

---

---

## LIFE CYCLE ASSESSMENT KOMODITI PERIKANAN DI MUNCAR BANYUWANGI, JAWA TIMUR

### *Life Cycle Assessment of Fisheries Commodity in Muncar Banyuwangi, Jawa Timur*

Addinia Nur Ar Rachmah<sup>1</sup>, Anas Miftah Fauzi<sup>2</sup>, Bustami<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prodi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Kampus IPB Baranangsiang, Bogor, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Teknologi Hasil Perairan, Dramaga, Bogor, Indonesia

e-mail: [addinia01@gmail.com](mailto:addinia01@gmail.com), [amfauzi@apps.ipb.ac.id](mailto:amfauzi@apps.ipb.ac.id), [bustamibr@yahoo.com](mailto:bustamibr@yahoo.com)

Diterima: 23 September 2020, Direvisi: 5 November 2020, Disetujui: 27 November 2020

#### Abstrak

Potensi perikanan yang besar di kawasan perikanan Muncar Banyuwangi menjadikannya sebagai dasar munculnya berbagai industri perikanan. Perkembangan industri ini memiliki dampak yang signifikan terhadap lingkungan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi input dan output yang dihasilkan dari proses produksi, menghitung besaran dampak dan merumuskan strategi perbaikannya. Penilaian daur hidup atau Life Cycle Assessment (LCA) merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis dampak lingkungan yang disebabkan oleh pengadaan bahan baku, proses produksi dan penggunaan produk. LCA terdiri dari 4 tahap sesuai dengan ISO 14040 yaitu *Goal and Scope Definition*, *Inventory analysis*, *Life Cycle Impact Assessment* dan *Life Cycle Interpretation*. Studi LCA dalam penelitian ini menggunakan pembatasan masalah *Cradle to Gate*. Penilaian siklus hidup produk perikanan berfokus pada pemanasan global. Hasil penelitian menunjukkan bahwa emisi Gas Rumah Kaca (GRK) merupakan dampak potensial terbesar yang dihasilkan oleh industri pengolahan perikanan. Emisi CO<sub>2</sub>eq dari pabrik pengalengan ikan sebesar 86,86 CO<sub>2</sub>eq/tahun, sedangkan dari industri pengasinan ikan sebesar 28,76 CO<sub>2</sub>eq/tahun. Total emisi CO<sub>2</sub> dari kegiatan pengolahan hasil perikanan sebesar 115,62 CO<sub>2</sub>eq/tahun. Sumber penghasil emisi berasal dari solar *Industrial Diesel Oil* (IDO), solar *Automotive Diesel Oil* (ADO) dan listrik. Upaya penurunan dampak lingkungan dilakukan dengan *pertama*, menggunakan energi listrik yang berasal dari pembangkit listrik tenaga air dan panas bumi. *Kedua*, dengan mengolah limbah industri perikanan seperti minyak ikan menjadi biodiesel yang lebih ramah lingkungan untuk diversifikasi penggunaan solar pada unit proses. *Ketiga*, dengan mengefisienkan sistem produksi melalui perubahan pola perilaku maupun standar dalam pelaksanaan produksi.

**Kata kunci:** cradle to gate, emisi, produk perikanan, life cycle assessment

#### Abstract

The large fishery potential in Muncar Banyuwangi fishery area makes it the basis of the emergence of various fishing industries. The development of this industry has a significant impact on the environment. The purpose of this research is to identify the input and output resulting from the production process, calculate the impact, and formulate a strategy for improvement. Life Cycle Assessment (LCA) is a method used to analyze environmental impacts caused by raw material procurement, production processes, and product use. LCA consists of four stages by ISO 14040, namely *Goal and Scope Definition*, *Inventory Analysis*, *Life Cycle Impact Assessment* and *Life Cycle Interpretation*. The LCA study in this research uses the limitation of the *Cradle to Gate*. The Life Cycle Assessment of fishery products focuses on global warming. The results showed that GHG emissions were the biggest potential impact produced by the fisheries processing industry. CO<sub>2</sub>eq emissions from fish canning factories were 86.86 CO<sub>2</sub>eq/year, while those from the fish salting industry were 28.76 CO<sub>2</sub>eq/year. The total CO<sub>2</sub> emissions from the processing of fishery products were 115.62 CO<sub>2</sub>eq/year. The source of the emission comes from Industrial Diesel Oil (IDO), Automotive diesel oil (ADO), and electricity. Efforts to reduce environmental impacts are first carried out, using electrical energy from hydroelectric and geothermal power plants. Second, by processing fishery industrial waste such as fish oil into biodiesel which is more environmentally friendly to diversify the use of diesel in the processing unit. Third, by streamlining the production system through changes in behavior patterns and standards in a production implementation.

