

website: www.pustakasetia.com

BANDUNG - 40253

(Anggota IKAPI Jabar)

PENGANTAR PENULIS

Alhamdulillah Rabbil Alamiin, dengan mengucapkan syukur ke hadirat Allah yang Mahakuasa, penulis berhasil menuntaskan penyusunan buku *Menilai Dampak Lingkungan dengan Analisis Daur Hidup (LCA)*.

Munculnya *green consumer* akhir-akhir ini, mendorong industri untuk mempertimbangkan dampak lingkungan yang disebabkan oleh setiap aktivitasnya. Sekalipun usaha untuk mengurangi dampak lingkungan yang disebabkan oleh industri berpengaruh pada biaya yang dikeluarkan, ada keuntungan dalam hal mengoptimalkan konsumsi energi dan material. Alasan inilah yang menyebabkan semakin pesatnya *green industry*. *Green product* tidak hanya dilihat dari sisi produk jadi, tetapi juga dilihat dari keseluruhan daur hidup produk yang juga dilihat dari sisi penggunaan energi, *resource*, dan emisi pada proses manufakturnya, transportasi, agen, konsumen, dan sampai pada tahap pembuangan. Untuk mendukung permasalahan lingkungan ini, kita dapat menggunakan standar internasional melalui sertifikasi ISO 14000.

Pada sisi lain, berbagai macam kegiatan manusia berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Hal tersebut tidak hanya disebabkan proses produksi di lingkungan industri, tetapi juga dapat disebabkan oleh ekstraksi bahan alam sebagai bahan baku, penggunaan produk, limbah yang dihasilkan setelah penggunaan

produk, dan lain-lain. Klasifikasi dampak yang dapat dihasilkannya pun beragam sehingga diperlukan suatu studi yang komprehensif, di antaranya dengan menggunakan metode *Life Cycle Assessment* (LCA).

Siklus hidup produk bermula ketika bahan baku yang diekstraksi dari dalam bumi, diolah melalui proses pengolahan, distribusi, dan penggunaan, hingga akhirnya berhubungan dengan manajemen terhadap limbah yang dihasilkan dari produk tersebut, termasuk pembuangan akhir ataupun proses daur ulang limbah menjadi bahan baku produk. Tujuan LCA untuk mengetahui bahwa pada setiap tahapan siklus hidup suatu produk ataupun jasa berpotensi menghasilkan dampak terhadap lingkungan sehingga diperlukan analisis terhadap setiap siklus hidup agar dampak yang dihasilkan dapat diketahui.

Buku referensi ini ditujukan untuk menjawab permasalahan tersebut dan sebagai acuan dalam upaya menilai potensi dampak lingkungan dari sistem produk atau jasa pada semua tahap dalam siklus hidupnya, dengan mengukur penggunaan sumber daya (input seperti energi, bahan baku, air) dan emisi lingkungan (*output* untuk udara, air, dan tanah) yang berkaitan dengan sistem yang sedang dievaluasi (*cradle to grave*). Materinya disusun dan dibahas secara sederhana agar mudah dipahami dan dapat diaplikasikan kalangan praktisi, mahasiswa, akademisi, dan masyarakat umum. Setiap topik yang dibahas dalam buku ini tersusun secara sistematis dan ringkas, serta dilengkapi dengan contoh pengaplikasian pada Software SimaPro 7.1.

Terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Purwanto, D.E.A. dan Dr. Henna Rya Sunoko, Apt., MES, yang telah memperkenalkan dan membimbing kajian LCA secara mendalam, serta sahabatku, Ma'in, M.Si. dan Hany Trisnawati, M.Si. yang sudah berkontribusi dalam penyempurnaan buku ini sehingga memperkaya kajian studi kasus pengendalian dampak lingkungan yang dapat dipecahkan dengan LCA.

Terima kasih juga pada PRÉ Consultants (*Mark Goedkoop, An De Schryver and Michiel Oele*) yang telah mengulas banyak tata cara/prosedur aplikasi SimaPro 7.1 sehingga memperkaya substansi buku ini dan mempermudah para pengguna buku ini dalam mengaplikasikan *software* tersebut. Semoga buku ini menambah wacana dalam penerapan pengelolaan dampak lingkungan secara



komprehensif sehingga dapat melindungi lingkungan hidup dari tekanan perubahan dan dampak negatif yang ditimbulkan dari suatu kegiatan, serta mendukung kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Dengan memperhatikan Hak Kekayaan Intelektual, penulis menyertakan setiap kalimat, gambar atau tabel yang diambil dari sumber referensi tersebut.

Mengacu pada moto dari keilmuan *Teknik Tata Cara Kerja*, “Tidak ada cara terbaik, tetapi selalu ada cara yang lebih baik”, penulis mengharapkan saran dan masukan dari pembaca supaya pada edisi selanjutnya, isi dan pembahasan dalam buku ini dapat ditingkatkan.

Bandung, Juni 2021

Dr. Elanda Fikri, S.K.M., M.Kes.

