

Life Cycle Assessment (LCA) Analysis to Control Waste in Chicken Intestinal Chips to Realise Green Manufacturing **[Analisis Life Cycle Assessment (LCA) Untuk Mengendalikan Waste pada kripik usus ayam untuk Mewujudkan Green Manufacturing]**

Fandy Setyawan¹⁾, Atikha Sidhi Cahyana^{*,2)}

¹⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

^{*)} Email Penulis Korespondensi: atikhasidhi@umsida.ac.id

Abstract. *UD Dua Cahaya is a production house that functions as a producer of chicken intestine chips snacks. The problem faced is waste, waste produced from the washing process to packaging, waste in the form of waste water from washing, waste from frying, and flour from dough. Apart from waste, the process of producing intestinal chips has an impact, namely during frying. So the aim of the research is to calculate the impact value produced; identify the processes that produce the greatest environmental impact; also provide suggestions for improvements because the producer has never carried out calculations regarding the impacts caused. The Life Cycle Assessment (LCA) method was chosen to analyze the environmental impacts that occur due to an industry in the product manufacturing process in order to support the green manufacturing concept. The results of this study are the environmental impact of the eutrophication category of 190.65 Tonnes PO_4^{3-eq} , acidification of 0.002393 Tonnes SO_2-eq . The largest emission in the frying process in the greenhouse gas category is 105.66 Tonnes CO_2-eq . The recommended proposal is to replace wood fuel with gas fuel.*

Keywords – Green Manufacturing; Chicken Intestine Chips; Life Cycle Assesment (LCA); Waste.

Abstrak. *UD Dua Cahaya merupakan suatu rumah produksi yang difungsikan sebagai produsen makanan ringan kripik usus ayam. Permasalahan yang dihadapi adalah waste, waste yang dihasilkan mulai dari proses pencucian sampai pengemasan, waste berupa air limbah bekas cucian, limbah bekas penggorengan, dan tepung bekas adonan. Selain waste, proses produksi kripik usus mengeluarkan dampak yaitu pada saat penggorengan. Sehingga tujuan penelitian adalah menghitung nilai dampak yang dihasilkan; mengetahui proses yang menghasilkan dampak lingkungan paling besar; memberikan usulan perbaikan dikarenakan pihak produsen belum pernah melakukan perhitungan terkait dampak yang ditimbulkan. Metode Life Cycle Assesment (LCA) dipilih untuk menganalisa dampak lingkungan yang terjadi akibat suatu industri dalam berlangsungnya proses pembuatan produk demi menunjang konsep green manufacturing. Hasil penelitian ini adalah dampak lingkungan kategori eutrophikasi sebesar 190,65 Ton PO_4^{3-eq} , asidifikasi sebesar 0,002393 Ton SO_2-eq . Emisi terbesar pada proses penggorengan kategori gas rumah kaca sebesar 105,66 Ton CO_2-eq . Usulan yang direkomendasikan yaitu mengganti bahan bakar kayu dengan bahan bakar gas.*

Kata Kunci – Green Manufacturing; Kripik Usus Ayam; Life Cycle Assesment (LCA); Waste.

I. PENDAHULUAN

Industri rumah tangga UD. Dua Cahaya merupakan produsen makanan ringan, dalam proses produksinya menghasilkan olahan dari usus ayam yang menghasilkan kripik usus ayam. Terdapat beberapa urutan proses dalam pembuatan kripik usus ayam diantaranya proses pembersihan bahan utama usus ayam, pemberian bumbu dan marinasi usus ayam, pencampuran adonan tepung, penggorengan adonan, pengemasan. Pada proses produksinya sangat mungkin menghasilkan bahan yang tidak terpakai lagi, atau yang biasa disebut limbah. Limbah tersebut perlu diperhatikan dan dikendalikan supaya menekan dampak lingkungan yang ditimbulkan[1].

Ditinjau dari jumlah produksi sebagaimana kapasitas yang dimiliki UD Dua Cahaya sebesar 400 kg bahan mentah usus ayam dalam sehari. Untuk menunjang proses produksinya dalam sehari dibutuhkan setidaknya 128 kg minyak, 180 kg tepung, 1 mobil bak terbuka kayu bakar atau sekitar 8 m³, dan juga sekurang – kurangnya 200 liter air bersih. Waste yang dihasilkan dalam sehari dilihat dari persentasenya yaitu pada proses pencucian usus ayam didapatkan 90% air limbah bekas cuci, pada proses pencampuran bahan didapat 4% tepung bekas, pada proses penggorengan didapat emisi gas buang yang dihasilkan dari penggunaan kayu bakar.

Dalam menjaga kualitas makanan UD. Dua Cahaya melakukan beberapa tahapan pengecekan kualitas dari bahan utama usus ayam hingga menjadi makanan siap konsumsi. Dari hasil observasi didapatkan *waste* pada setiap proses

diataranya sampah dari proses pencucian bahan baku, proses pencampuran bahan, proses penggorengan, hingga proses pengemasan. Disebutkan bahwa analisa perhitungan dapat diketahui bahwa dampak lingkungan industri gula dapat diklasifikasikan yaitu gas rumah kaca, *asidifikasi*, dan *eutrofikasi*. Sedangkan pada penelitian ini diketahui klasifikasi dampak lingkungan yang timbul yaitu gas rumah kaca dalam polusi udara, pembuangan air bekas cucian ke tanah sebagai pencemaran air, serta polutan yang timbul[2].

Dalam pengaplikasiannya penelitian ini mengidentifikasi dampak lingkungan dengan menerapkan *Life Cycle Assesment* (LCA), merupakan metode yang sering digunakan dalam mengidentifikasi dan menganalisis dampak – dampak lingkungan[3]. *Life cycle assesment* (LCA) dapat diartikan sebagai suatu metode yang digunakan dalam menganalisa kehidupan siklus produk yang berupa penghematan energi, efisiensi penggunaan sumber daya, serta pengurangan emisi gas rumah kaca, audit lingkungan dan global. Dalam pengaplikasian perhitungan *Life Cycle Assesment* (LCA) membutuhkan beberapa kriteria sebagai penentuan prioritas dan alternatif selama perbaikan lingkungan. [4].