**Keywords:** cradle to gate, emission, fishery products, life cycle assessment

## 1. PENDAHULUAN

Potensi perikanan yang terdapat di kawasan perikanan Muncar Jawa Timur merupakan salah satu sumber kesejahteraan masyarakat setempat. Pelabuhan perikanan Muncar menjadi penghasil ikan terbesar di Jawa Timur dengan produksi terakhir di tahun 2017 sebesar 4,109,275 kg (UPT Pelabuhan Perikanan Muncar, 2018). Setiap harinya minimal 61,22 ton ikan didaratkan di pelabuhan dan sekitar 90% nya dipasok ke beberapa industri perikanan setempat.

Hasil tangkapan ikan di perairan Muncar didominasi oleh ikan lemuru karena pelabuhan perikanan ini berbatasan langsung dengan selat Bali yang 70-80% produksi perikananannya adalah lemuru, alat tangkap yang digunakan nelayan di Muncar adalah *Purse Seine*, yang mulai diperkenalkan pada tahun 1972. Melimpahnya hasil tangkapan ikan ini memicu berdirinya industri perikanan baik secara tradisional maupun modern. Sejumlah industri yang tercatat diantaranya adalah pengasinan, pemindangan, penepungan tradisional, ikan beku, penepungan mekanik, pengalengan ikan, cold storage dan minyak ikan. Namun kondisi perikanan Muncar memburuk pada 10 tahun terakhir, dimana produksi *Purse Seine* pada tahun 2010 dan 2011 menurun dari 17.679.012 kg/tahun menjadi 4.047.967 kg/tahun (Ester, Rusdiansyah, dan Arvitrida, 2012).

Menurunnya sumberdaya perikanan di Muncar terutama lemuru juga berkaitan dengan perkembangan industri perikanan yang bukan hanya memberikan keuntungan, tetapi juga berdampak negatif bagi lingkungan jika tidak dikelola dengan baik, salah satunya meningkatkan emisi gas rumah kaca (GRK).

Dampak lingkungan ini dapat diamati dengan *Life Cycle Assessment* (LCA) pada pengolahan produk perikanan di kawasan Muncar dengan mengidentifikasi input (resource) yang digunakan dan output (produk, produk samping, emisi dan limbah) yang dihasilkan dari proses produksi produk perikanan, menghitung besaran daur hidup industri perikanan dan dampak yang ditimbulkan serta merumuskan strategi perbaikan dalam upaya penurunan dampak lingkungan akibat aktivitas pelabuhan perikanan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Industri Perikanan

Industri secara luas dapat diartikan sebagai semua usaha dan kegiatan di bidang ekonomi yang sifatnya produktif dan potensial.

Sektor perikanan Muncar sudah memiliki berbagai macam pengolahan hasil perikanan tangkap. Industri pengolahan dapat diartikan sebagai kegiatan ekonomi yang melakukan kegiatan mengubah barang dasar menjadi barang jadi atau setengah jadi dan barang yang barang yang kurang nilainya menjadi barang yang lebih memiliki daya jual tinggi (Cordova, 2011). Industri pengolahan ikan di Muncar telah berkembang sejak jaman penjajahan Belanda, yang dimulai dengan munculnya industri kecil, namun saat ini sebagian telah berkembang menjadi industri besar yang berorientasi ekspor (Setiyono dan Yudo, 2008). Tercatat sampai tahun 2015, di wilayah Muncar sudah terdapat sekitar 231 industri baik skala kecil maupun besar. Industri pengolahan ikan di Muncar ini tersebar di 3 desa yaitu: Desa Tembokrejo, Kedungrejo dan Blambangan.

### 2.2 Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)

Efek gas rumah kaca (*greenhouse effect*) menyebabkan pemanasan global yang merupakan fenomena peningkatan temperatur secara global dari tahun ke tahun yang diakibatkan oleh meningkatnya gas –gas seperti karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ), dinitrooksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) dan sebagainya yang selanjutnya disebut sebagai emisi gas rumah kaca (GRK) (Anggraeni, 2015).

Berdasarkan data suhu udara sejak periode pra industri telah menunjukkan adanya peningkatan sebesar 1 °C. (World Development Report, 2010). Bahkan diperkirakan dalam beberapa dekade berikutnya peningkatan suhu udara akan mencapai 1-3 °C (Bhattacharjee, 2010).