DAFTAR ISI

BAB 1	
PENDAHULUAN	1
A. Mengenal Penilaian Daur Hidup atau <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA)	1
B. Sejarah <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA).....	2
C. LCA dalam PROPER	7
D. Perkembangan Penerapan LCA di Indonesia.....	15
BAB 2	
DEFINISI DAN KONSEP LCA	17
A. Definisi <i>Life Cycle Assessment</i> (Kajian Daur Hidup)	17
B. Tujuan Analisis Daur Hidup.....	24
C. Tahapan Utama <i>Life Cycle Assessment</i>	24
1. <i>Goal and Scope Definition</i>	26
2. <i>Life Cycle Inventory Analysis</i> (LCI).....	31
3. <i>Life Cycle Impact Assessment</i> (LCIA).....	35
4. <i>Interpretation</i>	39
5. Analisis Sensitivitas	42
D. Perangkat Lunak Pendukung <i>Life Cycle Assessment</i>	43

BAB 3	
Instalasi Software LCA dengan SimaPro 7.1	49
BAB 4	
MENJALANKAN SOFTWARE LCA DENGAN SimaPro 7.1 ...	59
1. Mengenal Halaman Depan SimaPro 7.1	59
2. Memulai SimaPro 7.1.....	60
3. Menganalisis <i>Life Cycle</i>	61
4. Membandingkan Dampak “ <i>Two Coffe Makers</i> ”	62
5. Memulai Input Data	63
BAB 5	
TUTORIAL SimaPro 7.1.....	67
A. Memulai Tutorial SimaPro 7.1	67
B. Memasukan Proses Produksi (<i>Tutorial with wood example</i>)	73
1. Pengantar	73
2. Pesiapan memasukan data	74
3. Memasukan proses 1: menebang pohon	77
4. Proses 2: penggergajian “papan”	84
C. Memasukkan Pengelolaan Limbah	91
1. Pengantar	91
2. Menginput penanganan limbah di TPA.....	94
3. Membuat model dampak dari pembakaran terbuka (<i>open fire</i>)	97
4. Skenario/alur limbah	97
D. Memasukan Daur Hidup Produk yang Lengkap	101
E. Menganalisis Hasil.....	105
1. Hasil Inventaris (LCI).....	105
2. Hasil Penilaian Dampak (LCIA)	105
BAB 6	
MEMBANGUN TAHAPAN PRODUK MENGGUNAKAN WIZARD.....	115
A. Masalah.....	115
B. Solusi SimaPro.....	115
1. Sistem produk tanpa daur ulang.....	115
2. Sistem produk dengan daur ulang.....	117
C. Menganalisis Hasil.....	120
1. Menganalisis sistem produk tanpa daur ulang.....	120



2. Menganalisis sistem produk dengan daur ulang.....	121
3. Membandingkan kedua sistem.....	123
BAB 7	
STUDI KASUS LINGKUNGAN YANG DIATASI	
DENGAN LCA	125
Studi Kasus 1	125
Studi Kasus 2	135
Studi Kasus 3	152
DAFTAR PUSTAKA.....	177
PROFIL PENULIS.....	185

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Segituga SETAC dalam Pedoman LCA.....	4
Gambar 2.1	Tahap <i>Life Cycle</i>	17
Gambar 2.2	Konsep <i>Life Cycle</i> Suatu Sistem	19
Gambar 2.3	Langkah-langkah Utama <i>Life Cycle Analysis</i>	25
Gambar 2.4	Tahapan Utama <i>Life Cycle Assessment</i>	6
Gambar 2.5	Diagram Alur Hubungan Kategori Dampak Lingkungan.....	38
Gambar 2.6	Proses dalam Pemenuhan Tujuan dan Lingkup Kajian	40
Gambar 5.1	Tampilan Pengaturan Kualitas Data yang Digunakan dalam Contoh.....	76
Gambar 5.2	Membuat Lembar Proses Baru.....	77
Gambar 5.3	Memasukkan Output Proses.....	78
Gambar 5.4	Memasukkan Input dari Alam.....	79
Gambar 5.5	Memasukkan Input dari Proses Lain (Prose Mesin Gergaji)	80
Gambar 5.6	Memasukkan Dampak Lingkungan.....	81
Gambar 5.7	Memeriksa Hasil Pemodelan: Pohon yang Ditebang Terhubung ke Gergaji dan Gergaji Dihubungkan dengan Input Bahan Bakar	82



Gambar 5.8	Dokumentasi dari Proses 'Felled Tree'	84
Gambar 5.9	Tiga Output dari Pabrik Penggergajian dan Input dari Pohon yang Ditebang.....	86
Gambar 5.10	Memasukkan Data Transportasi.....	88
Gambar 5.11	Memasukkan Emisi dari Pembakaran Residu Kayu untuk Pengeringan.....	89
Gambar 5.12	Memeriksa Hasil Pemodelan Setelah Memasuki Proses Penggergajian.....	90
Gambar 5.13	Memasukkan Dokumentasi Proses Penggergajian.....	91
Gambar 5.14	Memasukkan Input ke Proses Pengolahan Limbah dan Menentukan Jenis Limbah yang Valid untuk Proses Ini.....	94
Gambar 5.15	Memasukkan Data Emisi	95
Gambar 5.16	Menginput Transportasi dan Emisi	96
Gambar 5.17	Indikator Kualitas Data untuk Pengolahan Limbah	96
Gambar 5.18	Memasukkan Data Untuk Pembakaran Terbuka.....	97
Gambar 5.19	Memasukkan Nama dan Salah Satu Output dari Skenario Limbah	98
Gambar 5.20	Memasukkan Keluaran Lain dari Skenario Limbah.....	99
Gambar 5.21	Skenario Limbah untuk Pembakaran Terbuka.....	100
Gambar 5.22	Memasukkan Skenario Limbah yang Membagi Sampah di TPA dan Tempat Pembakaran Terbuka	100
Gambar 5.23	Membuat Perakitan dan Menentukan Nama ..	101
Gambar 5.24	Menginput Data	102
Gambar 5.25	Menyelesaikan Perakit	102
Gambar 5.26	Memeriksa Hasil Pemodelan.....	103
Gambar 5.27	Daur Hidup Gudang	104
Gambar 5.28	Gambaran Daup Idup (Permodelan).....	104
Gambar 5.29	Tampilan Hasil Inventaris (LCI).....	105
Gambar 5.30	Hasil Langkah Karakterisasi. Semua Skor Dampak Ditampilkan Pada Skala 100%. Warna Menunjukkan Kontribusi Produksi dan Limbah	106



