

ANALISIS DAUR HIDUP PRODUK WAJIK SALAK PADA LIMA UMKM DI KAWASAN AGROWISATA TURI

Siti Aisyah¹, Muhammad Mufti Azis², Wahyu Supartono³

¹Program Magister Teknik Sistem, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

³Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

*Korespondensi : muhammad.azis@ugm.ac.id

Abstrak

Perubahan iklim merupakan salah satu permasalahan lingkungan bersama negara-negara di dunia baik negara maju maupun negara berkembang. Faktor utama munculnya fenomena perubahan iklim adalah terus meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil (BBF), kegiatan industri, dan aktifitas manusia lainnya yang mengeluarkan emisi gas dalam jumlah yang bervariasi. Penelitian ini menganalisis LCA dengan menilai dan mengevaluasi serta membandingkan nilai potensi dampak lingkungan yang dihasilkan dari produksi wajik salak di Kawasan Agrowisata Turi, Sleman, Yogyakarta. Fungsional unit yang digunakan adalah 1 kilogram produk wajik salak terkemas dengan batasan cradle to gate. Penelitian ini menggunakan 5 obyek penelitian, kemudian dari kelima obyek tersebut dibagi ke dalam dua kategori yaitu UMKM wajik salak modern dan UMKM wajik salak tradisional. Analisis dilakukan dengan menggunakan software OpenLCA 1.11.0 dengan dukungan database dari agribalyse v301. Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa dari ke lima UMKM yang diteliti, dampak terbesar pada tahap perkebunan didominasi oleh GWP dengan nilai terbesar terdapat di UMKM E yaitu 9,6149 Kg CO₂ eq. Hotspot dari penilaian daur hidup produk wajik salak pada UMKM wajik salak modern dan UMKM wajik salak tradisional terletak pada tahap perkebunan. Kemudian dari tiga jenis kemasan yang dianalisis terhadap empat kategori dampak pada lima UMKM yang diteliti didapatkan kesimpulan bahwa, dampak terbesar adalah dampak GWP dari kemasan plastik di UMKM E 0,339 Kg CO₂ eq, dampak eutrofikasi berasal dari kemasan anyaman bambu pada UMKM D 5,9x10⁻⁴ Kg PO₄³⁻ eq, kemudian dampak asidifikasi disebabkan oleh kemasan plastik pada UMKM E 1,25x10⁻³ Kg SO₂ eq dan dampak ODP dari jenis kemasan anyaman bambu pada UMKM D dengan nilai 1x10⁻⁸ Kg CFC-11 eq. Maka dapat disimpulkan bahwa jenis kemasan yang digunakan pada UMKM wajik salak tradisional memiliki nilai potensi dampak lingkungan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis kemasan pada UMKM wajik salak modern.

Kata Kunci:

Life Cycle Assessment, Penilaian Produk, OpenLCA, Wajik Salak

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sedang bertumbuh dengan demokrasi yang stabil dan populasi keempat terbanyak di dunia. Mengingat posisi penting Indonesia secara geografis dalam *global ocean conveyor belt (thermohaline circulation)*, negara kepulauan terbesar dan hutan hujan tropisnya yang kaya akan keanekaragaman hayati, tingginya cadangan nilai karbon dan sumber daya energi dan mineral, Indonesia dikenal akan perannya dalam upaya menghadapi perubahan iklim (NDC, RI). Seiring dengan hal itu, kesadaran dan perhatian masyarakat Indonesia terhadap dampak lingkungan dari aktivitas industri semakin meningkat.

Faktor utama munculnya fenomena perubahan iklim adalah meningkatnya konsentrasi GRK di atmosfer dari pembakaran bahan bakar fosil (BBF), kegiatan industri, dan aktifitas manusia lainnya yang

mengeluarkan emisi gas dalam jumlah yang bervariasi.

KLHK Pejabat Pengelola Informasi dan Dokumentasi pada 27 agustus 2021, menyampaikan capaian NDC dari sektor energi sampai dengan tahun 2020 sudah di atas target yaitu 64,4 juta ton CO₂e dari target 58 juta ton CO₂e. Angka penurunan emisi tersebut masih tergolong kecil untuk mencapai 314 juta ton CO₂e, dengan kata lain untuk mencapai target 29% di tahun 2030 masih sangat jauh.

Meski telah banyak diadopsi oleh berbagai perusahaan besar di Indonesia, LCA masih digunakan secara terbatas pada Usaha Kecil Menengah (UKM). Penilaian siklus hidup (LCA) pada klaster industri usaha kecil dan menengah juga telah dilakukan oleh Bayu Sukman dkk (2019) dengan judul penilaian siklus hidup (LCA) pada produk tahu di UKM Mampang Prapatan Jakarta Selatan. Hasil analisis tersebut menjelaskan bahwa

nilai dampak GWP tertinggi adalah pada proses transportasi pengambilan bahan baku 1,61 Kg CO₂ eq, persentase kedua adalah proses budidaya kedelai 1,53 Kg CO₂ eq, selanjutnya dari proses produksi tahu dengan penggunaan kayu bakar sebagai bahan bakar sebesar 0,59 Kg CO₂-eq.

Kemudian Kementerian Koperasi dan UKM RI melaporkan bahwa secara jumlah unit, UMKM memiliki pangsa sekitar 99,99% (62.9 juta unit) dari total keseluruhan pelaku usaha di Indonesia (2017). Artinya secara gabungan UMKM menyerap sekitar 97% tenaga kerja nasional, sementara Usaha Besar hanya menyerap sekitar 3% dari total tenaga kerja nasional (ukmindonesia.id).

Di lereng gunung merapi Kabupaten Sleman, Kecamatan Turi Terdapat UMKM dengan berbagai macam produk turunan dari olahan perkebunan buah salak pondoh yang berkualitas dimana produk wajik salak merupakan produk yang paling banyak dikembangkan di kawasan tersebut, karena selain pemasarannya yang luas pengolahan produksi wajik salak cukup mudah dibandingkan dengan produk olahan salak lainnya.

