

Perbandingan Dampak Lingkungan *Energy Corrected Milk* Produksi Susu Segar pada Peternakan Konvensional dan Peternakan Organik dengan Metode *Life Cycle Assessment*

Ahmad Erlan Afiuddin*, Tanti Utami Dewi, Am Maisarah Disrinama,
Krisna Sindu Alan Darmasaputra, Muhamad Hanif Dzulfikar

Teknik Pengolahan Limbah, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jawa Timur

*Koresponden email: erlan.ahmad@ppns.ac.id

Diterima: 31 Oktober 2024

Disetujui: 14 November 2024

Abstract

KPSP Setia Kawan has two types of farms, namely conventional dairy farms and organic dairy farms. The research results show that in the milk production process of 1 kg of ECM (Energy Corrected Milk) which was delivered to the farm gate for 1 year, the total carbon footprint of milk produced by dairy farms in 2010 was 1.23 ± 0.04 kg CO₂ Eq/kg ECM, 80% comes from on-farm activities. This research will apply the Life Cycle Assessment method with the CMLIA Baseline impact method. This method can be used to carry out impact assessments in the livestock sector so it is common for LCA studies in the dairy sector so it is most suitable for conducting comparative studies. It is hoped that with this research, animal husbandry can find out the effectiveness of implementing organic cattle farming in reducing environmental impacts compared to conventional cattle farming and help promote animal husbandry that prioritizes environmental aspects in the production and supporting processes.

Keywords: *CMLIA, Energy Corrected Milk, LCA, Conventional Dairy Farming, Organic Dairy Farming*

Abstrak

KPSP Setia Kawan memiliki dua jenis peternakan yaitu peternakan sapi perah konvensional dan peternakan sapi perah organik. Hasil penelitian menunjukkan pada proses produksi susu 1 kg ECM (Energy Corrected Milk) yang dikirimkan pada gerbang pertanian selama 1 tahun, jejak karbon total susu yang diproduksi oleh peternakan sapi perah di tahun 2010 adalah $1,23 \pm 0,04$ kg CO₂ Eq/ kg ECM, 80% berasal dari kegiatan on-farm. Penelitian ini akan menerapkan metode Life Cycle Assessment dengan metode dampak CMLIA Baseline. Metode ini dapat digunakan untuk melakukan penilaian dampak pada sektor peternakan sehingga umum untuk studi LCA pada sektor susu sehingga paling cocok untuk dilakukan studi perbandingan. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, pihak peternakan dapat mengetahui efektivitas penerapan peternakan sapi organik dalam menurunkan dampak lingkungan dibandingkan peternakan sapi konvensional dan membantu mempromosikan peternakan yang mengedepankan aspek lingkungan pada proses produksi dan penunjangnya.

Kata Kunci: *CMLIA, Energy Corrected Milk, LCA, Peternakan konvensional, Peternakan organik*

1. Pendahuluan

Susu segar hasil produksi peternakan rakyat Indonesia pada umumnya akan disetorkan kepada koperasi atau KPSP. Koperasi Peternakan Sapi Perah (KPSP) Setia Kawan adalah salah satu koperasi yang bergerak di bidang produksi susu. Kegiatan utama dari KPSP adalah sebagai penampungan susu yang diperoleh dari pengumpul susu yang menjadi anggota dari KPSP, selanjutnya akan disetorkan ke pabrik pengolahan susu. Peternak menyetorkan susu segar hasil perahannya ke koperasi, KPSP Setia Kawan menyediakan Pos Penampungan Susu (PPS) yang dilengkapi dengan pendingin, genset, dan alat uji kualitas. Saat ini terdapat sebanyak 33 unit PPS, tersebar di Kawasan usaha ternak sapi perah anggota di dalam dan di luar kecamatan Tukur. Aktivitas yang dilakukan peternak dalam memproduksi susu segar sampai diolah di koperasi tersebut menghasilkan limbah yang memiliki dampak negatif untuk lingkungan.