Mengenai *green manufacturing* khususnya di Indonesia, belum banyak yang dilakukan terutama terkait bagaimana meningkatkan pengetahuan seluruh kelompok industri mengenai ramah lingkungan serta standar maupun peraturan lingkungan hidup yang ada sehingga dapat diterapkan secara maksimal. Pada suatu penelitian menyebutkan bahwa kurangnya pengetahuan terhadap skema ramah lingkungan menjadi hambatan dalam implementasi *green manufacturing* terutama untuk industri kecil dan menengah. Anggapan bahwa diterapkannya *green manufacturing* tidak berpengaruh langsung bagi perusahaan namun hanya akan membebani biaya produksi[5]. Ditinjau dari hasil penelitiannya menjelaskan bahwa penerapan *green manufacturing* yang diterapkan pada perusahaan, terdapat beberapa kriteria sebagai *objectife* dalam menerapkan *green manufacturing* diantaranya waktu optimal produksi, waktu optimal penerbitan bahan baku, persentase bahan – bahan berbahaya, waktu optimal merilis produk, dan persentase produk *defect*[6]. Konsep *green manufacturing* memiliki tujuan untuk meminimalisir timbulnya limbah yang berdampak langsung terhadap lingkungan dan makhluk hidup disekitarnya. Terdapat beberapa faktor yang menunjang sesuai dengan tingkat *urgency* yang ditetapkan suatu perusahaan, setelah tingkatan *urgency*-nya telah dibuat maka perusahaan mampu melakukan sosialisasi terhadap beberapa faktor yang ditemukan untuk menunjang keberlangsungan konsep ramah lingkungan tersebut[7].

Sehingga tujuan penelitian adalah menghitung nilai dampak yang dihasilkan dan juga memberikan usulan perbaikan dikarenakan pihak produsen belum pernah melakukan perhitungan terkait dampak yang ditimbulkan, dengan diketahuinya angka dampak lingkungan pada setiap prosesnya maka pihak produsen mampu mengambil keputusan lanjutan terhadap proses yang memiliki dampak paling besar terhadap pencemaran lingkungan. Dengan adanya penelitian ini juga dapat bermanfaat bagi masyarakat secara umum dan juga terhadap UMKM secara khusus.

A. Produk Keripik Usus Ayam

Keripik usus merupakan makanan ringan dengan bahan utama yaitu usus ayam yang dipadukan dengan berbagai bumbu sehingga menghasilkan makanan ringan yang bertekstur kering dan gurih. Selain itu digunakannya usus ayam dikarenakan adanya kandungan protein dan zat besi didalamnya, kandungan besi tersebut bermanfaat untuk mencegah anemia. Usus ayam mengandung banyak nutrisi. Jumlah protein dalam usus ayam mencapai 22,93%. Oleh karena itu, usus ayam dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan yang baik kesehatan dengan gizi yang cukup[8].

Beberapa tahapan yang diperlukan sebagai proses pembuatan keripik usus ayam diantaranya proses pencucian, proses pemanggangan, proses pemanggangan dan proses pengemasan. Usus ayam yang melalui proses penggorengan hingga menjadi keripik merupakan makanan khas dan dapat membuatnya lebih menarik ketika dikonsumsi serta dengan tambahan taburan bumbu dapat meningkatkan harga jualnya. Keripik ini mudah ditemukan dan sering dijual di toko kelontong, pasar tradisional hingga supermarket[8].

Berikut merupakan limbah – limbah yang dihasilkan pada proses pembuatan keripik usus ayam, yaitu : (a). Pencucian, pada proses pencucian ini, bahan baku usus ayam akan dibersihkan menggunakan air mengalir. Sebenarnya usus ayam yang akan diolah tersebut sudah direbus oleh pihak pemotongan ayam, sehingga tujuan dari proses ini adalah untuk menghilangkan sisa kotoran ayam yang terjebak dalam usus ayam. Limbah yang dihasilkan dari proses ini yaitu limbah air cucian. (b). Pembumbuan, pada proses pembumbuan ini, usus ayam yang sudah bersih akan dicampur dengan tepung. Tepung yang dimaksud adalah tepung yang sebelumnya sudah dibumbui dengan berbagai penyedap rasa. Limbah yang dihasilkan dari proses ini yaitu tepung bekas pembumbuan. Namun untuk limbah tersebut tidak mencemari lingkungan dikarenakan limbah tersebut dijual kepada pengepul tepung bekas sebagai pakan ternak. (c). Penggorengan, pada proses penggorengan ini, usus ayam yang sudah dibumbui akan digoreng dengan minyak yang sudah panas. Pada dasarnya minyak yang digunakan adalah minyak baru, Limbah yang dihasilkan dari proses ini yaitu minyak bekas penggorengan. Namun limbah minyak tersebut sudah diatasi dengan menjualnya kepada pengepul minyak bekas. Namun pada penelitian ini polutan hasil pembakaran kayu akan menjadi fokus dalam perhitungan emisinya. (d). Pengemasan, pada proses pengemasan ini, usus ayam yang sudah matang akan dikemas menggunakan plastik. Plastik yang digunakan pada proses pengemasan ini menggunakan plastik berjenis Polyethylene Terephthalate (PET) dikarenakan jenis plastik ini mampu melindungi makanan atau minuman di dalamnya. Limbah yang dihasilkan dari proses ini yaitu keripik usus ayam yang tidak layak jual seperti remukan usus ayam.