### 2.3 Life Cycle Assessment

Menurut Hospido *et al.* (2006), *Life Cycle Assessment* merupakan metode yang dapat mengkaji keseluruhan dampak lingkungan yang diakibatkan oleh proses produksi industri makanan, dengan menggunakan pendekatan secara holistik pada setiap prosesnya. Data yang dibutuhkan dalam metode LCA adalah material input dan output, hasil samping dan penggunaan energi. LCA juga akan mengkaji dari pengadaan bahan baku sampai bahan baku tersebut habis digunakan.

Fase dalam LCA menurut ISO 14040 adalah sebagai berikut Marriott (2007): (1) *Goal*

*and Scope Definition*, yang bertujuan untuk memformulasikan dan mendeskripsikan tujuan, sistem yang akan dievaluasi, batasan-batasan serta asumsi yang berhubungan dengan dampak pada keseluruhan siklus hidup sistem yang dievaluasi. (2) *Inventory Analysis*, mencakup pengumpulan data serta perhitungan input dan output yang berfungsi untuk menginventarisasi penggunaan sumberdaya, penggunaan energi dan pelepasan ke lingkungan terkait sistem yang sedang diamati. (3) *Impact Assessment*, dampak lingkungan potensial dari proses berdasarkan hasil *Inventory Analysis* dievaluasi, yang bertujuan untuk mengelompokkan dan menilai dampak lingkungan yang signifikan (Lee dan Inaba, 2004). (4) *Life Cycle Interpretation*, pada tahapan ini hasil dari fase sebelumnya diinterpretasi untuk menarik kesimpulan dan rekomendasi yang paling tepat sesuai dengan *goal and scope* yang telah diidentifikasi sebelumnya.

Batas-batas sistem yang digunakan dalam LCA menurut ISO 14040 dibedakan menjadi empat bagian, yaitu: *Cradle to grave*, meliputi semua proses dan ekstraksi bahan baku melalui tahap produksi, transportasi dan penggunaan hingga produk akhir dalam siklus hidupnya. (2) *Cradle to gate*, meliputi keseluruhan proses dari ekstraksi bahan baku di pabrik yang dapat digunakan untuk menentukan dampak lingkungan dari suatu proses produksi sebuah produk. (3) *Gate to grave*, meliputi semua proses dari penggunaan pasca produksi sampai akhir fase siklus hidup produk yang dapat digunakan untuk menentukan dampak lingkungan setelah produk tersebut meninggalkan pabrik. (4) *Gate to gate*, meliputi proses pada tahap produksi saja, digunakan untuk menentukan dampak lingkungan dari proses produksi (Harjanto, Fahrurrozi, dan Bendiyasa, 2012).

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode LCA yang didasarkan pada pedoman pelaksanaan LCA menurut *Framework* ISO 14040 (2006a) yang terdiri dari 4 tahap utama, yaitu definisi tujuan dan ruang lingkup (*goal and scope definition*), analisis inventarisasi *input* dan *output* (*life cycle inventory analysis*), penilaian dampak lingkungan dari data inventori (*life cycle impact assessment*), dan interpretasi hasil (*life cycle interpretation*). Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari hasil observasi secara langsung pada lokasi penelitian dan wawancara dengan nelayan, tenaga ahli, pekerja dan pemilik industri. Data

sekunder didapatkan dari dokumen yang dimiliki industri dan studi literatur.

#### 3.1 Penentuan Tujuan dan Ruang Lingkup LCA (*Goal and Scope Definition*)

*Goal and scope definition* merupakan tahap awal dalam melakukan analisis LCA. Pada tahap ini akan ditentukan tujuan dari kajian LCA serta menentukan batasan atau ruang lingkup yang akan dikaji. Ruang lingkup dari penelitian ini adalah kegiatan perikanan di kawasan perikanan Muncar hingga pengolahan di industri.

#### 3.2 Analisis Inventori (*Inventory Analysis*)

Tahap analisis inventori akan mengumpulkan serta menganalisis input dan output setiap unit proses sesuai pembatasan yang telah ditentukan sebelumnya untuk mendukung sistem LCA (Yani, Wariski, dan Wulandari, 2014). Siklus hidup produk yang sudah didapatkan kemudian digambarkan menggunakan diagram alir. Diagram alir berisi aliran bahan dari proses dimulai hingga selesai. Selanjutnya dilakukan perhitungan data secara kuantitatif.

#### 3.3 Penilaian Dampak Lingkungan (*Life Cycle Impact Assessment*)

Tahap penilaian dampak lingkungan dari data inventori yang telah dibuat dilakukan sesuai dengan *goal and scope definition* yang telah ditentukan (Sirait, 2016). Analisis dampak dilakukan untuk mengetahui dan mengevaluasi dampak yang mungkin terjadi selama siklus hidup suatu produk terhadap lingkungan yang dihasilkan. Perhitungan yang dilakukan menggunakan rumus dari IPCC.