KPSP Setia Kawan memiliki dua jenis peternakan yaitu peternakan sapi perah konvensional dan peternakan sapi perah organik. Peternakan susu organik merupakan peternakan susu yang bebas dari bahan berbahaya yang memiliki basis kelestarian lingkungan dan kesejahteraan ternak. Peternakan sapi perah organik menerapkan standar minimal untuk menjamin hewan ternak dapat hidup dengan baik [1]. peternakan organik bertujuan untuk mewujudkan produksi yang ramah lingkungan, mempertahankan kesehatan hewan, mencapai standar kesejahteraan hewan yang tinggi dan menghasilkan produk berkualitas

tinggi. Nilai-nilai dalam kesejahteraan hewan, pelestarian lingkungan dan kualitas produk merupakan pertimbangan penting konsumen dan produsen dalam memproduksi serta mengonsumsi produk pertanian (Lu & Gangyi 2008) [2].

Saat ini permintaan terhadap susu organik meningkat dengan asumsi saat ini permintaan terhadap susu organik meningkat dengan asumsi bahwa dengan mengonsumsi susu yang berasal dari peternakan organik akan memberikan manfaat yang berbeda dibandingkan dengan mengonsumsi susu dari peternakan konvensional [3]. Harga susu yang berasal dari peternakan organik lebih tinggi dari susu yang berasal dari peternakan konvensional, karena susu organik diproduksi dengan ramah lingkungan dari ternak yang tidak menggunakan antibiotika, hormon, bahan kimia sintetis, tanpa modifikasi genetik sehingga memiliki manfaat potensial bagi kesehatan manusia [1].

Pengolahan susu segar menjadi susu yang siap untuk dikonsumsi akan melalui proses yang menimbulkan emisi, sehingga akan berdampak pada lingkungan. Sektor peternakan sapi perah di Indonesia memberikan kontribusi emisi gas rumah kaca sebesar 3,8% [4]. Pengevaluasian dampak lingkungan yang ditimbulkan pada produksi susu peternakan sapi perah dapat menggunakan perspektif *cradle to gate*, diantaranya pada proses pertanian untuk pakan sapi, pabrik konsentrat, kegiatan peternakan, transportasi, dan penggunaan listrik dan bahan bakar transportasi. Hasil penelitian menunjukkan pada produksi susu 1 kg ECM (*Energy Corrected Milk*) yang dikirimkan pada gerbang pertanian selama 1 tahun, jejak karbon total susu yang diproduksi oleh peternakan sapi perah di tahun 2010 adalah $1,23 \pm 0,04$ kg CO₂ Eq/kg ECM, 80% berasal dari kegiatan on-farm [5].

2. Metode Penelitian

Berikut merupakan penjelasan langkah-langkah yang akan digunakan dalam penelitian sehingga berjalan terstruktur dan sistematis untuk memudahkan pelaksanaan penelitian.

1. Menyusun Studi Literatur

Tahapan studi literatur dilakukan untuk memperkaya wawasan serta menemukan metode penyelesaian masalah yang sesuai untuk penelitian ini. Sumber literatur yang digunakan dapat berasal dari artikel ilmiah, jurnal nasional maupun internasional, buku, thesis atau bahan lain yang berhubungan dengan penelitian. Studi literatur yang dibutuhkan pada penelitian ini meliputi:

1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian
2. Peternakan Sapi Perah Konvensional
3. Peternakan Sapi Perah Organik
4. Limbah Peternakan
5. Life Cycle Assessment (LCA)
6. CML-IA
7. Unit Fungsional
8. Aksi Mitigasi

2. Mengerjakan Sesuai Tahapan-Tahapan LCA

Berikut merupakan tahapan dari life cycle assessment [6]

1. Goal and Scope Definition

penentuan tujuan dan ruang lingkup akan menjadi dasar dalam melakukan inventarisasi data sampai dengan penilaian dampak lingkungan yang dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan dampak lingkungan yang terjadi pada siklus produksi susu segar pada peternakan sapi perah konvensional dan peternakan sapi perah organik. Sedangkan batas sistem yang dikaji dalam penelitian ini yaitu *cradle to gate* dimana terbatas hanya pada kegiatan pemeliharaan sapi, pemerahan susu sapi, pendinginan susu, dan kegiatan transportasi hingga ke pabrik pengolahan susu. Ruang lingkup dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar. Untuk unit fungsi yang digunakan dalam kajian LCA ini yaitu satu kg ECM susu segar. Sehingga, hasil dampak lingkungan yang dihasilkan adalah dampak dari setiap satu kg ECM susu segar yang diproduksi.