B. Green Manufacturing

Konsep *green manufacturing* bertujuan untuk mengurangi emisi dari suatu proses produksi dalam bentuk padat, cair maupun gas, yang berdampak pada manusia dan makhluk hidup lainnya melalui integrasi dan perbaikan proses produksi yang berkelanjutan[7]. *Green manufacturing* memiliki dasar yang keberlanjutan, oleh karena itu setiap bidang produksi harus memperhatikan bagaimana melestarikan sumber daya alam yang digunakan saat ini untuk menjamin ketersediaannya bagi generasi yang akan datang[5]. Manufaktur ramah lingkungan merupakan kebutuhan untuk pembangunan berkelanjutan dan keunggulan kompetitif bagi perusahaan manufaktur modern. Hal-hal penting berikut harus dipastikan saat mengatur kegiatan produksi yang ramah lingkungan [6] : (1). Barang/jasa yang dihasilkan perusahaan merupakan produk ramah lingkungan. (2). Pencegahan pencemaran lingkungan pada sumber harus dipastikan untuk melakukan proses produksi. (3). Penggunaan teknologi ramah lingkungan digunakan sebagai praktek produksi yang bersih dan ramah lingkungan. (4). Daur ulang dan *re-use* bahan bekas.

Sebagai teknik dalam menilai dampak terhadap lingkungan yang ditimbulkan suatu produk dengan cara menginventarisasi *input* dan *output*-nya, mengevaluasi dampak lingkungannya, dan menginterpretasi hasil dari fase analisis *inventory* dan penilaian dampak[9]. Konsumen saat ini semakin sadar akan pentingnya lingkungan, sehingga perusahaan yang memiliki reputasi ramah lingkungan bisa lebih diminati.

C. Life Cycle Assessment

Analisis *life cycle assessment* memiliki tujuan untuk menghitung dampak terhadap lingkungan melalui analisa inventarisasi penggunaan sumber daya, energi, air, dan lain sebagainya. Metode *life cycle assessment* diimplementasikan berdasarkan prinsip dan kerangka kerja *life cycle assessment* pada 14040:2006 dan dibagi menjadi 4 langkah yaitu, pengertian tujuan dan pengertian ruang lingkup (*goal and scope definition*), analisa persediaan (*life cycle inventory analysis*) dan analisa dampak lingkungan (*life cycle impact assessment*) dan penerapan hasil (*life cycle interpretation*)[10].

Tabel 1. Rumusan perhitungan dampak lingkungan.

Dampak Lingkungan	Perhitungan	Rumus (Emisi)	Sumber
Gas Rumah Kaca	Bahan bakar	$CO_2 = Q_F \times NK \times FE$	IPCC (2006)
	Listrik	$CO_2 = Q_L \times FE$	Putt dan Bhatia (2002)
	Pembakaran kayu	$CO_2 = Q_{PP} \times NK \times FE$	IPCC (2006)
	Limbah cair	$CH_4 = V_{LC} \times C \times FE$	IPCC (2006)
	Bahan bakar	$CH_4 = Q_F \times NK \times FE$	IPCC (2006)
	Pembakaran plastik	$CH_4 = Q_{PP} \times NK \times FE$	IPCC (2006)
	Bahan bakar	$N_2O = Q_F \times NK \times FE$	IPCC (2006)
	Serasah	$N_2O = Q_R \times NK \times FE$	IPCC (2006)

Sumber. Sumber. [11]

Berdasarkan tabel 1, setiap emisi yang dihasilkan diklarifikasikan berdasarkan kandungannya. Untuk perhitungan emisi bahan bakar dengan kadar carbon dioksida (CO_2) yaitu hasil perkalian dari konsumsi bahan bakar (Q_F), nilai kalori bersih (NK), dan nilai faktor emisi (FE). Untuk perhitungan emisi listrik dengan kadar carbon dioksida (CO_2) yaitu hasil perkalian dari konsumsi daya listrik (Q_L) dan nilai faktor emisi (FE). Untuk perhitungan emisi pembakaran kayu dengan kadar carbon dioksida (CO_2) yaitu hasil perkalian dari konsumsi kayu bakar (Q_{PP}), nilai kalori bersih (NK), dan nilai faktor emisi (FE). Untuk perhitungan emisi limbah cair dengan kadar metana (CH_4) yaitu hasil perkalian dari volume limbah cair (V_{LC}), nilai COD (C), dan nilai faktor emisi (FE). Untuk perhitungan emisi bahan bakar dengan kadar metana (CH_4) yaitu hasil perkalian dari konsumsi kayu bakar (Q_F), nilai kalori bersih (NK), dan nilai faktor emisi (FE). Untuk perhitungan emisi pembakaran plastik dengan kadar metana (CH_4) yaitu hasil perkalian dari konsumsi kayu bakar (Q_{PP}), nilai kalori bersih (NK), dan nilai faktor emisi (FE). Untuk perhitungan emisi bahan bakar dengan kadar dinitrogen oksida (N_2O) yaitu hasil perkalian dari konsumsi bahan bakar (Q_F), nilai kalori bersih

(NK), dan nilai faktor emisi (FE). Untuk perhitungan emisi serasah dengan kadar dinitrogen oksida (N_2O) yaitu hasil perkalian dari konsumsi bahan bakar (Q_F), nilai kalori bersih (NK), dan nilai faktor emisi (FE).

II. METODE

Penelitian di UD. Dua Cahaya sebagai salah satu produsen keripik usus ayam, yang bertempat di kecamatan yaitu kecamatan Wonoayu kabupaten Sidoarjo. Penelitian telah dilakukan selama lebih kurang 6 bulan dengan rincian bulan desember 2023 hingga juli 2024.

A. Pengumpulan data

Pada tahap pengumpulan data berisikan data awal yang berupa data sekunder, berisikan tentang data inventaris yang diambil secara langsung dari data bahan baku dan keluaran UD. Dua Cahaya pada tahun 2023.

Tabel 2. Data penggunaan bahan baku dan bahan penunjang tahun 2023.