Emisi GRK yang dihasilkan oleh industri perikanan berasal dari sumber penyebab langsung dan penyebab tidak langsung. Sumber penyebab langsung merupakan sumber emisi yang menghasilkan gas CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O, sedangkan penyebab tidak langsung berupa gas CO dan NO<sub>x</sub>. Perhitungan emisi GRK dilakukan dengan menggunakan dasar perhitungan emisi yang diakui oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) dan telah diadaptasi oleh Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) (KLH, 2012).

Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk perhitungan emisi berdasarkan sumber penghasil.

##### a. Solar Industrial Diesel Oil (IDO)

Nilai kalor solar IDO Indonesia menurut KLH (2012), sebesar 38x10<sup>-6</sup> TJ/L. Perhitungan emisi CO<sub>2</sub> menggunakan Persamaan (1) berikut ini (IPCC, 2006a).

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{QF} \times \text{NK} \times \text{FE} \quad (1) \quad \text{FE} = \text{Faktor emisi (1,322 kg NO}_x\text{/TJ)}$$

Keterangan:

- QF = Konsumsi bahan bakar (L)
- NK = Nilai kalor bersih (TJ/L)
- FE = Faktor emisi (74100 kg CO<sub>2</sub>/TJ)

Emisi CH<sub>4</sub> yang dihasilkan dari penggunaan solar dapat diperoleh melalui Persamaan (2) untuk sumber tidak bergerak (IPCC, 2006a).

$$\text{Emisi CH}_4 = \text{QF} \times \text{NK} \times \text{FE} \quad (2)$$

Keterangan:

- QF = Konsumsi bahan bakar (L)
- NK = Nilai kalor bersih (TJ/L)
- FE = Faktor emisi (10kg CO<sub>2</sub>/TJ)

Emisi N<sub>2</sub>O yang dihasilkan dari penggunaan solar menurut IPCC (2006a) dapat diperoleh melalui Persamaan (3).

$$\text{Emisi N}_2\text{O} = \text{Q}_F \times \text{NK} \times \text{FE} \quad (3)$$

Keterangan:

- QF = Konsumsi bahan bakar (L)
- NK = Nilai kalor bersih (TJ/L)
- FE = Faktor emisi (0.6 kg N<sub>2</sub>O/TJ)

Emisi CO yang dihasilkan dari penggunaan solar dapat diperoleh melalui Persamaan (4).

$$\text{Emisi CO} = \text{QF} \times \rho \times \text{FE} \quad (4)$$

Keterangan:

- QF = Konsumsi bahan bakar (L)
- ρ = Massa jenis solar (920kg/m<sup>3</sup>)
- FE = Faktor emisi (10.939 kg CO/ton solar)

Emisi NO<sub>x</sub> yang dihasilkan dari penggunaan solar menurut AIP (1996) dapat diperoleh melalui Persamaan (5).

$$\text{Emisi NO}_x = \text{QF} \times \text{NK} \times \text{FE} \quad (5)$$

Keterangan:

- QF = Konsumsi bahan bakar (L)
- NK = Nilai kalor bersih (TJ/L)

#### b. Solar Automotive Diesel Oil (ADO)

Nilai kalor solar ADO Indonesia menurut KLH (2012) sebesar 36x10<sup>-6</sup> TJ/L. Perhitungan emisi CO<sub>2</sub> menggunakan persamaan yang sama dengan solar IDO, namun untuk rumus perhitungan CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O faktor emisi yang digunakan sebesar 3.9 kg CH<sub>4</sub>/TJ untuk CH<sub>4</sub> dan 3.9 kg N<sub>2</sub>O/TJ untuk N<sub>2</sub>O (IPCC, 2006a).

#### c. Listrik

Emisi CO yang dihasilkan dari penggunaan solar dapat diperoleh melalui Persamaan (6).

$$\text{Emisi CO} = \text{QF} \times \rho \times \text{FE} \quad (6)$$

Keterangan:

- QF = Konsumsi bahan bakar (L)
- ρ = Massa jenis solar (920 kg/m<sup>3</sup>)
- FE = Faktor emisi (0.008 kg CO/kg solar)

Emisi NO<sub>x</sub> yang berasal dari penggunaan solar menurut AIP (1996), dapat diperoleh melalui Persamaan (7).

$$\text{Emisi NO}_x = \text{QF} \times \text{NK} \times \text{FE} \quad (7)$$

Keterangan:

- QF = Konsumsi bahan bakar (L)
- NK = Nilai kalor bersih (TJ/L)
- FE = Faktor emisi (1.322 kg NO<sub>x</sub>/TJ)

Hasil perhitungan gas CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O selanjutnya dikonversi menjadi CO<sub>2</sub>eq sesuai dengan persamaan (8)

$$\begin{aligned} 1 \text{ kg CH}_4 &= 25 \text{ kg CO}_2\text{eq} \\ 1 \text{ kg N}_2\text{O} &= 298 \text{ kg CO}_2 \end{aligned} \quad (8)$$

#### d. Listrik

Berdasarkan IPCC (2006a), emisi CH<sub>4</sub> yang dihasilkan dari limbah cair diperoleh melalui Persamaan (9)

$$\text{Emisi CH}_4 = V_{LC} \times C \times \text{FE} \quad (9)$$

Keterangan:

- V<sub>LC</sub> = Volume limbah cair (L)
- C = Nilai COD (mg/L)
- FE = Faktor emisi (0.25 kg CH<sub>4</sub>/kg COD)

### 3.4 Interpretasi Hasil (Life Cycle Interpretation)

Tahap terakhir dalam LCA adalah interpretasi hasil yang telah didapatkan dari tahap-tahap sebelumnya. Tahap interpretasi hasil terdiri dari dua langkah penting, yaitu identifikasi isu penting yang ada pada inventori dan evaluasi dan tahap evaluasi (ISO, 2006b).

## 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Penentuan Tujuan dan Ruang Lingkup LCA (Goal and Scope Definition)

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah emisi yang dihasilkan dari aktivitas perikanan di kawasan Muncar Banyuwangi Jawa Timur, menganalisa faktor-faktor yang berpengaruh serta merancang rencana pengurangan emisi yang ditimbulkan kegiatan industri perikanan. Secara keseluruhan pada tahun 2016 terdapat 231 industri perikanan, yang didominasi oleh pengolahan ikan asin sebanyak 45 unit yang proses produksinya dilakukan secara manual tanpa bantuan mesin sebagaimana yang dimiliki industri besar seperti pabrik pengalengan ikan yang berjumlah 12 unit.

Penentuan *function* pada studi LCA ini adalah sistem produksi ikan asin dan ikan kaleng dengan *functional unit* sebesar 1 ton ikan asin dan 1 ton ikan kaleng. Kedua jenis pengolahan ini masing-masing mewakili skala industri pengolahan ikan di Muncar. Pengasinan dipilih sebagai sampel karena jumlahnya terbanyak dan untuk mewakili sampel industri dengan skala kecil, sedangkan pengalengan ikan merupakan industri dengan skala besar dengan cara pengolahan yang lebih modern.

### 4.2 Analisis Inventori (Inventory Analysis)

Data yang digunakan pada kajian LCA di pabrik pengalengan ikan hanya pada rentang tahun 2018-2019, karena ketersediaan data di industri yang terbatas. Input yang digunakan berupa bahan baku utama yang terdiri dari 4 spesies yaitu ikan lemuru (*Sardinella longiceps*), ikan tembang (*Sardinella fimbriata*), blue mackerel (*Scomber australasicus*) dan *Scomber japonicus*. Penggunaan listrik untuk produksi ikan kaleng sebesar 57517.248 kWh/pertahun, solar IDO 6720 liter/tahun dan solar ADO 7200 liter/tahun.

Output ikan kaleng yang dihasilkan berdasarkan kapasitas alat-alat produksi yang digunakan adalah 50.000 kg per hari, dengan kapasitas aktualnya adalah 40.000 kg per hari. Industri pengalengan ikan selain menghasilkan produk utama berupa ikan kaleng juga menghasilkan produk samping berupa limbah

cair dan padat. Besaran limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik rata-rata 55989648 liter per tahun dan limbah padat sebesar 225 ton per hari. Kualitas air limbah pengalengan ikan hasil dari IPAL untuk COD sebesar 7.53 mg/l dan ammonia sebesar 0.14 mg/l. Limbah padat pabrik pengalengan ikan akan menghasilkan ikan tidak layak olah atau BS (*below standard*), potongan kepala, sirip, dan isi perut serta padatan sisa proses pembuatan minyak ikan (*blandet*).