2. Life Cycle Inventory

Kegiatan inventarisasi daur hidup pada produksi susu segar yaitu pada proses pemasukan data-data yang telah diperoleh sebelumnya. Data tersebut meliputi data input dan output yang berupa jumlah bahan baku, energi, produk, dan emisi. Data pada tahap ini yaitu berupa data siklus daur hidup produk selama satu tahun untuk data sekunder yang meliputi jumlah populasi, penggunaan listrik,

dan jumlah susu yang didistribusikan. Sedangkan untuk data primer berupa hasil wawancara dan pengujian merupakan data yang diambil untuk satu tahun.

3. Life Cycle Impact Assessment

Penilaian dampak pada daur hidup produk susu segar dari peternakan sapi perah konvensional dan peternakan sapi perah organik dilakukan untuk mengevaluasi dampak lingkungan yang dihasilkan berdasarkan hasil analisis inventori. Data-data yang telah diinventarisasi kemudian akan diolah menggunakan software OpenLCA 1.11.0.

4. Interpretation

Interpretasi merupakan tahapan terakhir dari analisis LCA. Terdapat dua tahapan dalam interpretasi sebelum menentukan rekomendasi alternatif mitigasi yaitu identifikasi isu penting (hotspot) dan evaluasi data.

3. Melakukan Evaluasi Data

Evaluasi data bertujuan untuk meningkatkan kepercayaan dan kendala hasil kajian LCA atau LCI dari hasil penilaian siklus hidup, termasuk isu penting yang teridentifikasi dalam unsur pertama dari interpretasi. Evaluasi meliputi pemeriksaan kelengkapan, pemeriksaan sensitivitas, pemeriksaan konsistensi, dan validasi lain yang mungkin dibutuhkan sesuai dengan tujuan dan definisi ruang lingkup penelitian. Hasil evaluasi harus disajikan dengan cara memberikan pandangan yang jelas dan mudah dipahami tentang hasil studi.

4. Menentukan Hasil dan Pembahasan

Data-data yang telah didapatkan selanjutnya akan dianalisis menggunakan software OpenLCA 1.11.0. Proses analisis data menggunakan metode LCA memiliki empat tahap yang saling berkaitan satu sama lain. Tahapan-tahapan ini yaitu penentuan tujuan dan ruang lingkup (goal and scope), inventarisasi daur hidup (life cycle inventory), penilaian dampak daur hidup (life cycle impact assessment), dan interpretasi.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan unit fungsional Energy Corrected Milk (ECM). Unit fungsional memungkinkan terjadinya perbandingan sistem produk alternatif, dan hanya produk dengan fungsi sama yang dapat dibandingkan [7], tidak sah jika membandingkan emisi per unit susu dengan emisi per unit daging. Menghubungkan emisi dengan unit susu yang diproduksi, efisiensi produksi dan dampak lingkungan menjadi terintegrasi [8]. Kebanyakan LCA yang ditinjau menggunakan massa susu sebagai unit fungsional. Pendekatan yang paling umum adalah dengan modifikasi massa susu menggunakan 1 kg susu yang dikoreksi energi (ECM) (Sjaunja dkk., 1990) [9].

$$\text{kg ECM} = \text{kg milk} \times (0,25 + 0,122 \times \text{Fat}\% + 0,077 \times \text{Protein}\%)$$

Dimana:

kg milk = Berat susu

fat % = persentase lemak

protein % = persentase protein

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui observasi, wawancara dan studi dokumen. Pengolahan data menggunakan analisis *life cycle assessment* dengan metode CML-IA dan menggunakan *database* Agribalyse. Hasil analisis LCA kemudian dibandingkan antara peternakan konvensional dan peternakan organik untuk mengevaluasi potensi dampak yang ditimbulkan.