No	Nama Bahan	Total Penggunaan	Satuan
1	Usus ayam	84134	Kg
2	Minyak	18846	l
3	Tepung	26502	Kg
4	Air bersih	29447	l
5	Kayu bakar	62722	Kg
6	Listrik	195	kWh

Sumber. UD. Dua Cahaya 2023.

Tabel 2 menjelaskan mengenai data inventaris pada proses produksi keripik usus ayam selama satu tahun terakhir. Bahan – bahan tersebut diantaranya usus ayam sebanyak 84.134 Kg, minyak sebanyak 18.846 liter, tepung sebanyak 26.502 Kg, kayu bakar sebanyak 62.722 Kg, dan daya listrik sebanyak 195 kWh.

B. Perhitungan *Life Cycle Assesment*

Life cycle assesment sebagai metode yang digunakan pada penelitian ini memiliki 4 langkah yang akan diterapkan sebagai acuan perhitungan pada penelitian ini, diantaranya:

Goal and scope

Tahapan ini akan menentukan modul spesifik yang akan menjadi tujuan dari penelitian, sehingga tidak muncul keambiguan dalam tujuan suatu penelitian[14]. *System boundaries* pada penelitian ini yaitu *gate to gate* dengan menjadikan proses yang menghasilkan limbah sebagai *reference flow* yang akan diteliti.

Life cycle inventory

Dalam hal ini inventarisasi data masukan atau keluaran yang berhubungan dengan sistem yang diselidiki, serta prosedur matematika untuk menentukan masukan dan keluaran yang sesuai dari sistem produk. Data tersebut meliputi penggunaan bahan baku dan energi serta limbah yang ditimbulkan dalam proses meliputi proses pencucian, proses pembumbuan, proses penggorengan, dan proses pengemasan[15]. Data inventarisasi yang digunakan yaitu data pada tabel 2 diatas.

Life cycle impact assesment

Dalam menentukan dampak dalam LCIA akan menjadi acuan untuk perhitungan penelitian ini.

Tabel 3. Acuan kategori dampak[16].

No	Kategori Dampak	Uraian
1	Gas Rumah Kaca	Gas rumah kaca dapat diartikan sebagai benteng yang menghalangi sinar matahari untuk keluar kembali ke luar bumi. Sinar matahari normalnya datang dan keluar kembali dengan dipantulkan oleh permukaan bumi itu sendiri, namun akibat

		terhalang oleh gas rumah kaca membuat sinar tersebut terperangkap dan menyebabkan meningkatnya suhu permukaan bumi.
2	<i>Asidifikasi</i>	Dapat diartikan ketika emisi sulfur dioksida dan nitrogen oksida bereaksi di atmosfer dengan air, oksigen, dan oksidan hingga terbentuk berbagai senyawa asam. Hal tersebut dapat diartikan sebagai hujan asam, hujan memiliki tingkat keasaman tinggi yang dapat merusak setiap permukaan yang disentuhnya.
3	<i>Eutrophikasi</i>	Biasa diartikan sebagai menurunnya kualitas air yang bersumber dari tanah, hal tersebut disebabkan oleh adanya pergeseran nilai gizi, pergeseran tersebut dalam komposisi spesies dan peningkatan produktivitas biologis yang tidak baik bagi kesehatan, fosfor dan nitrogen merupakan dua zat yang perannya paling tinggi dalam eutrophikasi.

Sebagai acuan dalam melakukan perhitungan pada penelitian ini akan didasarkan pada kategori dampak sesuai dengan tabel 3. Sebagai mana dalam mewujudkan *green manufacturing* pada proses produksi keripik usus, GRK dianalisa menurut senyawa CO₂, N₂O, dan CH₄ diinterpretasikan sebagai CO₂-eq[17]. Analisa kategori *asidifikasi* diklasifikasikan menurut senyawa SO₂, NO_x, dan NH₃ diinterpretasikan sebagai SO₂-eq. Analisa kategori *eutrofikasi* diklasifikasikan menurut senyawa NO_x, NH₃, PO₄³⁻ dan *Nutrien* (N dan P) diinterpretasikan sebagai PO₄³⁻-eq[16].

Pada penelitian ini beberapa perhitungan akan diterapkan sebagai acuan, sehingga dapat mengetahui dampak lingkungan pada setiap proses pembuatan keripik usus ayam. Beberapa penjelasan perhitungan sesuai dengan tabel 1 diatas, diantaranya:

- 1) Menghitung emisi pada proses pencucian berupa limbah bekas cucian usus ayam.

$$\text{Emisi PO}_4^{3-}(\text{limbah cair}) = V_{lc} \times C \times FE \dots \dots \dots (1)$$

Sumber. [12]

Keterangan :

V_{lc} = Volume limbah cair (liter)
 C = Nilai COD (mg/liter)
 FE = Faktor Emisi (0,22 Kg PO₄³⁻ / Kg COD)

- 2) Menghitung emisi pada proses penggorengan berupa asap yang timbul akibat pembakaran kayu.

$$\text{Emisi CO}_2(\text{asap}) = Q_a \times NK \times FE \dots \dots \dots (2)$$

Sumber. [13]

Keterangan :

Q_a = Konsumsi kayu bakar (Kg)
 NK = Nilai kalor (15 MJ / Kg)
 FE = Faktor Emisi (112 x 10⁻³ MJ / Kg)

$$\text{Emisi CH}_4(\text{asap}) = Q_a \times NK \times FE \dots \dots \dots (3)$$

Sumber. [13]

Keterangan :

Q_a = Konsumsi kayu bakar (Kg)
 NK = Nilai kalor (15 MJ / Kg)
 FE = Faktor Emisi (0,3 MJ / Kg)

$$\text{Emisi N}_2\text{O}(\text{asap}) = Q_a \times NK \times FE \dots \dots \dots (4)$$