Penelitian ini melakukan studi kasus pada lima UMKM yang selanjutnya dari ke lima UMKM tersebut dibagi menjadi dua kategori yaitu UMKM wajik salak modern dan UMKM wajik salak tradisional sebagai fokus dari penelitian ini.

Putra Fisabilillah dkk (2019) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa industri tradisional dikelola langsung oleh para produsen dengan menggunakan metode tradisional dan perlengkapan pengolahan yang sederhana, sedangkan pengolahan industri modern menggunakan perlengkapan produksi terbaru dan modern.

Environmental Life Cycle Assessment (E-LCA) atau yang biasanya disebut sebagai *Life Cycle Assessment (LCA)* atau Analisis Daur Hidup adalah teknik yang bertujuan untuk menangani aspek lingkungan dari suatu produk dan potensi dampak lingkungan selama siklus hidup produk tersebut. Istilah "produk" mengacu pada barang dan jasa (*United Nations Environment Programme*, 2009).

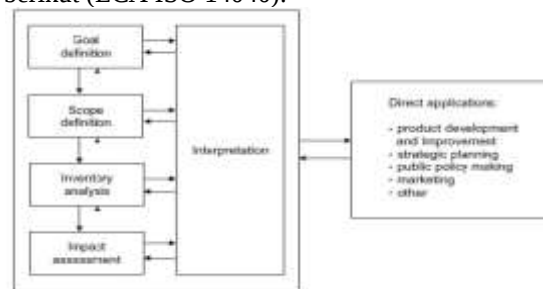
Analisis daur hidup atau *Life Cycle Assessment* juga telah menjadi salah satu penilaian dalam dokumen hijau pada Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup atau dikenal sebagai PROPER (Peraturan Menteri LHK Republik Indonesia No 1 Tahun 2021).

Pada penelitian ini dilakukan penilaian LCA produk wajik salak dari tahap perkebunan sampai dengan pendistribusian produk. Setelah dilakukan pengolahan data dari masing-masing tahapan proses produksi maka akan diketahui bagian mana dari setiap proses yang memberikan dampak terbesar terhadap dampak lingkungan. Berdasarkan uraian diatas didapat tujuan dari penelitian ini yaitu :

- 1) Mengetahui jumlah konsumsi energi dari proses produksi wajik salak pada UMKM wajik salak modern dan UMKM wajik salak tradisional di Kawasan Agrowisata Turi.
- 2) Mengetahui besaran emisi dari setiap tahapan proses produksi wajik salak pada UMKM wajik salak modern dan UMKM wajik salak tradisional di Kawasan Agrowisata Turi.
- 3) Menginterpretasikan hasil penilaian dan membandingkan nilai potensi dampak lingkungan yang ditimbulkan dari proses produksi wajik salak pada UMKM wajik salak modern dan UMKM wajik salak tradisional di Kawasan Agrowisata Turi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Life Cycle Assessment*. Berdasarkan SNI ISO 14040:2016 LCA adalah suatu pendekatan atau metode untuk menilai atau mengevaluasi potensi dampak lingkungan dari produk atau jasa pada semua tahap dalam siklus hidupnya. Metodologi dalam *Life Cycle Assessment (LCA)* terdiri atas empat tahapan, yaitu definisi tujuan dan ruang lingkup (*The goal and scope definition*), analisis inventori (*Inventory analysis*), penilaian dampak (*Impact assessment*), dan interpretasi (*Interpretation*) sesuai pada Gambar 1 berikut (LCA ISO 14040).



Gambar 1. Fase (LCA) ISO 14040

Sumber : M. Z. Hauschild dkk, 2018

2.1 Tujuan dan Ruang Lingkup

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan nilai potensi dampak lingkungan yang ditimbulkan pada siklus hidup produk wajik salak di UMKM modern dan UMKM tradisional mulai dari tahap perkebunan, tahap proses manufaktur, tahap kemasan serta tahap pendistribusian produk. Kemudian *functional unit* pada studi ini adalah 1 kilogram wajik salak terkemas. Ruang lingkup yang digunakan adalah *cradle to gate* dan menggunakan alat perhitungan dari software OpenLCA 1.11.0. Batasan sistem penelitian diilustrasikan pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. Batasan sistem penelitian

2.2 Analisis Inventori

Data yang digunakan merupakan data kuantitatif yang diperoleh menggunakan data primer dan data sekunder dari literatur jurnal untuk menghitung emisi dari sistem yang diteliti. *Life Cycle Inventory* pada kajian LCA ini menggunakan data 1 tahun pada bulan Juli 2021-Juni 2022.

2.3 Analisis Dampak Lingkungan

Penilaian dampak dilakukan dengan menggunakan metode penilaian dampak dari CML IA baseline. Penentuan kategori dampak lingkungan berdasarkan persyaratan dalam Permen LHK 01/2021 atau sesuai dengan PCR yang berlaku atau sesuai dengan kesepakatan Asosiasi, bahwa kategori dampak yang wajib dikaji diantaranya *global warming potential*, *eutrophication potential*, *acidification potential*, *ozone depleting potential*, dan *cumulative energi demand*.

2.4 Interpretasi

Interpretasi adalah menentukan dan mengevaluasi hasil dari tahap inventarisasi (LCI) dan analisis dampak (LCIA) terkait analisis isu penting (*hotspot*), yakni mengidentifikasi dan menganalisis hal yang paling berkontribusi dalam sistem produk yang dikaji, pemeriksaan kelengkapan, analisis sensitivitas dan analisis ketidakpastian serta menerapkan kemungkinan perbaikan lingkungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses Produksi wajik salak

Proses produksi wajik salak UMKM wajik salak modern dan UMKM wajik salak tradisional memiliki beberapa perbedaan karakteristik data di antaranya sebagai berikut; UMKM wajik salak modern (UMKM A dan UMKM B) untuk satu kali produksi membutuhkan bahan baku 50-100 kg buah salak, sedangkan untuk UMKM wajik salak tradisional (UMKM C, UMKM D dan UMKM E) dalam satu kali produksi membutuhkan bahan baku 10-16 kg buah salak.