Gambar 5.31	Memilih Metode Penilaian Dampak Alternative....	107
Gambar 5.32	Gambaran Umum Daur Hidup Lengkap yang Disajikan Sebagai Bagan (Semua Proses yang Ditampilkan, <i>Cut-Off</i> = Nol)	108
Gambar 5.33	Menampilkan Detail Proses Pada Bagan.....	109
Gambar 5.34	Analisis Kontribusi Menunjukkan Semua Proses dalam Bagan yang Memberikan Kontribusi Lebih Dari 1%.....	110
Gambar 5.35	Pilih Proses Yang Harus Menjadi Milik Grup (Dalam Contoh Ini Semua Proses Transportasi).....	111
Gambar 5.36	Dua Kelompok Lain Terbentuk: Listrik dan Pengolahan Limbah	112
Gambar 5.37	Kontribusi dari Tiap-tiap Kelompok.....	113
Gambar 7.1	Pohon Daur Hidup Dampak Pemanasan Global pada Pembesaran Udang Vaname Intensif dengan Teknologi Bioflok.....	129
Gambar 7.2	Kontribusi Dampak Lingkungan Penggunaan Bahan Dan Energi Pada Kegiatan Budi Daya Udang Vaname Berbasis Teknologi Bioflok.....	130
Gambar 7.3	Analisis Sensitivitas Penurunan Nilai FCR untuk Mengurangi Dampak Lingkungan pada Kegiatan Budi Daya	133
Gambar 7.4	Analisi Sensitivitas Substitusi Sumber Energi Listrik untuk Mengurangi Dampak Lingkungan pada Kegiatan Budi Daya Udang Vaname Berbasis Teknologi Bioflok	134
Gambar 7.5	Batasan Sistem (<i>System Boundaries</i>)	153
Gambar 7.6	Skenario Pengelolaan Sampah B3 RT di Kota Semarang.....	155
Gambar 7.7	Daur Hidup Skenario 1 (<i>Cut-Off</i> : 2%).....	158
Gambar 7.8	Analisis Kontribusi Dampak GWP pada Skenario Pengelolaan Sampah B3 RT.....	164
Gambar 7.9	Komparasi Skenario Terbaik.....	171

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan Perangkat Kajian Aspek Lingkungan	21
Tabel 2.2	Komponen <i>Goal and Scope Definition</i>	27
Tabel 2.3	Komponen <i>Life Cycle Inventory Analysis</i>	32
Tabel 2.4	Komponen <i>Life Cycle Impact Assessment</i>	35
Tabel 2.5	Komponen <i>Life Cycle Interpretation</i>	40
Tabel 2.6	Perbandingan Perangkat Lunak Pendukung LCA	43
Tabel 7.1	Inventarisasi Bahan dan Energi serta Output pada Pembesaran dengan Teknologi Bioflok di BBPBAP Jepara	127
Tabel 7.2	Perincian Hasil Inventarisasi Energi dalam Proses Budi Daya	128
Tabel 7.3	Penilaian Dampak Lingkungan Produk 1 Ton Udang Vaname pada Budi Daya dengan Teknologi Bioflok	129
Tabel 7.4	Perbandingan Penilaian Dampak Lingkungan dengan Tiga Metode yang Berbeda.....	131
Tabel 7.5	Asumsi dalam LCA " <i>Cradle to Gate</i> " Produksi Biodiesel Mikroalga	137
Tabel 7.6	Inventarisasi Data dari Produksi 1 kg Biodiesel Mikroalga.....	140



Tabel 7.7	Hasil Kajian Dampak Lingkungan Produksi 1 kg Biodiesel Mikroalga Berdasarkan Alternatif Skenari.....	144
Tabel 7.8	Perbandingan Perhitungan Dampak GWP dari Metode yang Berbeda.....	162
Tabel 7.9	Faktor Konversi Energi dan Faktor Emisi Bahan Bakar	166
Tabel 7.10	Emisi GRK pada Tiap-tiap Skenario Berdasarkan Kombinasi Pendekatan yang Berbeda	168



BAB 1

PENDAHULUAN

A. Mengenal Penilaian Daur Hidup atau *Life Cycle Assessment* (LCA)

Konsep LCA telah berkembang sejak tahun 1960-an. Upaya untuk mengembangkan metodologi LCA banyak dilakukan. Pada tahun 1980-an industri makanan menerapkan metode LCA untuk menaksir dampak lingkungan yang disebabkan oleh produksi makanan. LCA banyak diterima dan menarik banyak perhatian individu yang berkecimpung dan konsen dengan ilmu lingkungan.

Penilaian daur hidup atau *Life Cycle Assessment* (LCA) adalah metode yang sudah terstandarisasi yang memuat cara untuk menilai potensi dampak lingkungan berkaitan dengan proses produksi atau layanan jasa dengan menghitung dan mengevaluasi konsumsi sumber daya alam dan keluaran ke lingkungan dalam semua tahap pada siklus hidup produk/jasa, mulai ekstraksi bahan baku sampai dengan pembuangan limbahnya.