Sumber. [13]

Keterangan :

Q_a = Konsumsi kayu bakar (Kg)
 NK = Nilai kalor (15 MJ / Kg)
 FE = Faktor Emisi (4 x 10⁻³ MJ / Kg)

- 3) Menghitung emisi pada proses pengemasan berupa penggunaan daya listrik alat pres plastik.

$$\text{Emisi } CO_2 \text{ (listrik)} = Q_l \times FE \dots \dots \dots (5)$$

Sumber. [2]

Keterangan :

Q_l = Konsumsi listrik (kWh)
 FE = Faktor Emisi (485 Kg CO_2 / MWh)

$$\text{Emisi } SO_2 \text{ (listrik)} = Q_l \times FE \dots \dots \dots (6)$$

Sumber. [2]

Keterangan :

Q_l = Konsumsi listrik (kWh)
 FE = Faktor Emisi ($8,1 \times 10^{-3}$ Kg SO_2 / MWh)

$$\text{Emisi } NO_x \text{ (listrik)} = Q_l \times FE \dots \dots \dots (7)$$

Sumber. [2]

Keterangan :

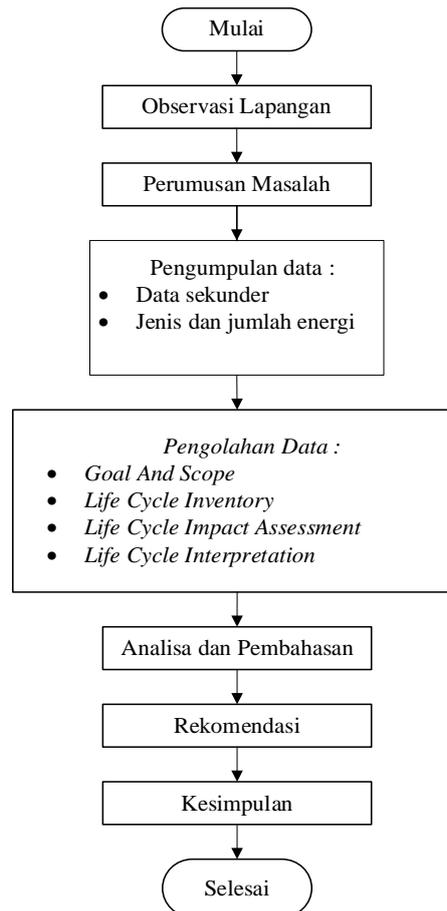
Q_l = Konsumsi listrik (kWh)
 FE = Faktor Emisi ($4,17 \times 10^{-3}$ Kg NO_x / MWh)

Life cycle interpretation

Pada tahapan ini, interpretasi hasil digunakan sebagai teknik sistematis untuk mengidentifikasi dan mengukur hasil dari tahap *life cycle impact assessment*, selanjutnya hasil dari tahapan ini digunakan sebagai dasar pengambilan kesimpulan dan rekomendasi rencana perbaikan.

C. Alur Penelitian

Kegiatan penelitian selama lebih kurang 6 bulan tersebut memiliki tahapan – tahapan yang diikuti sehingga peneliti mampu menyelesaikan penelitian dengan tepat, terarah dan sistematis. Tahapan penelitian tersebut dijelaskan pada gambar 2 dibawah, tahapan – tahapan yang dimaksud diantaranya tahap observasi lapangan, perumusan masalah, tahap pengambilan data, tahap pengolahan data dengan metode LCA, tahap analisa dan pembahasan serta pembuatan kesimpulan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Sesuai dengan gambar 1, tahap penelitian dimulai dengan tahap observasi lapangan berdasarkan studi literatur yang sudah ditentukan. Kemudian pada tahap perumusan masalah ditentukan dari hasil observasi lapangan yang telah ditentukan, pada penelitian ini memiliki rumusan masalah berupa *waste* pada proses produksi untuk menerapkan *Green Manufacturing* (GM) dengan kajian *Life Cycle Assessment* (LCA), kemudian dilanjutkan dengan tahapan pengumpulan data berupa besaran energi maupun jenisnya yang dipergunakan selama proses produksi, juga menghasilkan besaran limbah selama proses produksi keripik usus ayam. Tahap *input* data ini akan didapatkan melalui proses observasi langsung dan wawancara terhadap bapak Asnam sebagai pemilik sekaligus kepala bagian produksi keripik usus ayam UD. Dua Cahaya, tahap tersebut ditunjukkan dengan *flow chart* alur penelitian pada gambar 1. Tahap selanjutnya yaitu proses pengolahan data, pada proses ini akan digunakan metode diantaranya *Life Cycle Assessment* (LCA) pada perhitungan emisi dan limbah yang dihasilkan dalam proses pembuatan keripik usus ayam. Selanjutnya yaitu tahap *output*, keluaran yang diinginkan yaitu perbaikan *Green Manufacturing* (GM) berupa besaran dampak dapa lingkungan dan juga besaran dampak yang dihasilkan, tahap tersebut ditunjukkan dengan *flow chart* alur penelitian gambar 1. Pada tahap kesimpulan diharapkan penelitian ini menghasilkan keluaran yang dapat membantu perusahaan terkait untuk dapat memperbaiki *Green Manufacturing* (GM). Pada tahap terakhir yaitu pembuatan kesimpulan dan saran, ditunjukkan dengan *flow chart* alur penelitian gambar 1, akan menjelaskan hasil penelitian dan diharapkan nantinya mampu memberikan manfaat bagi UD. Dua Cahaya tentang penerapan *Green Manufacturing* (GM) yang dibantu dengan penerapan *Life Cycle Assessment* (LCA).