Proses produksi wajik salak modern mencakup *input raw material*, pengupasan dan pembelahan, pencucian, perebusan, pamarutan, penyangraian, pemasakan, pencetakan, pemotongan dan pengemasan. UMKM wajik salak tradisional meliputi *input raw material*, pengupasan dan pembelahan, pencucian, pengukusan, pamarutan, penumbukan, pemblenderan, pemasakan, pencetakan dan pengemasan.

Jadwal produksi pada UMKM wajik salak modern dilakukan 1-3 kali dalam satu minggu, sedangkan pada UMKM wajik salak tradisional dilakukan 2-3 kali dalam satu minggu.

3.2 Analisis inventory

Data inventori produksi wajik salak pada lima UMKM yang dikaji dibagi menjadi empat subsistem pada masing-masing UMKM diantaranya subsistem 1 (perkebunan), subsistem 2 (proses manufaktur), subsistem 3 (kemasan), dan subsistem 4 (distribusi produk). Tabel 1 berikut adalah data inventori pada masing-masing UMKM.

Kegiatan proses produksi pada wajik tersebut menghasilkan limbah cair, dan gas. Limbah cair berupa air limbah pencucian daging salak, air limbah pengukusan dan air limbah pencucian alat masak, selanjutnya limbah gas berasal dari penggunaan energi listrik dan bahan bakar.

Tabel 1. Data inventori per unit fungsi produk wajik salak terkemas

Input/Output	UMKM A	UMKM B	UMKM C	UMKM D	UMKM E	Unit
Subsistem 1 (Perkebunan)						
Input:						
Transport, freight, light commercial vehicle {CH} processing Cut-off, S - Copied from Ecoinvent	1x10 ⁻²	1,6x10 ⁻²	3,5x10 ⁻²	6,6x10 ⁻²	5,9x10 ⁻²	km*kg
Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO4 {GLO} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent	1,1x10 ⁻³	1x10 ⁻³	1,1x10 ⁻³	2,3x10 ⁻³	2,7x10 ⁻³	km*kg
Fertilizing, solid manure or compost (charging and spreading), with frontal bucket and 5t spreader/FR U	3,65	4,10	2,15	4,03	7,07	kg
Output:						
Buah salak	2,70	2,55	2,26	2,29	2,41	kg
Carbon dioxide	0,25	0,28	8,1x10 ⁻²	0,27	0,48	kg
Methane	7x10 ⁻⁴	7x10 ⁻⁴	2x10 ⁻⁴	7x10 ⁻⁴	1,3x10 ⁻³	kg
Dinitrogen monoxide	7x10 ⁻⁴	8x10 ⁻⁴	2 x10 ⁻⁴	8x10 ⁻⁴	1,4x10 ⁻³	kg
Amonia	3,7x10 ⁻³	4,1x10 ⁻³	1,2x10 ⁻³	4,1x10 ⁻³	7,1x10 ⁻³	kg
Subsistem 2 (Proses Manufaktur)						

<i>Input:</i>						
<i>Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO4 {GLO} market for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent</i>	3,2x10 ⁻²	1,6x10 ⁻²	8,1x10 ⁻²	0,12	6,3x10 ⁻²	km*kg
Buah salak	2,69	2,56	2,26	2,29	2,41	kg
<i>Sugar, from sugarcane, animal feed, at sugar plant/PK U</i>	0,16	0,46	0,42	0,46	0,41	kg
<i>Spices and salt, at plant/RER U (ACYVIA) - Dummy Process</i>	-	-	2,4x10 ⁻²	-	4,2x10 ⁻²	kg
<i>Coconut, consumption mix/FR U</i>	0,11	0,41	0,28	0,46	0,48	kg
<i>Wood chips, at farm/FR S</i>	-	-	1,41	4,8x10 ⁻²	-	kg
<i>Liquefied petroleum gas {Europe without Switzerland} petroleum refinery operation</i>	2,9x10 ⁻²	2,1x10 ⁻²	-	0,92	5,7x10 ⁻²	kg
<i>Electricity, low voltage {GLO} market group for Cut-off, S - Copied from Ecoinvent</i>	1,60	-	2,5x10 ⁻²	-	7,9x10 ⁻³	kwh
Air	8,62	8,03	15,25	21,61	27,16	kg
<i>Generic detergent-disinfectant, at plant/RER U (ACYVIA)</i>	1,6x10 ⁻³	1,5x10 ⁻³	4,2x10 ⁻³	3,4x10 ⁻³	3,6x10 ⁻³	kg
<i>Output:</i>						
Produk wajik salak belum dikemas	0,92	0,89	0,99	0,92	0,96	kg
<i>Wastewater, from residence {RoW} market for wastewater, from residence Cut-off, S - Copied from Ecoinvent</i>	8,62	8,03	15,25	21,61	27,16	kg
<i>Suspended solids</i>	5x10 ⁻⁴	3x10 ⁻⁴	1,9x10 ⁻³	2,6x10 ⁻³	2,8x10 ⁻³	kg
<i>Chemical oxygen demand</i>	11x10 ⁻³	6x10 ⁻⁴	4,3x10 ⁻³	5,8x10 ⁻³	6,1x10 ⁻³	kg
<i>Carbon dioxide</i>	8,6x10 ⁻²	6,3x10 ⁻²	2,47	1,75	0,17	kg
<i>Methane</i>	1,4x10 ⁻⁶	1x10 ⁻⁶	6,6x10 ⁻⁴	4,3x10 ⁻⁴	2,6x10 ⁻⁶	kg
<i>Dinitrogen monoxide</i>	1x10 ⁻⁷	1x10 ⁻⁷	8,4x10 ⁻⁵	5,8x10 ⁻⁵	2x10 ⁻⁷	kg
Subsistem 3 (kemasan)						
<i>Input:</i>						
Produk wajik salak belum dikemas	0,92	0,89	0,99	0,92	0,96	kg
Kemasan*	8,4x10 ⁻²	0,10	1,1x10 ⁻²	8,0x10 ⁻²	3,8x10 ⁻²	kg
<i>Output:</i>						
Produk terkemas	1	1	1	1	1	kg
Subsistem 4 (Distribusi Produk)						
<i>Input:</i>						
<i>Transport, freight, light commercial vehicle {CH} processing Cut-off, S - Copied from Ecoinvent</i>	0,24	7,5x10 ⁻²	5,1x10 ⁻²	0,21	0,16	kg*km
Produk terkemas	1	1	1	1	1	kg
<i>Output:</i>						
Produk terkirim	1	1	1	1	1	kg

Keterangan : (*)

- Kolom kosong yang tidak berisikan angka artinya bahwa UMKM tidak melakukan aktivitas tersebut.
- Kemasan UMKM A dan UMKM B adalah kemasan kertas, UMKM C kemasan plastik mika, UMKM D kemasan dari anyaman bambu dan UMKM E kemasan plastik *standing pouch*.