Pendekatan dari ayunan sampai kuburan (*cradle-to-grave*), pada penilaian siklus hidup dimulai dengan pengumpulan bahan baku dari bumi untuk menciptakan produk dan berakhir pada titik ketika semua bahan dikembalikan ke bumi. LCA mengevaluasi semua tahap kehidupan produk dari perspektif bahwa mereka saling bergantung,

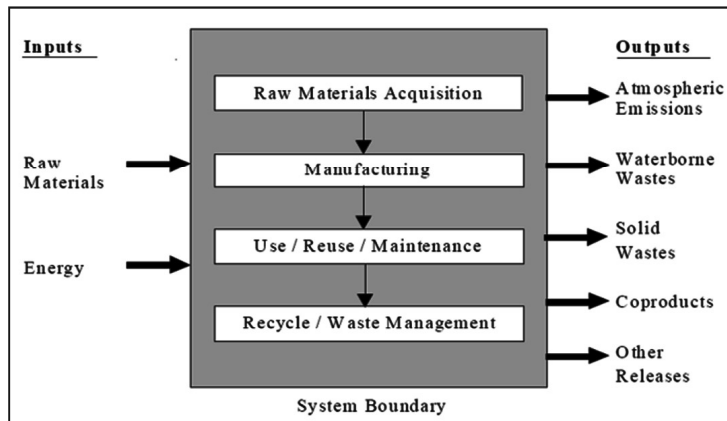


BAB 2

DEFINISI DAN KONSEP LCA

A. Definisi *Life Cycle Assessment* (Kajian Daur Hidup)

Pengertian *Life Cycle Assessment* (LCA), dalam bahasa Indonesia penilaian daur hidup, adalah *cradle to grave*, yaitu pendekatan untuk menilai sistem industri (EPA: 2006). Sistem *cradle to grave* dimulai dengan pengumpulan bahan baku dari alam untuk menghasilkan produk, dan berakhir pada titik ketika semua bahan dikembalikan ke alam. LCA memungkinkan estimasi dampak lingkungan kumulatif yang dihasilkan dari semua tahapan dalam daur hidup produk.




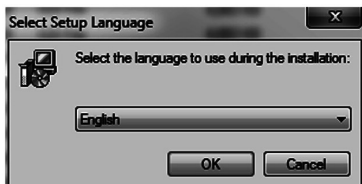
Gambar 2.1.
Tahap *Life Cycle*

BAB 3

INSTALASI SOFTWARE LCA DENGAN SimaPro 7.1

Proses instalasi Software LCA dengan Simapro 7.1 cukup panjang dan rumit. Untuk memulainya, silakan unduh *software*-nya pada website resmi dengan link (<https://www.pre-sustainability.com/>) Setelah proses *download* selesai, berikut langkah-langkah instalnya.

1. Double klik software  **InstallSimaPro71** selanjutnya, klik YES.
2. Pilih bahasa: dalam software ini tidak tersedia bahasa Indonesia, agar mudah dipahami, pilih *English* dan OK.



3. Muncul tampilan seperti ini dan pilih *Next*.

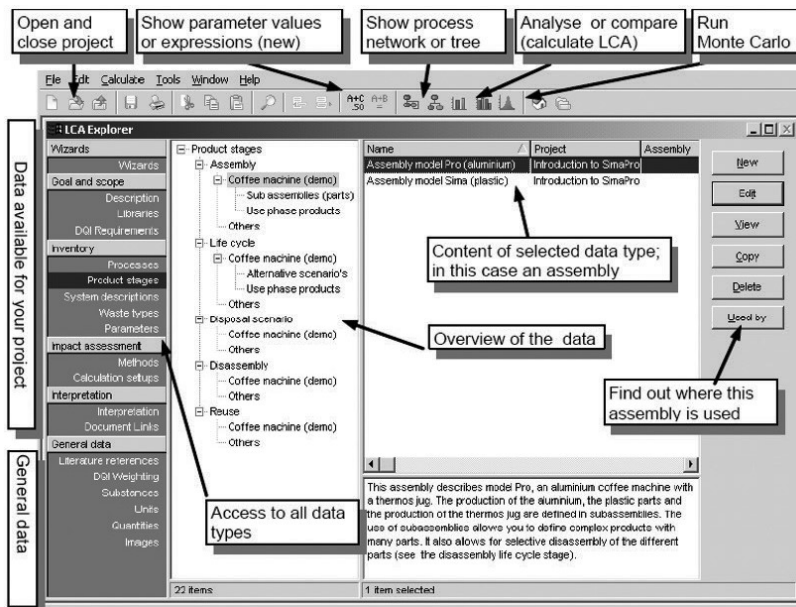


BAB 4

MENJALANKAN SOFTWARE LCA DENGAN SimaPro 7.1

1. Mengenal Halaman Depan SimaPro 7.1

Halaman depan SimaPro 7.1 disusun berdasarkan langkah-langkah dasar LCA, seperti yang dijelaskan dalam standar ISO. Indeks di sebelah kiri memberikan akses ke semua jenis data. Tombol bagian atas memberikan akses pada fungsi yang paling penting. Tekan F1 untuk mendapatkan bantuan.



BAB 5

TUTORIAL SimaPro 7.1

A. Memulai Tutorial SimaPro 7.1

1. Masalah yang diselesaikan

Merancang mesin kopi. Contohnya, haruskah mereka fokus pada pemilihan material atau efisiensi energi dalam tahapannya? Apakah penggunaan filter kertas penting? Bagaimana sistem pengembalian produk sisa kepada produsen dan daur ulang?