Goals and Scope Definition

a) Goal

Tujuan dari kajian LCA ini adalah untuk membandingkan dampak lingkungan yang ditimbulkan antara peternakan konvensional dan peternakan organik

b) Scope

Ruang lingkup pada kajian LCA ini terbatas pada sistem *cradle to gate*, yaitu proses produksi susu segar. Sistem yang akan dikaji meliputi kegiatan transportasi, ladang, kegiatan peternakan, dan pos penampungan susu.

Life Cycle Inventory

Life cycle inventory pada penelitian ini membutuhkan input dan output setiap unit proses pada tahun 2023 untuk dimasukkan ke dalam software Open LCA. Data inventory didapatkan dari hasil wawancara kepada pihak KPSP Setia Kawan. **Tabel 1** dan **Tabel 2** merupakan *input* dan *output* setiap unit pada proses produksi susu konvensional dan susu organik.

Tabel 1. Inventori Peternakan Konvensional

Unit Kegiatan	Input-Output	Data Inventori	Satuan	Jumlah
Gate				
Transportasi dari peternakan konvensional ke ladang 1	Input output	BBM	Liter	26.07
		Rumput	Ton	-
		CH4	Ton CH4	0.0000156
		CO2	Ton CO2	0.0068
		N2O	Ton N2O	0.00000012
		SO2	Ton SO2	0.00000048
		Ton CO	Ton CO	0.00168000
		PM10	Ton PM10	0.00001450
		Nox	Ton Nox	0.00001750
		Transportasi dari peternakan konvensional ke ladang 2	Input output	BBM
Rumput	Ton			-
CH4	Ton CH4			0.00001500
CO2	Ton CO2			0.0059500
N2O	Ton N2O			0.0000001050
SO2	Ton SO2			0.00000042
Ton CO	Ton CO			0.0007500
PM10	Ton PM10			0.0000125
Nox	Ton Nox			0.0000150
Transportasi dari ladang 1 ke peternakan konvensional	Input output			BBM
		Rumput	Ton	60.00
		CH4	Ton CH4	0.00002
		CO2	Ton CO2	0.0068
		N2O	Ton N2O	0.00000012
		SO2	Ton SO2	0.00000048
		Ton CO	Ton CO	0.00168000
		PM10	Ton PM10	0.00001450
		Nox	Ton Nox	0.00001750
		Transportasi dari ladang 2 ke peternakan konvensional	Input output	BBM
Rumput	Ton			50.00
CH4	Ton CH4			0.0000150
CO2	Ton CO2			0.0059500
N2O	Ton N2O			0.0000001
SO2	Ton SO2			0.0000004
Ton CO	Ton CO			0.0007500
PM10	Ton PM10			0.0000125
Nox	Ton Nox			0.0000150
Cradle				
Ladang 1	Input Output	Pupuk Urea	Ton	0.04
		N2O	Ton N2O	0.000553
		CO2	Ton CO2	0.025784
Ladang 2	Input Output	Pupuk Urea	Ton	0.1
		N2O	Ton N2O	0.001571
		CO2	Ton CO2	0.0733
Pabrik konsentrat				
mixer horizontal	Input Output	Listrik	watt	18000
		CO2	Ton CO2	0.05792634
Mixer vertikal	Input Output	Listrik	watt	15000
		CO2	Ton CO2	0.144818384
Timbangan digital	Input Output	Listrik	watt	100
		CO2	Ton CO2	0.000321819
Mesin jahit	Input Output	Listrik	watt	160
		CO2	Ton CO2	0.000514932
Gate				
Transportasi dari pabrik konsentrat ke peternak	Input output	BBM	Liter	
		Konsentrat	Ton	
		CH4	Ton CH4	0.000146
		CO2	Ton CO2	11.6
		N2O	Ton N2O	0.00045