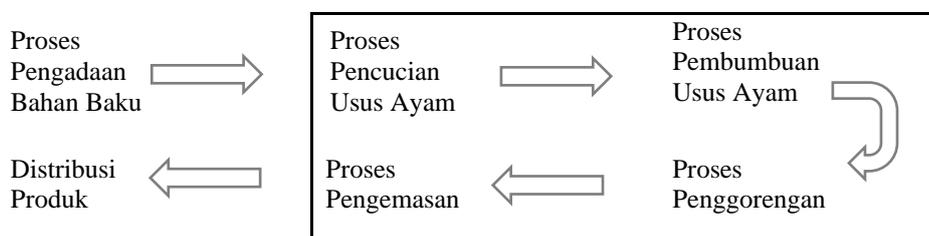
III. Hasil dan Pembahasan

Pada bab hasil dan pembahasan ini berisikan tentang perhitungan dari metode *life cycle assesment*. Hasil dari perhitungan tersebut kemudian akan digunakan sebagai acuan dalam memberikan usulan terkait angka dampak lingkungan yang paling besar pada proses produski keripik usus ayam guna mewujudkan konsep *green manufacturing*.

A. Life Cycle Assesment

Pada tahapan ini akan berisikan 4 langkah metode *life cycle assesment* diantaranya *goal and scope*, *life cycle inventory*, *life cycle impact assesment* dan *life cycle impact assesment* dari proses pembuatan keripik usus ayam.

Goal and scope



Gambar 2. Ruang lingkup LCA

Gambar 2 sebagai acuan ruang lingkup penelitian ini, terdapat beberapa proses dalam memproduksi keripik usus ayam, namun hanya beberapa proses yang akan diteliti diantaranya proses pencucian usus ayam, proses pembumbuan usus ayam, proses penggorengan, dan proses pengemasan.

Life cycle inventory

Sebagai data awal dan data keluaran yaitu data sekunder yang meliputi inventarisasi bahan baku dan energi yang digunakan dalam proses memproduksi keripik usus ayam beserta data keluaran limbahnya.

Life cycle impact assesment

Acuan pada perhitungan analisa dampak didasarkan pada rumus – rumus perhitungan dampak pada setiap proses produksi, diantaranya:

- 1) Menghitung emisi pada proses pencucian berupa limbah bekas cucian usus ayam.

$$\begin{aligned}
 \text{Emisi } PO_4^{3-} (\text{limbah cair}) &= V_{lc} \times C \times FE \\
 &= 35000 \times 247,6 \times 0,022 \\
 &= 190652 \text{ Kg } PO_4^{3-} \\
 &= 190,65 \text{ Ton } PO_4^{3-}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Perhitungan dampak lingkungan pada proses pencucian usus ayam.

Kategori Dampak	Polutan	Ton CO ₂ -eq	Ton SO ₂ -eq	Ton PO ₄ ³⁻ -eq
<i>Eutrophikasi</i>	NO _x	0	0	0
	NH ₃	0	0	0
	PO ₄ ³⁻	0	0	190,65

Analisa dampak pada tabel 4 yaitu pada proses pencucian usus ayam terhadap *eutrophikasi* sebesar 190,65 Ton PO₄³⁻-eq. Limbah tersebut berupa air bekas cucian usus ayam proses pencucian pada UD. Dua Cahaya. Dampak dari limbah tersebut dapat mengakibatkan naiknya kadar keasaman air galian tanah disekitar area pembuangan limbah tersebut.

Proses setelah pencucian yaitu proses pembumbuan, dikarenakan untuk limbah proses tersebut dijual dan dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Sehingga pada proses tersebut tidak menimbulkan dampak terhadap lingkungan sekitar.

- 2) Menghitung emisi pada proses penggorengan berupa asap yang timbul akibat pembakaran kayu.

$$\begin{aligned}
 \text{Emisi } CO_2 (\text{asap}) &= Q_a \times NK \times FE \\
 &= 67222 \times 15 \times 0,112
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 105372,96 \text{ Kg } CO_{2-eq} \\
 &= 105,37 \text{ Ton } CO_{2-eq}
 \end{aligned}$$

Tabel 5. Perhitungan dampak lingkungan pada proses penggorengan.

Kategori Dampak	Polutan	Ton CO _{2-eq}	Ton SO _{2-eq}	Ton PO ₄ ^{3-eq}
Gas rumah kaca	CO ₂	105,37	0	0
	CH ₄	0,282	0	0
	N ₂ O	0,00377	0	0

Analisa dampak pada tabel 5 yaitu pada proses penggorengan terhadap kategori gas rumah kaca sebesar 105,66 Ton CO_{2-eq}. Limbah tersebut berupa gas buang hasil pembakaran kayu bakar proses penggorengan pada UD. Dua Cahaya. Dampak dari limbah tersebut dapat mengakibatkan naiknya suhu ruang maupun suhu normal dikarenakan gas buang yang terperangkap oleh awan menghalangi cahaya matahari yang dipantulkan kembali sehingga suhu akan meningkat seiring banyaknya gas yang terperangkap. Untuk perhitungan kategori polutan yang lain ditampilkan pada lampiran.

3) Menghitung emisi pada proses pengemasan berupa penggunaan daya listrik alat pres plastik.

$$\begin{aligned}
 \text{Emisi } CO_2 (\text{listrik}) &= Q_1 \times FE \\
 &= 195 \times 485 \\
 &= 94575 \text{ Kg } CO_{2-eq} \\
 &= 94,575 \text{ Ton } CO_{2-eq}
 \end{aligned}$$

Tabel 6. Perhitungan dampak lingkungan pada proses pengemasan.