2. Solusi

	Model sima	Model pro
Bahan utama untuk kerangka mesin agar kopi tetap hangat	Platik Termos	Alumunium Hotplate

3. Gunakan wizard yang sudah ditentukan sebelumnya pada software SimaPro 7.1

Mulailah dengan menjalankan wizard "*Guided tour (with coffee)*". Wizard akan membimbing Anda dengan memberikan gambaran umum mengenai *feature* SimaPro. Hal ini membutuhkan waktu sekitar 15 menit.



BAB 6

MEMBANGUN TAHAPAN PRODUK MENGGUNAKAN WIZARD

A. Masalah

Karena pengenalan film DVD, konsumen diharapkan mulai membuang videotape. Apakah masuk akal (dari sudut pandang lingkungan) untuk mengatur sistem daur ulang khusus? Untuk ini, kita perlu membandingkan dua sistem produk, satu dengan skenario pembuangan di Belanda yang normal (TPA dan campuran insinerasi) dan satu dengan sistem daur ulang.

B. Solusi SimaPro

Gunakan wizard LCA untuk memodelkan dua sistem produk, satu dengan daur ulang dan satu dengan skenario pembuangan rata-rata di Belanda. Unit fungsional adalah satu kaset. Untuk contoh ini beberapa penyederhanaan dibuat dalam sistem logistik dan beberapa bagian kecil dalam rekaman ditinggalkan. Selain itu juga, tidak perlu menjelaskan proses produksi yang lengkap, hanya konten material yang penting.

1. Sistem produk tanpa daur ulang

Buka proyek 'Pengantar SimaPro 7'. Mulai LCA Wizard dan tentukan satu perakitan dan daur hidup yang berkaitan dengan materi berikut.

- a. Tape: 46 gram PET. Gunakan granul PET amorf B250.
- b. Kaset 103 gram Polystyrene berdampak tinggi. Gunakan PS (HIPS) B250 (1998).



BAB 7

STUDI KASUS LINGKUNGAN YANG DIATASI DENGAN LCA

Studi Kasus 1

Penerapan Teknologi Bioflok pada Kegiatan Budi Daya Udang Vaname: Tinjauan Aspek Ekonomi dan Lingkungan

Penilaian Daur Hidup

Penilaian daur hidup atau LCA adalah metode yang sudah terstandardisasi, memuat cara untuk menilai potensi dampak berkaitan dengan produk atau jasa dengan menghitung dan mengevaluasi konsumsi sumber daya alam dan emisi/keluaran ke lingkungan dalam semua tahap pada siklus hidup produk tersebut, dari ekstraksi bahan baku sampai pembuangan limbahnya. Penilaian dampak lingkungan menggunakan LCA tidak hanya berdasarkan besaran limbah yang dihasilkan, tetapi juga terjadi lebih luas menyertakan perhitungan sumber daya alam dan energi yang digunakan. Kerangka LCA telah diadaptasi dan diterapkan untuk mengevaluasi sektor pertanian, peternakan, perikanan, dan sistem produksi budi daya.

Perbedaan mendasar penerapan budi daya intensif teknologi bioflok dan teknik budi daya tradisional dan intensif lainnya adalah kontrol lingkungan budi daya dengan manajemen kualitas air. Untuk melakukan fungsi kontrol tersebut dibutuhkan tambahan input bahan dan energi dibandingkan budi daya intensif biasa agar

DAFTAR PUSTAKA

- Abeliotis K. 2011. *Life Cycle Assessment in Municipal Solid Waste Management, Integrated Waste Management*. China: InTech China Publisher.
- Albritton, D. Derwent, R, Isaksen, I., Lal, M., Wuebbles, D. 1996. *Trace Gas Radioactive Forcing Indices*. Cambridge University Press.
- Amaro, H. M., Macedo, A. C., Malcata, F. X. 2012. Microalgae: An Alternative as Sustainable Source of Biofuels? *A Review*. *Energy*, 44: 158-166.
- Arosyid, Harun. 2013. *Implementasi Produk Life Cycle (Tinjauan Maturity Produk) pada PT Semen Indonesia (Persero) Tbk*. Undergraduate Thesis. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Astuti, S.P., Ciptomulyono., Udisubakti., Suf M. 2004. Evaluasi Konsep Produk Dengan Pendekatan Green Quality Function Deployment. *Jurnal Teknik Industri*; 6: 156 - 168.
- Aquafuels. 2011. *Life-Cycle Assessment and Environmental Assessment, Algae and Aquatic Biomass for a Sustainable Production of 2nd Generation Biofuels*. Coordination Action, FP7-ENERGY-2009-1.
- Aubin, J., Papatrypton, E., Van der Werf, H.M.G., Petit, J., Morvan, Y.M., 2006. *Characterisation of The Environmental Impact of A Turbot (Scophthalmus Maxminus) Re-Circulating Production System Using Life Cycle Assesment*. *Aquaculture* 261, 1259 - 1268.