Unit Kegiatan	Input-Output	Data Inventori	Satuan	Jumlah
		SO2	Ton SO2	0.01
		CO	Ton CO	0.12
		PM10	Ton PM10	0.02
		Nox	Ton Nox	0.3
Cradle				
Kegiatan Peternakan	Input	Rumput	Ton	110
		Konsentrat	Ton	20.5
		Air pakan dan minum sapi	m3	51.1
		Air pembersihan kandang	m3	100.38
		Listrik	kWh	140.16
	Output	Air Limbah	m3	75.285
		Susu segar	Kg ECM	2234.7
	Emisi ke udara	CO2	Ton CO2	0.122
		N2O	Ton N2O	0.0001
		CH4	Ton CH4	0.323
	Emisi ke tanah	Kotoran sapi	Ton	45.625
	Emisi ke air	TSS	Ton TSS	1
		BOD	Ton BOD	0.3
		COD	Ton COD	0.3
		Amonia	Ton amonia	0.01
		pH	-	9
Gate				
Transportasi peternak ke pos penampungan susu	Input	BBM	Liter	365
	output	Susu segar	Kg ECM	2234.7
		CH4	Ton CH4	0.0007
		CO2	Ton CO2	0.3
		N2O	Ton N2O	0.000006
		SO2	Ton SO2	0.00002
		Ton CO	Ton CO	0.04
		PM10	Ton PM10	0.0007
		Nox	Ton Nox	0.0008
Pos penampungan susu	Input	susu segar	Kg ECM	25455.9
		Listrik		51894.24
		Air pembersihan bejana susu		182.5
	Output	Susu segar	Kg ECM	25455.9
		Air limbah	m3	136.8
	Emisi ke udara	CO2	Ton CO2	3,963
	Emisi ke Air	TSS	Ton TSS	0.017557423
		BOD	Ton BOD	0.004389356
		COD	Ton COD	0.008778711
		Amonia	Ton amonia	0.0000026
		pH	-	9
Transportasi susu ke industri pengolahan susu	Input	BBM	Liter	365
	output	Susu segar	Ton	25455.9
		CH4	Ton CH4	0.0000878
		CO2	Ton CO2	6.101204436
		N2O	Ton N2O	0.000238781
		SO2	Ton SO2	0.006145098
		Ton CO	Ton CO	0.064962464
		PM10	Ton PM10	0.010534454
		Nox	Ton Nox	0.140459383

Tabel 2. Inventori Peternakan Organik

Unit Kegiatan	Input-Output	Data Inventori	Satuan	Jumlah
Gate				
Transportasi petani ke ladang 1	Input output	BBM	Liter	109.5
		CH4	Ton CH4	0.0006
		CO2	Ton CO2	0.2
		N2O	Ton N2O	0.000004
		SO2	Ton SO2	0.00002
		CO	Ton CO	0.03
		PM10	Ton PM10	0.0005
		Nox	Ton Nox	0.0006
Cradle				
Ladang 1	Input Output	Pupuk kandang	Ton	0.0001
		N2O	Ton N2O	0.0000058
		Rumput	Ton	91250
Gate				
Transportasi ladang ke peternakan	Input output	BBM	Liter	1825
		Rumput	Ton	1460
		CH4	Ton CH4	0.001
		CO2	Ton CO2	1.2
		N2O	Ton N2O	0.000143
		SO2	Ton SO2	0.00008
		CO	Ton CO	0.32
		PM10	Ton PM10	0.0025
		Nox	Ton Nox	0.0204
		Pabrik konsentrat		
Konveyor	Input Output	Listrik	watt	2200
		CO2	Ton CO2	0.015732921
mixer horizontal	Input Output	Listrik	watt	18000
		CO2	Ton CO2	0.112592466
Pompa	Input Output	Listrik	watt	3000
		CO2	Ton CO2	0.021452618
Timbangan digital	Input Output	Listrik	watt	100
		CO2	Ton CO2	0.000714962
Mesin jahit	Input Output	Listrik	watt	160
		CO2	Ton CO2	0.00114469
Cradle				
Kegiatan Peternakan	Input	Rumput	Ton	456
		Konsentrat	Ton	109.5
		Air pakan dan minum sapi	m3	54.75
		Air pembersihan kandang	m3	328.5
	Output	Listrik	kWh	366.34
		Air Limbah	m3	246.375
	Emisi ke udara	Susu segar	Kg ECM	5816.1
		CO2	Ton CO2	0.319
		N2O	Ton N2O	0.0001
	Emisi ke tanah	CH4	Ton CH4	0.447
		Kotoran sapi	Ton	45.625
	Emisi ke air	TSS	Ton TSS	0.3
		BOD	Ton BOD	0.3
		COD	Ton COD	0.5
		Amonia	Ton	0.01
		pH	-	9
Gate				
Transportasi peternakan ke industri pengolahan susu	Input output	BBM	Liter	1825
		Susu segar	Kg ECM	5816.1
		CH4	Ton CH4	0.0001
		CO2	Ton CO2	0.7
		N2O	Ton N2O	0.000086