Data input dan output ikan asin didapat dari 14 hari pengamatan, hal ini dikarenakan sumber bahan baku utama pengolahan berasal dari hasil tangkapan nelayan. Jenis ikan yang diolah diantaranya lemuru, layang, tamban, teri, petek dan beberapa jenis ikan kecil lain.. Penggunaan listrik yaitu sebesar 1200 kWh/tahun, solar IDO 4200 liter/tahun dan solar ADO 2500 liter/tahun. Limbah cair yang dihasilkan 192.000 per tahun dengan nilai COD 360 mg/l. Produk olahan ikan asin yang sudah kering akan dilakukan pengepakan menggunakan kardus.

Output hasil olahan ikan asin per harinya tergantung dengan ketersediaan bahan baku. Saat stok ikan melimpah, industri dapat memproduksi 700-1000 kg ikan per harinya. Namun saat ketersediaan ikan menurun produksi hanya mencapai 300-400 kg saja per harinya. Keseluruhan data input penggunaan listrik, solar IDO dan ADO maupun limbah cair yang dihasilkan beserta hasil ujinya ditampilkan untuk keseluruhan unit proses karena data rekapan yang dimiliki pabrik pengalengan ikan dan industri pengasinan adalah total pemakaian.

### 4.3 Penilaian Dampak Lingkungan (Life Cycle Impact Assessment)

#### - GRK penyebab langsung pemanasan global

Gas yang termasuk dalam emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh industri pengolahan hasil perikanan dan menyebabkan pemanasan global secara langsung adalah CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O yang dikonversi menjadi CO<sub>2</sub>eq. Tabel 1 berikut menunjukkan hasil perhitungan kategori GRK penyebab langsung berdasarkan sumber jenis polutan di industri pengalengan ikan dan pengasinan.

Tabel 1 Hasil perhitungan emisi GRK penyebab langsung pemanasan global.

Polutan	Sumber	Pengalengan Ikan (Ton CO <sub>2</sub> eq)	Pengasinan Ikan (Ton CO <sub>2</sub> eq)
CO <sub>2</sub>	Listrik	48.31	10.08
	Solar IDO	19.03	11.90

Polutan	Sumber	Pengalengan Ikan (Ton CO <sub>2</sub> eq)	Pengasinan Ikan (Ton CO <sub>2</sub> eq)
	Solar ADO	19.52	6.78
	Total	86.86	28.76
CH <sub>4</sub>	Solar IDO	0.06	0.04
	Solar ADO	0.03	0.01
	Limbah cair	0.11	0.02
	Total	0.20	0.07
N <sub>2</sub> O	Solar IDO	0.04	0.03
	Solar ADO	0.29	0.10
	Total	0.34	0.13

Jumlah emisi GRK yang dihasilkan kemudian dikelompokkan berdasarkan sumber penghasil pada industri pengolahan hasil perikanan, yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Emisi GRK berdasarkan sumber penghasil.

Gambar 1 menunjukkan bahwa emisi GRK pada pengolahan hasil perikanan paling tinggi dihasilkan oleh listrik, hal ini dikarenakan sebagian besar proses produksi pada pabrik pengalengan ikan menggunakan mesin-mesin berdaya listrik, sedangkan pada industri pengasinan penggunaan listrik digunakan untuk menyalakan pompa air saat pencucian dan perendaman ikan sebelum dijemur.

Penggunaan energi listrik ini dimungkinkan akan terus meningkat seiring dengan tingginya produksi hasil perikanan. Peningkatan kebutuhan energi listrik, maka akan membutuhkan pembangunan pembangkit yang lebih banyak, sehingga berakibat eksploitasi SDA yang tidak dapat diperbarui (energi fosil) semakin besar. Pemanfaatan energi listrik ini mengalami peningkatan yang cuup tinggi dengan

laju pertumbuhan sekitar 8,4% per tahun (Sugiyono, 2014)

Menurut Rahmadyani dan Kusuma (2019), Saat ini suplai energi listrik di Indonesia 60% masih menggunakan bahan bakar minyak, dengan rata-rata membutuhkan 3 liter solar untuk menghasilkan 1 kWh listrik. Limbah gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari pembangkit listrik energi fosil menyebabkan radiasi sinar infra merah dari bumi akan kembali ke permukaan bumi lagi, karena tertahan oleh gas rumah kaca. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya pemanasan global pada bumi (Harjanto, 2008)

**- GRK Penyebab Tidak Langsung Pemanasan Global**

Gas yang termasuk dalam penyebab tidak langsung pemanasan global yang dihasilkan oleh industri pengolahan hasil perikanan adalah gas karbon monoksida (CO) dan nitrogen oksida (NOx). Gas CO bukan merupakan salah satu gas yang langsung menyebabkan pemanasan global, tetapi memiliki peran penting dalam menyebabkan pemanasan global secara tidak langsung (Yadav *et al.* 2017).