- Ayer, N.W., Tyedmers, P.H., Pelletier, N.L., Sonesson, U., Scholz, A., 2007. Co-Product Allocation In Life Cycle Assesment of Sea Food Production System: Review of Problems and Strategies. *International Journal Life Cycle Assesment*. 12, 480-487
- Bare, J. C., Norris, G. A., Pennington, D. W., McKane, T. 2003. TRACI: The Tool for the *Reduction* and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts. *Journal of Industrial Ecology*.
- Brennan, L., Owende, P. 2010. Biofuels from Microalgae – A Review of Technologies for Production, Processing, and Extractions of Biofuels and Co-Products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14: 557-577.
- Brentner, L. B. 2011. *Life Cycle Analysis of Microalgal Biodiesel and Future Prospects for Microalgae Biotechnology*. Berlin: International Algae Congress.
- Bruins R.J.F. *et.al.* 2010. *A New Process for Organizing Assessments of Social, Economic, and Environmental Outcomes: Case Study of Wildland Fire Management in the USA*. *Integrated Environ Assess Manag* 6(3):469-483.
- Brusseau, M., Pepper, I., Gerba, C. 2019. *Environmental and Pollution Science (Third Edition)*. Tucson: Academic Press.
- Buyle, M. *et.al.* 2013. Life Cycle Assessment in the Construction Sector: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 26. 379-388
- Campbell, P. K., Beer, T., Batten, D. 2010. Life Cycle Assessment of Biodiesel Production from Microalgae in Ponds. *Bioresource Technology*, 102: 50-56.
- Cao, Ling. 2012. *Farming Shrimp for the Future: a Sustainability Analysis of Shrimp Farming In China. a Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy (Natural Resource and Environment)*. The University of Michigan.
- Caro, D. 2019. *Encyclopedia of Ecology*. Second Edition. Maryland: Elsevier.
- Chen T.C., & Lin C.F. 2008. Greenhouse Gases Emissions from Waste Management Practices Using Life Cycle Inventory Model. *Journal of Hazardous Materials*; 155: 23-31.
- Christi, Y. 2007. Biodiesel from Microalgae. *Biotechnology Advances*, 25: 294-306.

- Clarens, A., Resurreccion, E., White, M., Colosi, L. 2010. Environmental Life Cycle Comparison of Algae to Other Bioenergy Feedstocks. *Environmental Science Technology*, 44: 1813-1819.
- Cohen, M. J., Tirado, C., Aberman, N. L., Thompson, B. 2009. Impact of Climate Change and Bioenergy on Nutrition. *Food and Agriculture Organization (FAO)* report.
- Curran M.A. 1996. *Environmental Life-Cycle Assessment*. New York: Mc Graw Hill.
- Damgaard A. 2010. *Implementation of Life Cycle Assessment Models in Solid Waste Management*. Ph.D Thesis, Technical University of Demark.
- Dragone, G., Fernandes, B., Vicente, A. A., Teixeira, J. A. 2010. Third Generation Biofuels from Microalgae, Current Research. Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology.
- European Environment Agency (EEA). 1997. Life Cycle Assessment: A Guide to Approaches, Experiences and Information Sources. *Environmental Issue Series* No. 6.
- Environmental Protection Agency. 2006. Life Cycle Assessment: Principles And Practice, Cincinnati, Ohio, National Risk Management Research Laboratory Office Of Research And Development U.S. Environmental Protection Agency.
- Faruq S.M.A., Kader M.A.M., Alamin H.M.R., Alam S. 2013. Life Cycle Assessment (LCA) of Municipal Solid Waste Management System In Dhaka Metropolitan City. *International Journal of Scientific & Engineering Research*; 4:291-294.
- Ferrell, J., Reed, V. S. 2010. *National Algal Biofuels Technology Roadmap - a Technology Roadmap Resulting from the National Algal Biofuels Workshop*. Workshop and Roadmap sponsored by the U. S. Department of Energy
- Finkbeiner M., Schau M.S., Lehmann A., Traverso M. 2010. *Towards Life Cycle Sustainability Assessment*. *Sustainability* 2: 3309-3322.
- Fraiture, C. D. 2007. *Biofuel Crops Could Drain Developing World Dry*. <http://www.scidev.net/> Diakses pada Oktober 2013.
- Guine´e J.B., Gorre´e M., Heijungs R., Huppes G., Kleijn R., de Koning A. et.al. 2002. *Handbook on Life Cycle Assessment. An Operational Guide to the Iso Standards*. The Netherlands: Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

- Guinee J.B. 2002. *Handbook on Life Cycle Assessment (Operational Guide to the ISO Standards)*. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic Publishers.
- Gunamantha M., Fandeli C., Tandjung S.D., Sarto. 2010. Life Cycle Assessment of Solid Waste Management Options: Case Study of the KARTAMANTUL Regions, Province of D.I. Yogyakarta. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*; 17: 78-88.
- Hauschild, M.Z., Wenzel, H. 1997. *Acidification as Assessment Criteria in the EDIPMethod*. Scientific Background. London: Chapman and Hall
- Hendriks, Ch.F., Vogtländer, J.G., Janssen, M.S. G.M.T. 2006. *The Eco-Costs/Value Ratio, a tool to determine the long-term strategy of de-linking economy and environmental ecology*. Manuscript of: *International Journal of Ecodynamics*. Volume 1, Nr 2, pp 136-148.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. *General Guidance and Reporting, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- ISO-14040. 2006. *Environmental Management-Life Cycle Assessment-Requirements and Guidelines*. Geneva, International Organisation for Standardisation (ISO).
- Jolliet, O., Muller-Wenk, R., Bare, J., Brent, A. et.al. 2004. *The LCIA midpoint-damage Framework of the UNEP/SETAC*.
- Life Cycle Initiative. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 9: 394- 404.
- Jorquera, O., Kiperstok, A. et.al. 2010. Comparative Energy Life-Cycle Analyses of Microalgal Biomass Production in Open Ponds and Photobioreactors. *Bioresource Technology*, 101: 1406-1413.
- Kadam, K. L., 2002. Microalgae Production from Power Plant Flue Gas: Environmental Implications on a Life Cycle Basis. *National Renewable Energy Laboratory*.
- Klöpffer W (2008) *Life Cycle Sustainability Assessment of Products*. Int J Life Cycle Assess 13(2):89-95.
- Klöpffer W., Grahl B. 2014. *Life Cycle Assessment (LCA). a Guide to Best Practice*. Wiley-VCH. Weihem, Germany.
- Khoo, H. H., Sharratt, P. N. et.al. 2011. Life Cycle Energy and CO2 Analysis of Microalgae to Biodiesel: Preliminary Results and Comparisons. *Bioresource Technology*, 102: 5800-580.