Unit Kegiatan	Input-Output	Data Inventori	Satuan	Jumlah
		SO2	Ton SO2	0.00005
		CO	Ton CO	0.19
		PM10	Ton PM10	0.0015
		Nox	Ton Nox	0.0123

Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

a. Characterization

Karakterisasi adalah tahap identifikasi dan pengelompokan data input yang didapatkan dari tahap LCI kedalam kategori dampak lingkungan sesuai dengan metode serta database yang digunakan. Tahap ini akan mengukur kontribusi dampak suatu produk atau kegiatan pada setiap indikator dampak. Nilai karakterisasi dampak lingkungan pada proses

Characterization merupakan tahapan *input* dan *output* dinilai kontribusinya berdasarkan dampak yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya sesuai dengan metode dan basis data yang digunakan.

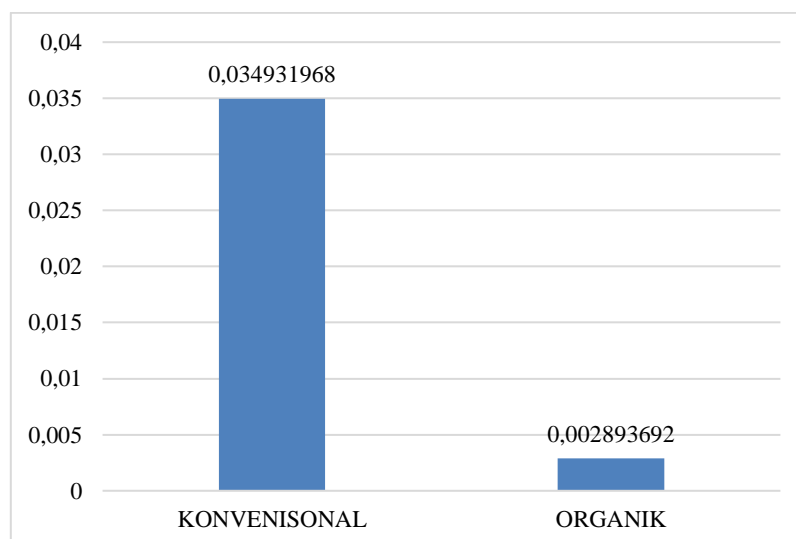
Evaluasi Dampak

Kesetaraan sistem yang akan dibandingkan harus dievaluasi sebelum menginterpretasikan hasil dalam kajian komparatif. Selain itu, lingkup kajian harus didefinisikan sedemikian rupa sehingga beberapa sistem terkait dapat dibandingkan. Sistem tersebut harus dibandingkan dengan unit fungsi yang sama dan pertimbangan metodologis yang setara, seperti kinerja, batas sistem, kualitas data, prosedur alokasi, aturan keputusan dalam mengevaluasi masukan, keluaran, serta penilaian dampak. Perbedaan antar sistem terkait parameter tersebut harus diidentifikasi dan dilaporkan [10]