Jumlah CO dan NOx yang dihasilkan oleh pabrik pengalengan ikan dan industri pengasinan akan ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil perhitungan emisi GRK penyebab tidak langsung pemanasan global.

Polutan	Sumber	Pengalengan Ikan (kg)	Pengasinan Ikan (kg)
CO	Solar IDO	67.63	42.27
	Solar ADO	0.53	0.02
NOx	Listrik	239.85	50.04
	Solar IDO	0.34	0.21
	Solar ADO	0.34	0.12

CO dan NOx di udara bereaksi dengan komponen lain menghasilkan ozon permukaan. Menurut Ambarsari, Komala, dan Budiyo (2008), ozon permukaan merupakan salah satu polutan udara yang telah lama diketahui berdampak negatif terhadap fungsi paru-paru manusia, keseimbangan hutan, pertanian, dan lingkungan baik alami maupun buatan manusia. National Research Council America tahun 1999 menyimpulkan bahwa sekitar 20% ozon permukaan secara langsung berasal dari emisi CO. (Ambarsari *et al.*, 2008).

Greenhouse effect ini akan menyebabkan pemanasan global yang merupakan peningkatan temperatur secara global dari tahun ke tahun yang akan berdampak luas bagi

lingkungan seperti mencairnya es di kutub, kenaikan muka air laut, peningkatan hujan dan banjir serta perubahan iklim (Latuconsina, 2010).

#### 4.4 Interpretasi Hasil dan Upaya Perbaikan

Tahap terakhir dalam penerapan LCA adalah menginterpretasikan hasil dan menganalisis upaya perbaikan yang bisa dilakukan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan dari proses produksi hasil perikanan. Hasil analisis dampak GRK, asidifikasi dan eutrofikasi masing-masing menghasilkan emisi yang beragam.

Penurunan penggunaan energi seperti listrik dan solar akan sangat sulit dilakukan oleh industri pengolahan hasil perikanan karena ketergantungan akan energi fosil yang masih sangat tinggi untuk mendukung kegiatan produksi, sehingga perlu alternatif lain untuk mengatasi permasalahan ini. Rekomendasi upaya yang dapat diterapkan adalah *pertama*, dengan menggunakan energi listrik yang berasal dari pembangkit listrik tenaga air dan panas bumi yang mempunyai kelebihan sebagai pilihan untuk mitigasi GRK. *Kedua*, dengan mengolah limbah industri perikanan seperti minyak ikan menjadi biodiesel yang lebih ramah lingkungan, bahan baku mudah didapat dan proses pembuatannya pun sederhana. Biodiesel ini dapat digunakan untuk diversifikasi penggunaan solar pada unit proses sehingga dapat meminimalkan emisi yang dihasilkan. *Ketiga*, dengan mengoptimalkan sistem produksi melalui perubahan pola perilaku maupun standar dalam pelaksanaan produksi.

## 5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Simpulan penelitian menunjukkan input yang dibutuhkan industri pengolahan hasil perikanan untuk menghasilkan produknya berupa material, yaitu bahan baku dan bahan tambahan, air, dan energi yang dihasilkan dari listrik dan solar, serta menghasilkan output berupa produk utama, produk sampingan, limbah yaitu limbah cair, dan emisi baik ke badan air maupun ke udara.
2. Dampak yang diteliti berupa potensi adanya emisi gas rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global, yang berasal dari gas CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> yang kemudian dikonversi menjadi CO<sub>2</sub>eq.
3. Emisi CO<sub>2</sub>eq dari pabrik pengalengan ikan sebesar 86.86 CO<sub>2</sub>eq/tahun, sedangkan

dari industri pengasinan ikan sebesar 28.76 CO<sub>2</sub>eq/tahun. Total emisi CO<sub>2</sub> dari kegiatan pengolahan hasil perikanan sebesar 115.62 CO<sub>2</sub>eq/tahun.

Saran yang dapat diberikan sesuai hasil penelitian adalah dengan melaksanakan penelitian lebih lanjut mengenai analisis biaya dan tingkat efisiensi untuk usaha penurunan potensi dampak yang ditimbulkan dari kegiatan pengolahan hasil perikanan di kawasan industri perikanan Muncar.