- Lardon, L., Helias, A., Sialve, B. 2009. Life-Cycle Assessment of Biodiesel Production from Microalgae. *Environmental Science & Technology*, 43: 6475-6481.
- Lin, L., Cunshan, Z., Vittayapadung, S. *et.al.* 2011. Opportunities and Challenges for Biodiesel Fuel. *Applied Energy*, 88: 1020-1031.
- Lindfors, L. G., Christiansen, K. *et.al.* 1995. Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment. Copenhagen: Nordic Council of Minister.
- Ma'in. 2013. *Penerapan Teknologi Bioflok pada Kegiatan Budidaya Udang Vaname: Tinjauan Aspek Ekonomi dan Lingkungan*. Tesis. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Mata, T. M., Martins, A. A., Caetano, N. S. 2010. Microalgae for Biodiesel Production and other Applications: A review. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 14: 217-232.
- MENLHK. 2018. Kolaborasi PROPER dan Dunia Usaha untuk SDG's' in *Publikasi PROPER*, pp. 14-15.
- MENLHK. 2019. Proper 4.0 as SIMPEL as it is' in *Publikasi PROPER*, pp. 16-17.
- Molina Grima, E., Belarbi *at.al.* 2003. Recovery of Microalgal Biomass and Metabolites: Process Option and Economics. *Biotechnology Advances*, 20: 491-515.
- Morweiser, M., Kruse, O., Hankamer, B., Posten, C. 2010. Developments and Perspectives of Potobioreactors for Biofuel Production. *Applied Microbiology & Biotechnology*, 87: 1291-1301.
- N.S., Kaspersen R.E., Mabogunje A. *et.al.* 2001. *Sustainability Science*. Science 292(5517):641-642.
- Papatryphon, E., Petit, J., Kaushik *et.al.* 2004. *Environmental Impact Assessment of Salmonid Feeds Using Life Cycle Assesment (LCA)*. *Ambio* 33(6), 316-323.
- Parameswari, P. P., Yani, M., & Ismayana, A. 2019. Penilaian Daur Hidup (Life Cycle Assessment) Produk Kina di PT Sinkona Indonesia Lestari. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 351. 10.14710/jil.17.2.351-358.
- Parvatker, A. G. 2013. Biodiesel from Microalgae – a Sustainability Analysis using Life Cycle Assessment. *International Journal of Cemical and Physical Science*, Vol. 2.
- PRé Consultants (Product Ecology Consultants). 2010. *SimaPro 7 Tutorial*. California, USA. Diakses pada April 2013.



- Pujadi, dan Melfa Yola. 2013. *Analisis Sustainability Packaging dengan Metode Life Cycle Assessment (LCA)*. Riau: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Purwanto Y.A. 2009. Life Cycle Assessment Approach of Solid Waste Management: Case Study in Bogor City, West Java. Center For Environmental Research. *Working Paper No.15*, 2-9. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Rebitzer G., Ekvall T. *et.al.* 2004. Life cycle assessment Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Journal Environment International*; 30:701- 720.
- Rosselot, K.S., Allen, D.T. 2002. *Life-Cycle Concepts, Product Stewardship and Green Engineering*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall inc.
- Sathish, A. 2012. *Biodiesel Production from Mixed Culture Algae via a Wet Lipid Extraction Procedure*. All Graduate Thesis and Dissertations. Paper 1372. <http://digitalcommons.usu.edu/etd/1372> diakses pada Oktober 2013.
- Soratana, K., Landis, A. E. 2011. Evaluating Industrial Symbiosis and Algae Cultivation from a Life Cycle Perspective. *Bioresource Technology*, 102: 6892-6901.
- Stephenson, A.L., Kazamia, E. Dennis *et.al.* 2010. Life-Cycle Assessment of Potential Algal Biodiesel Production in the United Kingdom: a Comparison of Raceways and Air-Lift Tubular Bioreactors. *Energy & Fuels*, 100-112.
- Swarr T., Hunkeler D. 2011. *Environmental life cycle costing: a code of practice*. SETAC Press, Pensacola, ISBN 978-1-880611-87-6.
- T. Ramjaewon. 2012. *Building Capacity for Life Cycle Assessment in Developing Countries. Life Cycle Assessment Handbook: A Guide for Environmentally Sustainable Products"*. Scrivener Publishing LLC.
- Thomas V.M., & Spiro T.G. 1995. *An Estimation of Dioxin Emissions in the United States. Toxicological and Environmental Chemistry*; 50:1-37.
- Travieso, L., Hall, D. *et.al.* 2001. A Helical Tubular Photobioreactor producing Spirulina in a Semicontinuous Mode. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 47: 151-155.
- Trisnawati, Hany. 2016. *Kajian Lingkungan Pemanfaatan Mikroalga Sebagai Alternatif Bahan Baku Biodiesel Menggunakan Pendekatan Life Cycle*