Pengukuran energi, emisi dan limbah cair yang dihasilkan dapat menunjukkan besaran kontribusi proses produksi wajik salak terhadap dampak lingkungan. Perhitungan emisi pada penelitian ini berdasarkan *Intergovernmental Control Panel of*

Climate Change (IPCC, 2006) rumus perhitungan emisi dari pembakaran adalah sebagai berikut :

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{Konsumsi BB} \times \text{FE} \times \text{NCV}$$

Keterangan :

Konsumsi Bahan Bakar = Konsumsi Bahan Bakar (kg/Tahun).

FE = Faktor Emisi Bahan Bakar (CO_2).

NCV = Nilai *Net Calorific Value (energy content)* per unit massa atau volume bahan bakar (TJ/ton/fuel).

Tabel 2. Faktor emisi bahan bakar

Emisi	LPG ⁽¹⁾ (kg/TJ)	Kayu ⁽¹⁾ (kg/TJ)	Solar ⁽¹⁾ (kg/TJ)	Bensin ⁽¹⁾ (kg/TJ)
CO_2	63.100	112.000	74.100	69.300
CH_4	1	300	3	3
N_2O	0,1	4	0,6	0,6

Sumber: IPCC, 2006

Nilai faktor emisi dan nilai kalor bergantung pada bahan bakar yang digunakan. Berikut adalah beberapa emisi dengan faktor nilainya :

Tabel 3. Nilai kalor bahan bakar

Bahan Bakar	Nilai Kalor
Bensin ⁽³⁾	33×10^{-6} TJ/liter
Solar ⁽³⁾	36×10^{-6} TJ/liter
LPG ⁽¹⁾	47.3×10^{-6} TJ/kg
Kayu Bakar ⁽²⁾	15.6×10^{-6} TJ/kg

Sumber : ¹Boer dkk, dalam (Ririn 2021),

²(IPCC 2006), ³(KLH 2012)

3.3 Analisis Dampak Lingkungan

Analisis dampak lingkungan merupakan tahapan untuk menentukan potensi dampak lingkungan yang ditimbulkan sesuai dengan emisi yang dihasilkan. Metode penilaian dampak yang digunakan adalah CML IA-baseline. Penentuan kategori dampak lingkungan berdasarkan persyaratan dalam Permen LHK 01/2021 atau sesuai dengan PCR yang berlaku atau sesuai dengan kesepakatan Asosiasi, berikut adalah kategori dampak yang wajib dikaji diantaranya *global warming potential*, *eutrophication potential*, *acidification potential*, *ozone depleting potential*, dan *cumulative energi demand*.

Tahap klasifikasi dan karakterisasi dari masing-masing kategori dampak dihitung dan dianalisis menggunakan *software openLCA 1.11.0* dengan dukungan database *agribalyse v301*.

Berdasarkan penentuan kategori dampak tersebut, berikut penilaian dampak lingkungan dari setiap tahapan proses produksi wajik salak pada masing-masing UMKM :

1) UMKM A

Tabel 4 berikut adalah karakterisasi dampak 1 kilogram wajik salak terkemas pada UMKM A. Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai karakterisasi dampak dari seluruh tahapan proses produksi yang dianalisis, tahap perkebunan memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan tahap lainnya terhadap potensi dampak yang ditimbulkan. Hal tersebut dapat terjadi karena berdasarkan empat tahapan proses yang dianalisis,

Tabel 4 Karakterisasi dampak 1 kilogram wajik salak terkemas pada UMKM A

Kategori Dampak	Perkebunan	Proses Manufaktur	Packaging	Distribusi	Total	Satuan
GWP	4,9563	1,0430	$1,69 \times 10^{-3}$	1,1541	7,1553	Kg CO_2 eq
Eutrofikasi	$9,38 \times 10^{-3}$	$2,76 \times 10^{-3}$	$7,32 \times 10^{-6}$	$1,41 \times 10^{-3}$	$1,36 \times 10^{-2}$	Kg PO_4^{3-} eq
Asidifikasi	$3,82 \times 10^{-2}$	$5,72 \times 10^{-3}$	$1,07 \times 10^{-5}$	$4,71 \times 10^{-3}$	$4,87 \times 10^{-2}$	Kg SO_2 eq
ODP	$8,15 \times 10^{-7}$	$1,19 \times 10^{-7}$	$2,07 \times 10^{-10}$	$2,04 \times 10^{-7}$	$1,14 \times 10^{-6}$	Kg CFC-11 eq

data penggunaan pupuk kandang (kotoran sapi) pada tahap perkebunan memiliki jumlah yang cukup besar dibandingkan dengan jumlah atau nilai input pada tahap lainnya sehingga dapat mempengaruhi nilai emisi yang dihasilkan terhadap penilaian kategori dampak lingkungan.

2) UMKM B

Tabel 5 berikut adalah karakterisasi dampak 1 kilogram wajik salak terkemas pada UMKM B. Berdasarkan Tabel 5 nilai karakterisasi dari seluruh tahapan yang dianalisis pada UMKM B didominasi oleh tahap perkebunan. Hal tersebut dapat terjadi karena di tahap perkebunan terhadap tiga jenis input data (bahan bakar solar, bensin dan pupuk kandang), dimana input data untuk penggunaan pupuk kandang memiliki jumlah yang cukup besar sehingga hal itu menjadi kontribusi terbesar terhadap dampak lingkungan yang dihasilkan. Kemudian dari seluruh kategori dampak yang diamati pada UMKM B, dampak GWB memiliki nilai yang tinggi terhadap potensi dampak lingkungan dibandingkan dengan kategori dampak lainnya.