Perbandingan dampak lingkungan menggunakan karakterisasi pada midpoint untuk mendapatkan hasil komparatif yang lebih spesifik [11]. Hasil dampak yang muncul dari kegiatan peternakan konvensional dan peternakan organik meliputi acidification, eutrophication, global warming potential, human toxicity, photochemical oxidation. Selanjutnya dampak pada peternakan konvensional dan peternakan organik dibandingkan agar dapat diketahui jenis peternakan yang memiliki dampak lebih besar terhadap lingkungan. Berikut merupakan hasil perbandingan dampak antar peternakan konvensional dan peternakan organik.

a) Acidification

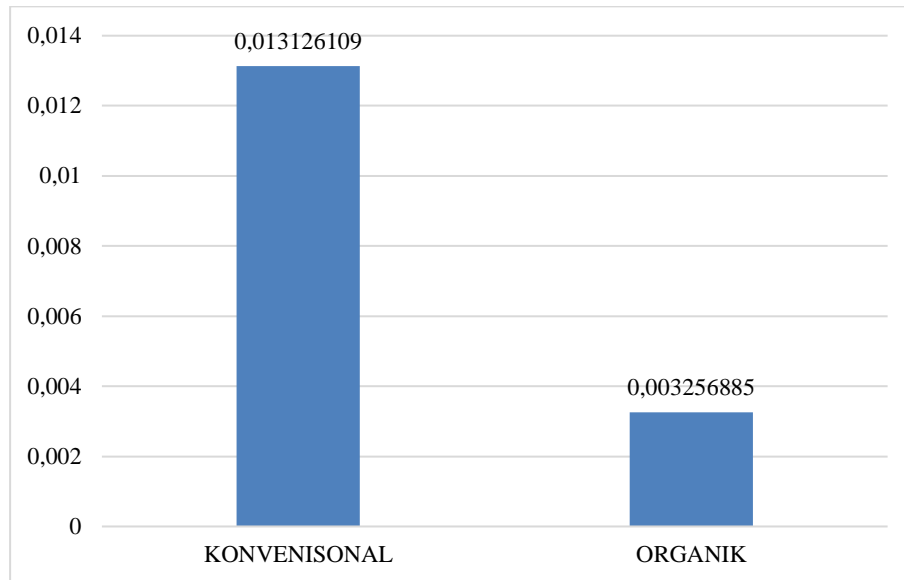
Dampak Asidifikasi dipengaruhi oleh parameter NO_x dan SO_2 yang berasal dari kegiatan transportasi. Dampak asidifikasi peternakan konvensional lebih besar daripada peternakan organik karena jarak yang ditempuh dalam kegiatan peternakan konvensional lebih jauh daripada peternakan organik. Hal ini terjadi Ketika jenis polutan SO_2 dan NO_x mencapai atmosfer bereaksi dengan uap air dan mengalami oksidasi serta menghasilkan asam sulfat dan asam nitrat dalam awan yang kemudian jatuh ke tanah dalam hujan atau salju (wet deposition). Pengasaman meningkat karena nilai SO_2 dan NO_x yang meningkat [12]. Perbandingan dampak *Acidification* dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Perbandingan dampak *Acidification*