- Assessment*. Tesis. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Upham P. 2000. *An Assessment of the Natural Step Theory of Sustainability*. J Clean Prod 8(6):445-454
- U.S. DOE (United States Department of Energy). 2010. *National Algal Biofuels Technology Roadmap*. Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, Biomass Program.
- UNCTAD. 2004. *A Manual for the Preparers and Users of Eco-efficiency Indicators*. New York and Geneva: United Nations, .
- United Nation Environment Programme (UNEP). 1996. *Life Cycle Assessment: What it is; and what to do about it*.
- Valdivia S., Ugaya C.M.L., Sonnemann G., Hildenbrand J. Ed. 2011. *Towards a Life Cycle Sustainability Assessment. Making Informed Choices on Products*. Paris. Available at: <http://lcinitiative.unep.fr>
- Vigon B.W., Tolle D.A., Cornaby B.W. et.al. 1994. *Life-Cycle Assessment (Inventory Guidelines and Principles)*. Boca Raton, Florida: Lewirs Publishers.
- Vogtländer, J.G., Brezet et.al. 2000. The Virtual Eco-Costs '99 a Single LCA-Based Indicator for Sustainability and the Eco-Costs - Value Ratio (EVR) Model for Economic Allocation. A New LCA-Based Calculation Model to Determine the Sustainability of Products and Services. *International Journal of Life Cycle Assessment* 5 (6).
- Winkler J. & Bilitewski B. 2007. Comparative Evaluation of Life Cycle Assessment Models for Solid Waste Management. *Journal Waste Management*; 27:1021-1031.
- Wirahadikusumah R.D & Sahana H.P. 2012. Estimasi Konsumsi Energi dan Emisi Gas Rumah Kaca pada Pekerjaan Pengaspalan Jalan. *Jurnal Teknik Sipil (Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil)*; 19:25-35.
- Yanfen, L., Zehao, H., Xiaoqian, M. 2012. *Energy Analysis and Environmental Impacts of Microalgal Biodiesel in China*. *Energy Policy*, 45: 142-151.
- Yi, Xiangxi., Chen, Hua., Pan, Jianyu, Sun, Huili. 2011. *The Application of Life Cycle Assessment in a Typical *Litopenaeus Vannamei* Comprehensive Utilization Process Model*. *Procedia Env Sciences* 10:1583 - 1588

Sumber Internet

- Hadiyanto. 2013. *Valorisasi Mikroalga untuk Sumber Bioenergi dan Pangan sebagai Upaya Peningkatan Ketahanan Pangan dan Energi di Indonesia*. [Online]. Jakarta: Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas). http://call-for-papers.bappenas.go.id/papers/Tema%20IPTEK%20hadiyanto_bappenas.pdf [diakses tanggal 28 Oktober 2014].
- Harjanto, T. R., M. Fahrurrozi, & I.M. Bendiyasa. 2012. Jurnal Rekayasa Proses. Life Cycle Assessment Pabrik Semen PT Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap: Komparasi Antara Bahan Bakar Batubara Dengan Biomassa, 06(02), 51-57. Diakses dari: <https://jurnal.ugm.ac.id/jrekpros/article/view/4696>
- Nelson, D. 2010. *Transesterification and Recovery of Intracellular Lipids Using a Single Step Reactive Extraction*. All Graduate Theses and Dissertations 2010; Paper 642. Available at: <http://digitalcommons.usu.edu/etd/642>
- WBCSD. 1996. *Changing Course*, by Stefan Schmidheiny with the World Business Council for Sustainable Development. www.wbcsd.org



PROFIL PENULIS



Dr. Elanda Fikri, S.K.M., M.Kes., lahir di Cirebon tahun 1989. Lulus Fakultas Kesehatan Masyarakat Peminatan Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro tahun 2011, meraih Magister Kesehatan Lingkungan (S2) di Universitas Diponegoro tahun 2012, dan meraih gelar Doktor (S3) Ilmu Lingkungan di Universitas Diponegoro tahun 2015 melalui beasiswa unggulan (BU) dan beasiswa LPDP, dengan menjadi Lulusan Terbaik.

Penulis memulai karier menjadi konsultan pada Pengelolaan Air Limbah Domestik di Batam dan Pengelolaan Persampahan di Bali tahun 2012, sanitarian di Instalasi Pemeliharaan Sarana dan Sanitasi di RSUP Dr. Kariadi Semarang sampai tahun 2014, dan sejak tahun 2014 sampai sekarang sebagai dosen tetap (PNS) di Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes RI Bandung. Penulis juga menjadi dosen luar biasa di Fakultas Kesehatan Masyarakat Stikes A. Yani Cimahi. Mata Kuliah yang diampu: Pengelolaan Air Limbah, Rekayasa Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), Pengelolaan Persampahan, LCA (*Life Cycle Assessment*), Pencemaran Lingkungan serta Analisis Risiko Lingkungan.

Narasumber dalam *workshop*, pelatihan, bahkan seminar nasional dan internasional menjadi santapan dalam kegiatannya. Publikasi yang sudah diterbitkan dalam bidang lingkungan sudah diseminarkan dan diterbitkan dalam jurnal nasional dan internasional terindeks Scopus. Buku ber-ISBN yang sudah diterbitkan, antara lain *Pedoman Praktis Pemeriksaan Parameter Udara* (2017), *Pedoman Pemeriksaan Parameter Air Limbah di Laboratorium* (2018), *Pengelolaan Limbah Medis Fasyankes Ramah Lingkungan* (2019).

Penulis pernah meraih penghargaan dari Museum Rekor Indonesia (MURI) dan Lembaga Prestasi Indonesia - Dunia (LEPRID) sebagai Doktor Ilmu Lingkungan Termuda dan Publikasi Terbanyak selama studi S3. Penghargaan lainnya adalah mendapatkan Hak Atas Kekayaan Intelektual (HAKI) dari Kemenkumham RI.