Kategori Dampak	Polutan	Ton CO _{2-eq}	Ton SO _{2-eq}	Ton PO ₄ ^{3-eq}
Gas Rumah Kaca	CO ₂	94,575	0	0
	CH ₄	0	0	0
	N ₂ O	0	0	0
Asidifikasi	SO ₂	0	0,00158	0
	NO _x	0	0,000813	0
	NH ₃	0	0	0

Analisa dampak pada tabel 6 yaitu pada proses pengemasan terhadap gas rumah kaca sebesar 94,575 Ton CO_{2-eq}. Sedangkan dampak lingkungan terhadap *asidifikasi* sebesar 0,002393 Ton SO_{2-eq}. Limbah tersebut dihasilkan secara tidak langsung dikarenakan penggunaan mesin *sealer* bersumber energi listrik masih terhubung langsung pada perusahaan penyedia listrik negara. Dampak tersebut sebenarnya tidak secara langsung berdampak terhadap lingkungan area produksi, melainkan dampak tersebut dapat dirasakan pada area sekitar pembangkit listrik sebagai penyedia energi listrik negara. Untuk perhitungan kategori polutan yang lain ditampilkan pada lampiran.

Life cycle interpretation

Berikut merupakan tabel data rekapitulasi dari hasil perhitungan *life cycle impact assesment*.

Tabel 7. Tabel rekapitulasi hasil perhitungan *life cycle impact assesment*.

Proses	Kategori dampak	Polutan	Ton CO ₂ -eq	Ton SO ₂ -eq	Ton PO ₄ ³⁻ -eq
		NO _x	0	0	0
Pencucian usus ayam	<i>Eutrophikasi</i>	NH ₃	0	0	0
		PO ₄ ³	0	0	190,65
penggorengan	Gas rumah kaca	CO ₂	105,37	0	0
		CH ₄	0,282	0	0
		N ₂ O	0,00377	0	0
Pengemasan	Gas rumah kaca	CO ₂	94,575	0	0
		CH ₄	0	0	0
		N ₂ O	0	0	0
	Asidifikasi	SO ₂	0	0,00158	0
		NO _x	0	0,000813	0
		NH ₃	0	0	0

Berdasarkan tabel 7 hasil dari perhitungan dampak lingkungan yang dihasilkan oleh produsen keripik usus ayam UD. Dua Cahaya ditinjau berdasarkan masing – masing proses yaitu proses pencucian, proses pembumbuan, proses penggorengan, proses pengemasan. Pada proses pencucian usus ayam menghasilkan dampak lingkungan kategori *eutrophikasi* sebesar 190,65 Ton PO₄³⁻-eq. Pada proses pembumbuan tidak menimbulkan dampak terhadap lingkungan dikarenakan limbah proses tersebut dijual dan dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Maka pada proses tersebut tidak menimbulkan dampak terhadap lingkungan sekitar. Pada proses penggorengan menghasilkan dampak lingkungan kategori gas rumah kaca sebesar 105,66 Ton CO₂-eq. Pada proses pengemasan menghasilkan dampak lingkungan kategori gas rumah kaca sebesar 94,575 Ton CO₂-eq, terhadap *asidifikasi* sebesar 0,002393 Ton SO₂-eq. Emisi terbesar pada proses pembuatan keripik usus ayam terdapat pada proses penggorengan dengan nilai dampak sebesar 105,66 Ton CO₂-eq kategori gas rumah kaca.

B. Rekomendasi

Setelah didapatkan proses yang menghasilkan dampak lingkungan paling besar yakni proses penggorengan terhadap emisi gas rumah kaca sebesar 105,66 Ton CO₂-eq. Maka usulan yang diberikan kepada pihak produsen keripik usus ayam yakni mengganti bahan bakar kayu menjadi bahan bakar gas, dikarenakan bahan bakar gas memiliki faktor emisi yang lebih minimum dibandingkan dengan kayu bakar.

IV. SIMPULAN

Tujuan peningkatan *green manufacturing* pada proses produksi keripik usus ayam pada UD. Dua cahaya terhadap emisi terbesar pada proses pembuatan keripik usus ayam yang terdapat pada proses penggorengan dengan nilai dampak sebesar 105,66 Ton CO_{2-eq} kategori gas rumah kaca. Sehingga dari hasil tersebut diusulkan penggantian bahan penghasil kalori atau panas yaitu kayu bakar dapat digantikan dengan LPG dikarenakan LPG memiliki nilai faktor emisi (FE) yang lebih rendah dibandingkan faktor emisi (FE) kayu bakar. Sehingga produsen dapat menekan angka emisi pada proses produksi sehingga mampu menciptakan *green manufacturing* pada setiap proses produksi keripik usus ayam. Namun sebagai tambahan dalam pengambilan keputusan yang akan diambil produsen, dapat dibantu dengan skenario pengambilan keputusan dikarenakan penelitian ini hanya sampai pada didapatkannya angka dampak lingkungan pada proses pembuatan keripik usus ayam.

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada masyarakat sekitar secara umum dan bermanfaat bagi UD. Dua cahaya selaku produsen keripik usus ayam secara khusus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan kepada UD. Dua Cahaya yang telah mendukung diselesaikannya penelitian.