3) UMKM C

Tabel 6 berikut adalah karakterisasi dampak 1 kilogram wajik salak terkemas pada UMKM C. Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui bahwa nilai dampak terbesar terdapat pada GWP yaitu dengan nilai 3,3132 Kg CO_2 eq di tahap proses manufaktur. Kemudian untuk kategori dampak eutrofikasi, asidifikasi, penipisan ozon dan penggunaan energi sepenuhnya didominasi oleh tahap perkebunan. Nilai dampak GWP pada tahap manufaktur tersebut didominasi oleh input data dari penggunaan bahan tambahan (gula) untuk memproduksi wajik salak.

4) UMKM D

Tabel 7 berikut adalah karakterisasi dampak 1 kilogram wajik salak terkemas pada UMKM D. Dari hasil perhitungan pada Tabel 7 dampak GWP, asidifikasi, ODP dan CED didominasi oleh tahap perkebunan. Kemudian untuk dampak eutrofikasi didominasi oleh proses manufaktur. Kontribusi terbesar terhadap dampak eutrofikasi pada tahap manufaktur tersebut disebabkan oleh penggunaan bahan tambahan (gula) untuk memproduksi wajik salak.

5) UMKM E

Tabel 8 berikut adalah karakterisasi dampak 1 kilogram wajik salak terkemas pada UMKM E. Berdasarkan pada Tabel 8 dampak terbesar seluruhnya terdapat pada tahap perkebunan. Hal tersebut disebabkan oleh penggunaan pupuk diperkebunan dalam jumlah yang besar sehingga berpengaruh pada emisi yang dihasilkan dan dampak lingkungan yang ditimbulkan.

CED	65,6960	15,9980	0,0166	17,0260	98,7367	MJ
-----	---------	---------	--------	---------	---------	----

Sumber : Perhitungan software OpenLCA 2022

Tabel 5 Karakterisasi dampak 1 kilogram wajik salak terkemas pada UMKM B

Kategori Dampak	Perkebunan	Proses Manufaktur	Packaging	Distribusi	Total	Satuan
GWP	5,5742	0,9072	0,0021	0,0748	6,5582	Kg CO ₂ eq
Eutrofikasi	$1,05 \times 10^{-2}$	$5,72 \times 10^{-3}$	$9,10 \times 10^{-6}$	$9,16 \times 10^{-5}$	0,0164	Kg PO ₄ ³⁻ eq
Asidifikasi	$4,30 \times 10^{-2}$	$8,78 \times 10^{-3}$	$1,33 \times 10^{-5}$	$3,10 \times 10^{-4}$	0,0521	Kg SO ₂ eq
ODP	$9,17 \times 10^{-7}$	$7,10 \times 10^{-8}$	$2,57 \times 10^{-10}$	$1,32 \times 10^{-8}$	$1,00 \times 10^{-6}$	Kg CFC-11 eq
CED	73,887	6,4968	$2,07 \times 10^{-2}$	1,103	81,508	MJ

Sumber : Perhitungan software OpenLCA 2022

Tabel 6 Karakterisasi dampak 1 kilogram wajik salak terkemas pada UMKM C

Kategori Dampak	Perkebunan	Proses Manufaktur	Packaging	Distribusi	Total	Satuan
GWP	2,6560	3,3132	0,10009	0,02266	6,37026	Kg CO ₂ eq
Eutrofikasi	$5,55 \times 10^{-3}$	$4,93 \times 10^{-3}$	10×10^{-4}	$2,77 \times 10^{-5}$	$1,06 \times 10^{-2}$	Kg PO ₄ ³⁻ eq
Asidifikasi	$2,26 \times 10^{-2}$	$7,67 \times 10^{-3}$	$3,70 \times 10^{-4}$	$9,25 \times 10^{-5}$	$3,07 \times 10^{-2}$	Kg SO ₂ eq
ODP	$4,81 \times 10^{-7}$	$6,02 \times 10^{-8}$	$6,46 \times 10^{-10}$	$4,0 \times 10^{-9}$	$5,47 \times 10^{-7}$	Kg CFC-11 eq
CED	38,7734	5,7049	1,3202	0,3342	46,2645	MJ

Sumber : Perhitungan software OpenLCA 2022

Tabel 7 Karakterisasi dampak 1 kilogram wajik salak terkemas pada UMKM D

Kategori Dampak	Perkebunan	Proses Manufaktur	Packaging	Distribusi	Total	Satuan
GWP	5,4966	2,7814	0,0752	0,1556	8,5088	Kg CO ₂ eq
Eutrofikasi	$1,04 \times 10^{-2}$	$2,72 \times 10^{-2}$	$5,90 \times 10^{-4}$	$1,90 \times 10^{-4}$	$1,75 \times 10^{-2}$	Kg PO ₄ ³⁻ eq
Asidifikasi	$4,24 \times 10^{-2}$	$9,82 \times 10^{-3}$	$8,50 \times 10^{-4}$	$6,40 \times 10^{-4}$	$5,37 \times 10^{-2}$	Kg SO ₂ eq
ODP	$9,04 \times 10^{-7}$	$1,07 \times 10^{-7}$	$1,00 \times 10^{-8}$	$2,75 \times 10^{-8}$	$1,05 \times 10^{-6}$	Kg CFC-11 eq
CED	72,8828	9,6292	0,6229	2,2952	85,4301	MJ

Sumber : Perhitungan software OpenLCA 2022

Tabel 8 Karakterisasi dampak 1 kilogram wajik salak terkemas pada UMKM E

Kategori Dampak	Perkebunan	Proses Manufaktur	Packaging	Distribusi	Total	Satuan
GWP	9,6149	1,0636	0,3390	0,0809	11,0985	Kg CO ₂ eq
Eutrofikasi	$1,82 \times 10^{-2}$	$6,06 \times 10^{-3}$	$3,5 \times 10^{-4}$	$9,93 \times 10^{-5}$	$2,47 \times 10^{-2}$	Kg PO ₄ ³⁻ eq
Asidifikasi	$7,42 \times 10^{-2}$	$9,15 \times 10^{-3}$	$1,25 \times 10^{-3}$	33×10^{-4}	$8,49 \times 10^{-2}$	Kg SO ₂ eq
ODP	$1,58 \times 10^{-6}$	$9,95 \times 10^{-8}$	$2,19 \times 10^{-9}$	$1,43 \times 10^{-8}$	$1,70 \times 10^{-6}$	Kg CFC-11 eq
CED	127,4608	8,8578	4,4720	1,1944	141,9850	MJ