## ACKNOWLEDGEMENT

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Dinas Perikanan dan Pangan Kabupaten Banyuwangi, UPT Pelabuhan dan Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Muncar Banyuwangi serta industri pengolahan hasil perikanan di Muncar yang telah mendukung dan membantu terkait tujuan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [AIP] Australian Institute for Petroleum. (1996). *Oil and Australia, statistical review*. Australia: Petroleum Gazette.
- Anggraeni, D. Y. (2015). Pengungkapan emisi gas rumah kaca, kinerja lingkungan, dan nilai perusahaan. *Jurnal Akuntansi dan Keuangan Indonesia*, 12(2), 188-209.
- Ambarsari, N., Komala, N., & Budiyo, A. (2010). Pengaruh karbon monoksida terhadap ozon permukaan. *Widyariset*, 13(3), 59-64.
- Bhattacharjee, P. K. (2010). Global warming impact on the earth. *International Journal of Environmental Science and Development*, 1(3), 219.
- Cordova, M. R. (2011). Identifikasi Industri Berdasarkan Limbah Yang Menunjang Perekonomian Nelayan Namun Relatif Menurunkan Kualitas Air Dan Produksi Perikanan. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 1(2), 120.
- Ester, K. G., Rusdiansyah, A., dan Arvitrida, N. I. (2012). Pengembangan model sistem dinamik untuk mengkaji pengaruh perubahan jumlah tangkap ikan lemuru terhadap industri cold storage dipelabuhan Muncar. [Tesis]. IPB University, Bogor.
- Harjanto, T. R. (2008). Dampak lingkungan pusat

- listrik tenaga fosil dan prospek PLTN sebagai sumber energi listrik nasional. Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir, BATAN. 1(1), 39-50.
- Harjanto, T. R., Fahrurrozi, M., & Bendiyasa, I. M. (2012). Life cycle assessment pabrik semen PT Holcim Indonesia Tbk. pabrik Cilacap: komparasi antara bahan bakar batubara dengan biomassa. *Jurnal Rekayasa Proses*, 6(2), 51-58.
- Hospido, A., Vazquez, M. E., Cuevas, A., Feijoo, G., & Moreira, M. T. (2006). Environmental assessment of canned tuna manufacture with a life-cycle perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 47(1), 56-72.
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change (2006a). *IPCC guidelines for national greenhouse and gas inventories: Volume 2- Energy*. Japan: IGES.
- [ISO] International Standart Organization. (2006a). *ISO 14040 Environmental management – life cycle assessment – principles and framework*. Switzerland: ISO.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. (2012). *Pedoman penyelenggaraan inventarisasi gas rumah kaca nasional, Buku II Volume 1-Metodologi perhitungan tingkat emisi gas rumah kaca: Pengadaan dan penggunaan energi*. Jakarta: KLH.
- Latuconsina, H. (2010). Dampak pemanasan global terhadap ekosistem pesisir dan lautan. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 3(1), 30-37.
- Lee, K. M., & Inaba, A. (2004). *Life cycle assessment: best practices of ISO 14040 series*. Center for Ecodesign and LCA (CEL), Ajou University.
- Sirait, M. (2016). Potensi dampak lingkungan pada proses produksi liquid cristal display (lcd) komputer. *Journal of Engineering and Management in Industrial System*, 4(1), 40-48.
- Marriott, J. (2007). *An electricity-focused economic input-output model: life cycle assessment and policy implications of future electricity generation scenearios*. Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon University, Pittsburgh.
- Rahmadyani, H., & Kusuma, H. E. (2019). Empat kelompok perilaku boros energi: penyusunan hipotesis menggunakan grounded theory. Program Studi Magister Arsitektur. ITB: Bandung.
- Setiyono, S., & Yudo, S. (2008). Dampak Pencemaran Lingkungan Akibat Limbah Industri Pengolahan Ikan di Muncar (Studi Kasus Kawasan Industri Pengolahan Ikan di Muncar–Banyuwangi). *Jurnal Air Indonesia*, 4(1).
- Sugiyono, A. (2014). Permasalahan kebijakan energi saat ini. Prosidng peluncuran buku Outlook Energi Indonesia 2014 & Seminar Bersama BPPT dan BKK-PIL. 9-16.
- [UPT] Unit Pelaksana Teknis Pelabuhan Perikanan Pantai Muncar. (2010). *Laporan tahunan UPT Muncar*. Banyuwangi: UPT.
- World Development Report. 2010. *Laporan pembangunan dunia 2010; Pembangunan daan perubahan iklim*. Jakarta: Salemba empat.
- Yadav, R., Sahu, L. K., Beig, G., Tripathi, N., & Jaaffrey, S. N. A. (2017). Ambient particulate matter and carbon monoxide at an urban site of India: influence of anthropogenic emissions and dust storms. *Environmental Pollution*, 225, 291-303.
- Yani, M., Warsiki, E., & TIP, N. W. (2014). Penilaian daur hidup botol gelas pada produk minuman teh. *Journal of Agroindustrial Technology*, 24(2), 166-178.