REFERENSI

- [1] S. N. Syalva, R. Yusran, F. Eriyanti, And Z. Alhadi, "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Efektivitas Pengawasan Pengelolaan *Food Waste* Hotel Oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Padang," *Jurnal Administrasi Pemerintahan Desa*, Vol. 5, No. 1, Nov. 2023, Doi: 10.47134/Villages.V5i1.68.
- [2] I. Sugiarti And A. S. Cahyana, "Implementasi *Life Cycle Assessment* (Lca) Untuk Pengembangan *Green Supply Chain Management* (Gscm) Dengan Pendekatan *Annalitic Network Process* (Anp)," Sidoarjo, 2020.
- [3] D. Y. Irawati And D. Andrian, "Analisa Dampak Lingkungan Pada Instalasi Pengolahan Air Minum (Ipam) Dengan Metode *Life Cycle Assessment* (Lca)," *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 19, No. 2, Pp. 166–177, Aug. 2018, Doi: 10.22219/Jtiumm.Vol19.No2.166-177.
- [4] T. R. Harjanto, M. Fahrurrozi, And I. Made Bendiyasa, "*Life Cycle Assessment* Pabrik Semen Pt Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap: Komparasi Antara Bahan Bakar Batubara Dengan Biomassa," 2012.
- [5] R. Amaranti, R. Govindaraju, D. Teknik, M. Industri, And T. Industri, "*Green Manufacturing*: Kajian Literatur," 2017.
- [6] B. Jannah, A. Y. Ridwan, And R. M. El Hadi, "*Designing The Measurement Of System Green Manufacturing Using Scor Model In The Leather Tanning Industry*," *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (Jrsi)*, Vol. 5, No. 02, P. 60, Dec. 2018, Doi: 10.25124/Jrsi.V5i01.301.
- [7] D. F. Auliya, N. Marlyana, And W. Fatmawati, "Analisis Penentuan Faktor Pendorong Dalam Penerapan *Green Manufacturing* Di Pt. Aneka Adhilogam Karya Dengan Metode Fuzzy Topsis," *Universitas Islam Sultan Agung*, Vol. 11, No. 2, Pp. 156–163, 2021.
- [8] D. A. S. Dewi, I. K. Arnawa, And N. U. Vipriyanti, "Keuntungan Industri Keripik Usus Ayam Pada U.D Rohman Fried Chiken," Denpasar, Dec. 2022.
- [9] R. Arfiyah Ula *Et Al.*, "*Life Cycle Assessment* (Lca) Pengelolaan Sampah Di Tpa Gunung Panggung Kabupaten Tuban, Jawa Timur *Life Cycle Assessment* (Lca) Of Municipal Solid Waste Management In Gunung Panggung Landfill, Tuban Regency, East Java," 2021.
- [10] P. P. Parameswari, Moh. Yani, And A. Ismayana, "Penilaian Daur Hidup (*Life Cycle Assesment*) Produk Kina Di Pt Sinkona Indonesia Lestari," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Vol. 17, No. 2, P. 351, Sep. 2019, Doi: 10.14710/Jil.17.2.351-358.
- [11] T. Hiraishi *Et Al.*, *Ippc Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories : Wetlands : Methodological Guidance On Lands With Wet And Drained Soils, And Constructed Wetlands For Wastewater Treatment*. 2013.
- [12] U. Hasanah, D. Sugito, P. Studi, And T. Lingkungan, "Removal Cod Dan Tss Limbah Cair Rumah Potong Ayam Menggunakan Sistem Biofilter Anaerob Removal Cod Dan Tss Limbah Cair Rumah Potong Ayam Menggunakan Sistem Biofilter Anaerob," *Teknik Waktu*, Vol. 15, Pp. 61–69, Jan. 2017.
- [13] Tatank, "Peraturan Direktur Jenderal Pengendalian Iklim Tentang Pedoman Penghitungan Emisi Gas Rumah Kaca Untuk Aksi Mitigasi Perubahan Iklim Berbasis Masyarakat," Scribd.

- [14] Moch. E. A. Bagaswara And Y. Hadi, “Analisis Dan Rekayasa Proses Produksi Untuk Mengendalikan *Environmental Impact* Menggunakan Metode Lca,” 2017. [Online]. Available: [Http:// Ojs.Atmajaya.Ac.Id/Index.Php/Metristelp](http://Ojs.Atmajaya.Ac.Id/Index.Php/Metristelp).
- [15] M. Sirait, “Studi *Life Cycle Assessment* Produksi Gula Tebu : Studi Kasus Di Jawa Timur,” *Rekayasa*, Vol. 13, No. 2, Pp. 197–204, Aug. 2020, Doi: 10.21107/Rekayasa.V13i2.5915.
- [16] M. A. Abdilah And A. S. Cahyana, “Dampak Lingkungan Pada Industri Pupuk Dengan Menggunakan Metode *Life Cycle Assesment* (Lca),” Sidoarjo, 2022.
- [17] J. Wahyudi, B. Perencanaan, P. Daerah, And K. Pati, “Penerapan *Life Cycle Assessment* Untuk Menakar Emisi Gas Rumah Kaca Yang Dihasilkan Dari Aktivitas Produksi Tahu,” *Universitas Muhammadiyah Magelang*, Pp. 475–480, 2017.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Lampiran

Menghitung emisi pada proses penggorengan berupa asap yang timbul akibat pembakaran kayu.

- Emisi asap senyawa metana (CH_4)

$$\begin{aligned}\text{Emisi } CH_4 (\text{asap}) &= Q_a \times NK \times FE \\ &= 67222 \times 15 \times 0,0003 \\ &= 282,249 \text{ Kg } CO_{2-eq} \\ &= 0,282249 \text{ Ton } CO_{2-eq}\end{aligned}$$

- Emisi asap senyawa nitrous oxide (N_2O)

$$\begin{aligned}\text{Emisi } N_2O (\text{asap}) &= Q_a \times NK \times FE \\ &= 67222 \times 15 \times (4 \times 10^{-6}) \\ &= 3763320 \times 10^{-6} \text{ Kg } CO_{2-eq} \\ &= 0,003763 \text{ Ton } CO_{2-eq}\end{aligned}$$

Menghitung emisi pada proses pengemasan berupa penggunaan daya listrik alat pres plastik.

- Emisi listrik senyawa sulfur dioxide (SO_2)

$$\begin{aligned}\text{Emisi } SO_2 (\text{listrik}) &= Q_l \times FE \\ &= 195 \times (8,1 \times 10^{-6}) \\ &= 15,8 \times 10^{-4} \text{ Ton } SO_{2-eq}\end{aligned}$$

- Emisi listrik senyawa nitrogen oksida (NO_x)

$$\begin{aligned}\text{Emisi } NO_x (\text{listrik}) &= Q_l \times FE \\ &= 195 \times (4,17 \times 10^{-6}) \\ &= 813 \times 10^{-6} \text{ Ton } NO_{x-eq}\end{aligned}$$