Sumber : Perhitungan software OpenLCA 2022

3.4 Ringkasan penilaian dampak pada lima UMKM

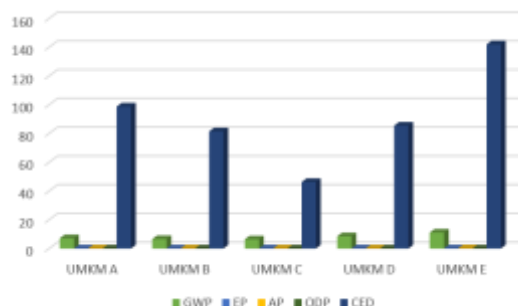
Pada Gambar 3 berikut dapat diketahui bahwa dari seluruh penilaian dampak yang dikaji antara UMKM wajik salak modern (UMKM A, UMKM B) dan UMKM wajik salak tradisional (UMKM C, UMKM D dan UMKM E), bahwa UMKM wajik salak tradisional memiliki nilai yang lebih besar terhadap potensi dampak lingkungan yang dihasilkan tepatnya pada UMKM E.

Dari hasil analisis perhitungan yang dilakukan menggunakan perangkat lunak OpenLCA 1.11.0 bahwa UMKM E memiliki nilai potensi dampak lingkungan yang lebih besar dibandingkan dengan UMKM lainnya, hal tersebut dapat terjadi karena nilai dampak yang dihasilkan pada UMKM E dipengaruhi oleh luas lahan yang cukup besar dan penggunaan pupuk yang cukup banyak namun produktivitas pembuatan produk wajik salak rendah, sehingga nilai pembagi yang kecil tersebut menimbulkan penilaian kategori dampak

lingkungan yang dihasilkan lebih besar yaitu 9,6149 Kg CO₂ eq.

Berdasarkan hasil penelitian Pingkan Pangestu P dkk, pada tahun 2019 yang menganalisis tahap perkebunan, tahap transportasi hingga produk jadi garam kina yang menggunakan data tahun 2013-2016 dengan unit fungsi 1 ton garam kina didapatkan hasil bahwa tahap perkebunan memberikan kontribusi terbesar untuk kategori potensi dampak GWP di tahun 2013 dimana kontribusi tersebut berasal dari penggunaan pupuk NPK, ZA dan Urea dengan kategori polutan dari N₂O yaitu 4,0166 Kg CO₂ eq. Jenis pupuk yang digunakan untuk tahap perkebunan pada daur hidup produk wajik salak berasal dari pupuk kandang (kotoran sapi) berbeda dengan jenis pupuk dari perkebunan teh, sehingga pemilihan penggunaan jenis pupuk dan berat pupuk akan mempengaruhi nilai emisi yang dihasilkan dan berpengaruh pada nilai dampak yang ditimbulkan. Selanjutnya input data tahap perkebunan pada penelitian produk garam kina terdiri dari (solar kebun, solar BU-sil, listrik, NPK, ZA dan Urea)

sedangkan pada produksi wajik salak input data tahap perkebunan meliputi (solar, bensin dan pupuk) yang mana input data dari pupuk memiliki jumlah nilai yang besar, maka dapat disimpulkan bahwa input perbandingan nilai dampak dari pupuk yang ditimbulkan pada penelitian garam kina memiliki nilai yang lebih rendah sebab jumlah input data ditahap perkebunan lebih banyak sehingga kontribusi penyumbanganya terdiri dari beberapa input data tersebut.



Gambar 3. Ringkasan dampak 5 UMKM

Dari penjelasan diatas maka nilai *hotspot* (kontribusi terbesar) terhadap objek yang dikaji terdapat pada UMKM E yaitu dalam kategori UMKM wajik salak tradisional. Berikut adalah penjelasan mengenai analisis kategori dampak lingkungan yang ditimbulkan berdasarkan *hotspot* (kontribusi terbesar) di UMKM E:

a) Global Warming Potential (GWP)

Pemanasan global adalah peningkatan suhu di bumi yang diakibatkan terperangkapnya panas atau radiasi matahari oleh gas rumah kaca sehingga tidak dapat terlepas ke atmosfer. Gas emisi yang menyebabkan dampak GWP yaitu karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O), (Pedoman Penyusunan Laporan Penilaian Daur Hidup KLHK, 2021). Berdasarkan analisis yang telah dilakukan potensi penyebab dampak GWP didominasi oleh karbon dioksida fosil yang dihasilkan dari penggunaan pupuk kandang pada tahap perkebunan.

b) Eutrofikasi

Eutrofikasi merupakan dampak terhadap ekosistem perairan yang dipengaruhi oleh materi makro nutrisi berupa nitrogen, fosfat dan parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD), (Pedoman Penyusunan Laporan Penilaian Daur Hidup KLHK, 2021).. Berdasarkan analisis dampak menggunakan metode penilaian dampak dari CML IA baseline, kontribusi terbesar yang berpotensi menyebabkan dampak eutrofikasi didominasi oleh ammonia dari penggunaan pupuk untuk pemupukan diperkebunan.

c) Asidifikasi

Asidifikasi merupakan proses dimana gas asam seperti sulfur dioksida (SO_2) bereaksi dengan air yang ada di atmosfer kemudian membentuk hujan asam. Gas yang menimbulkan asidifikasi diantaranya ammonia (NH_3), nitrogen oksida (NO_x) dan sulfur oksida (SO_x), (GreenDelta, 2016).

Berdasarkan analisis perhitungan bahwa kontribusi terbesar dampak asidifikasi pada UMKM E disebabkan oleh ammonia pada penggunaan pupuk kandang (kotoran sapi) di tahap perkebunan.

d) Ozone Depleting Potential (ODP)

Penipisan ozon disebut juga lubang ozon yaitu berkurangnya kadar ozon pada lapisan stratosfer karena pembentukan bahan kimia reaktif akibat reaksi dengan sinar matahari dengan bahan pencemar seperti metana (CH_4), nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO), dan sulfur dioksida (SO_2), (Pedoman Penyusunan Laporan Penilaian Daur Hidup KLHK, 2021). Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan bahwa kontribusi terbesar terhadap potensi dampak ODP disebabkan oleh penggunaan pupuk kandang pada tahap perkebunan.

e) Penggunaan energi (*Cumulative Energy Demand*)

Cumulative Energy Demand merupakan jumlah energi yang dibutuhkan pada satu siklus daur hidup untuk menghasilkan suatu produk baik yang bersifat langsung maupun tidak langsung, (Pedoman Penyusunan Laporan Penilaian Daur Hidup KLHK, 2021). Penilaian pada penggunaan energi ini mengacu pada kategori *non-renewable-fossil*. Dari hasil penilaian dampak yang telah dilakukan, kontribusi terbesar dari *Cumulative Energy Demand* terdapat pada tahap perkebunan dari input penggunaan pupuk.

3.5 Keterbatasan Hasil LCIA Relatif Terhadap Tujuan dan Lingkup LCA

Hasil LCIA terhadap tujuan lingkup LCA pada penelitian ini sudah cukup memadai dikarenakan kajian LCA yang dilakukan menggunakan database dari *agribalyse v301* yang mana databasenya cukup terbaru dengan beberapa *background* data diantaranya; ACYVIA, AGRIBALYSE, EcoSpold, Ecoinvent, dll. Kajian LCA wajik salak memiliki keterbatasan pada input data untuk bahan baku jenis buah salak, karena jenis buah salak belum ada didalam database sehingga pengimputan data dilakukan tanpa menggunakan database.

3.6 Analisa Keterkaitan LCIA dengan Hasil LCI

Hubungan antara data inventori dengan hasil penilaian software OpenLCA 1.11.0 pada empat kategori dampak lingkungan (GWP, EP, AP dan ODP) memiliki hubungan yang linier, artinya nilai setiap kategori dampak yang dikaji dari tahap LCIA yang dilakukan menunjukkan peningkatan nilai seiring dengan peningkatan data masukan dan keluaran pada inventaris LCI.

3.7 Interpretasi

1) Identifikasi Isu Penting

Identifikasi isu penting mengacu pada kontribusi nilai terbesar yang mendominasi terhadap semua kategori dampak lingkungan

Tabel 9 Kontribusi penting dari daur hidup produk wajik salak pada 5 UMKM

Kategori Dampak	UMKM A	UMKM B	UMKM C	UMKM D	UMKM E	Satuan
GWP	7,1553	6,5582	6,3703	8,5088	11,0985	Kg CO ₂ eq
EP	$1,36 \times 10^{-2}$	$1,64 \times 10^{-2}$	$1,06 \times 10^{-2}$	$1,75 \times 10^{-2}$	$2,47 \times 10^{-2}$	Kg PO ₄ ³⁻ eq
AP	$4,87 \times 10^{-2}$	$5,21 \times 10^{-2}$	$3,07 \times 10^{-2}$	$5,37 \times 10^{-2}$	$8,49 \times 10^{-2}$	Kg SO ₂ eq
ODP	$1,14 \times 10^{-6}$	$1,00 \times 10^{-6}$	$5,47 \times 10^{-7}$	$1,05 \times 10^{-6}$	$1,70 \times 10^{-6}$	Kg CFC-11 eq
CED	98,7367	81,508	46,2645	85,4301	141,9850	MJ

Sumber : Perhitungan software OpenLCA 2022

Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui bahwa proses produksi wajik salak memberikan kontribusi terhadap dampak lingkungan. Kemudian secara umum UMKM wajik salak tradisional memiliki kontribusi yang lebih besar terhadap potensi dampak lingkungan terutama pada kategori dampak GWP (*Global Warming Potential*) pada UMKM E yaitu dengan nilai 11,0985 kg CO₂ eq. Inventori yang mendominasi terhadap 80% terhadap dampak GWP (*Global Warming Potential*) adalah tahap perkebunan yang disebabkan oleh penggunaan pupuk pada kebun salak.

2) Evaluasi Pemeriksaan Kelengkapan

Data yang digunakan dalam perhitungan software openLCA ini menggunakan data primer. Untuk kelengkapan datanya, bahwa semua data

sudah relevan atau sesuai dalam sistem kajian yang digunakan dalam perhitungan di software OpenLCA yaitu terdapat 14 database.

3) Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk menetapkan tingkat reliabilitas sebuah pengukuran dan untuk validasi model – model teoritis dan simulasi. Perbandingan antara skenario alternatif dengan nilai asli dilakukan untuk memeriksa keakuratan data atau hasil yang didapatkan. Tabel 10 berikut adalah analisa sensitivitas yang dilakukan berdasarkan nilai hotspot pada UMKM E dari tahap perkebunan untuk penggunaan pupuk sehingga dilakukan skenario alternatif penggantian pupuk dengan menggunakan pupuk urea.

Tabel 10 Perbandingan hasil LCA dengan skenario pada UMKM E

No	Kategori	Indikator	Hasil LCA awal	Hasil LCA skenario
1	GWP	Kg CO ₂ eq	11,0985	2,3823
2	EP	Kg PO ₄ ³⁻ eq	$2,47 \times 10^{-2}$	$9,4 \times 10^{-3}$
3	AP	Kg SO ₂ eq	$8,49 \times 10^{-2}$	$2,22 \times 10^{-2}$
4	ODP	Kg CFC-11eq	$1,70 \times 10^{-6}$	$1,18 \times 10^{-7}$
5	CED	MJeq	141,9850	14,7434

Sumber : Perhitungan software OpenLCA 2022

Dari hasil analisis sensitivitas pada Tabel 10 maka dapat diketahui bahwa hasil dampak lingkungan yang ditimbulkan antara hasil awal dengan hasil menggunakan skenario pergantian jenis pupuk kandang (kotoran sapi) ke urea dapat menurunkan nilai dampak yang ditimbulkan, sehingga nilai dari dampak GWP menjadi 2,3823 kg CO₂eq dari 11,0985 kg CO₂eq atau mengalami penurunan sekitar 78,53%. Selain dampak GWP hasil dari dampak AP, EP, ODP, dan CED juga mengalami penurunan, hal tersebut dapat disimpulkan dengan skenario yang dibuat atau dilakukan dapat mempengaruhi dampak yang signifikan.

Tabel 11 Data acuan pemeriksaan ketidakpastian pada UMKM E

Kategori dampak	Satuan	Rata-rata	Nilai Deviasi	Minimum	Maximum
GWP	Kg CO ₂ eq	11,153	0,638	10,149	12,126
EP	Kg PO ₄ ³⁻ eq	$2,5 \times 10^{-2}$	$2,8 \times 10^{-3}$	$2,1 \times 10^{-2}$	$3,1 \times 10^{-2}$
AP	Kg SO ₂ eq	$8,6 \times 10^{-2}$	$1,1 \times 10^{-2}$	$7,1 \times 10^{-2}$	0,107
ODP	Kg CFC-11eq	$1,7 \times 10^{-6}$	$1,4 \times 10^{-7}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$1,9 \times 10^{-6}$
CED	MJeq	$1,4 \times 10^{-2}$	10,337	$1,3 \times 10^2$	$1,6 \times 10^{-2}$

Sumber: Perhitungan software OpenLCA 2022

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada tahap perkebunan antara UMKM wajik salak modern dan UMKM wajik salak tradisional, nilai dampak terbesar didominasi oleh *Global Warming Potential* (GWP)

tepatnya pada UMKM E dalam kategori UMKM wajik salak tradisional yaitu dengan nilai 11,0985 Kg CO₂ eq. *Hotspot* atau nilai kontribusi terbesar dari seluruh tahapan yang dianalisis terdapat pada UMKM wajik salak tradisional yang didominasi oleh kategori dampak *Global Warming Potential*

(GWP) yaitu pada subsistem 1 (tahap perkebunan). Kemudian dari tiga jenis kemasan yang dianalisis terhadap empat kategori dampak lingkungan pada lima UMKM didapatkan kesimpulan bahwa dampak GWP didominasi oleh kemasan plastik pada UMKM E dengan nilai 0,339 Kg CO₂ eq, dampak eutrofikasi didominasi oleh kemasan anyaman bambu pada UMKM D 5,9x10⁻⁴ Kg PO₄³⁻ eq, kemudian dampak asidifikasi didominasi oleh kemasan plastic pada UMKM E 1,25x10⁻³ Kg SO₂ eq dan dampak ODP didominasi oleh jenis kemasan dari anyaman bamboo pada UMKM D dengan nilai 1x10⁻⁸ Kg CFC-11 eq. Maka dapat disimpulkan bahwa jenis kemasan yang digunakan pada UMKM tradisional memiliki nilai potensi dampak lingkungan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis kemasan yang digunakan pada UMKM modern. Selanjutnya dari seluruh tahapan proses produksi wajik salak secara umum UMKM wajik salak tradisional memiliki nilai kontribusi yang lebih besar terhadap potensi dampak lingkungan dibandingkan dengan UMKM wajik salak modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayu Sukmanaa, Isti Surjandarib, Muryantoc, Arief Ameir Rahman Setiawanc, dan Edi Iswanto Wilosoc, 2019. *Global Warming Impacts Study on Tofu Products in Mampang Prapatan Small and Medium Enterprises with Life Cycle Assessment Methods*. IJoLCAS 3, 2 (2019).
- Greendelta, 2016. LCIA methods Impact assessment methods in Life Cycle Assessment and their impact categories
- IPCC. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 3: Mobile Combustion.
- Kriteria Baru Proper: Penilaian Daur Hidup/ *Life Cycle Assessment* (LCA). https://www.menlhk.go.id/site/single_post/1110
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Pejabat Pengelola Informasi dan Dokumentasi dengan Nomor: SP.275/HUMAS/PP/HMS.3/08/2021.
- Kementerian Lingkungan Hidup, 2012. Pedoman penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional; Pedoman Umum. Jakarta; Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Michael Z. Hauschild, Ralph K. Rosenbaum, Stig Irving Olsen, 2018. *Life Cycle Assessment - Theory and Practice*
- Nationally Determined Contribution (NDC) PERTAMA REPUBLIK INDONESIA. http://ditjenppi.menlhk.go.id/reddplus/images/resources/ndc/terjemahan_NDC.pdf
- Pedoman Penyusunan Laporan Penilaian Daur Hidup (LCA) Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan September, 2021
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2021 Tentang Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Pinkin Pangestu Parameswari, Moh. Yani, dan Andes Ismayana 2019). *Penilaian Daur Hidup (Life Cycle Assesment) Produk Kina Di PT Sinkona Indonesia Lestari*. Jurnal Ilmu Lingkungan, Volume 17 Issue2(2019) :351-358 ISSN 1829-8907
- Potret UMKM Indonesia: Si Kecil yang Berperan Besar. <https://www.ukmindonesia.id/baca-artikel/62>
- Putra Fisabilillah L dkk, 2019. Penerapan *Life Cycle Assessment* pada industri minyak nilam di Kabupaten Aceh Jaya. Jurnal Ilmiah Mahasiswa pertanian Volume 4, Nomor 1, Februari 2019. www.jim.unsyiah.ac.id/JFP.
- Ririn, 2021. *Life Cycle Assesment* (LCA) dan *Life Cycle Cost* (LCC) Pada Industri Gula Semut Di Desa Hargorejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo. Skripsi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Petanian, Universitas Gadjah Mada.
- Standar Nasional Indonesia ISO LCA 14040:2016 (Buku Pedoman SNI LCA).
- United Nations Environment Programme, 2009. *Guidelines for Sosial Life Cycle Assessment of Product*.