b) Eutrophication

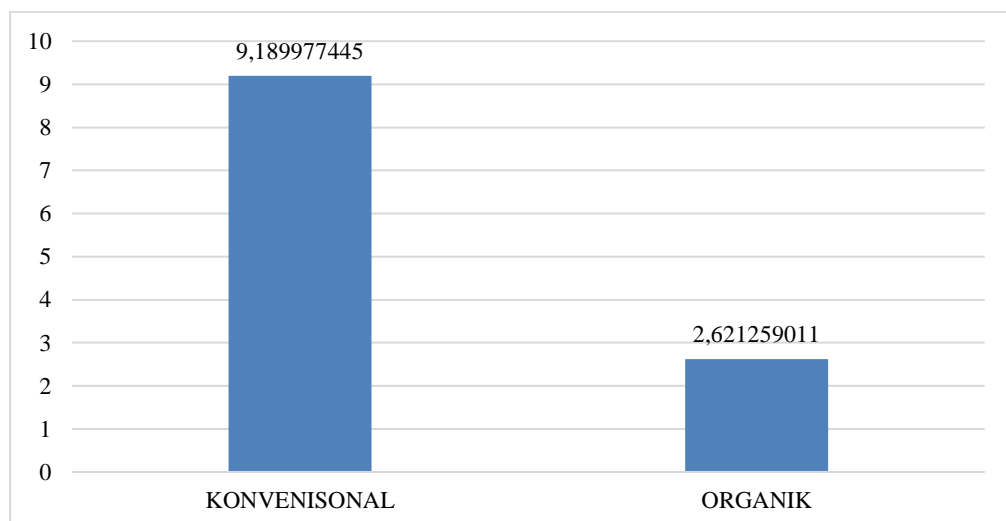
Dampak Eutrofikasi dipengaruhi oleh parameter COD, Amonia, N₂O, dan NO_x. Dampak eutrofikasi dari kegiatan transportasi dan kegiatan peternakan konvensional lebih besar daripada peternakan Organik karena jarak yang ditempuh dalam kegiatan peternakan konvensional lebih jauh daripada peternakan Organik. Hal ini disebabkan karena kendaraan bermotor menghasilkan emisi berupa NO_x [13]. Pada kegiatan peternakan konvensional menghasilkan lebih banyak COD dan ammonia. Kotoran sapi yang telah bercampur dengan air limbah maupun air alami dari aktivitas peternakan menjadi sumber emisi COD dan fosfat [14]. Perbandingan dampak *Eutrophication* dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Perbandingan dampak *Eutrophication*

c) Global Warming Potential

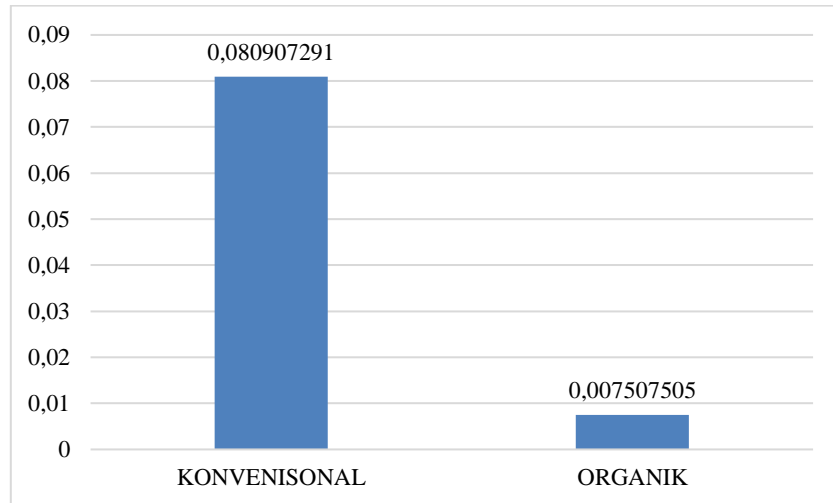
Dampak global warming potential dipengaruhi oleh parameter CO₂, CH₄, NO_x yang berasal dari kegiatan transportasi. Dampak global warming potential peternakan konvensional lebih besar daripada peternakan organik karena jarak yang ditempuh dalam kegiatan transportasi peternakan konvensional lebih jauh daripada peternakan organik. selain itu emisi CO₂ dihasilkan dari penggunaan listrik yang dikonversikan menjadi gas CO₂ [15]. Penggunaan listrik di peternakan konvensional lebih banyak karena pada pabrik konsentrat menggunakan mixer vertikal yang memiliki daya tinggi yaitu 15000 watt sedangkan pada peternakan organik tidak terdapat mixer vertikal. Perbandingan dampak *Global Warming Potential* dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Perbandingan dampak *Global Warming Potential*

d) **Human Toxicity**

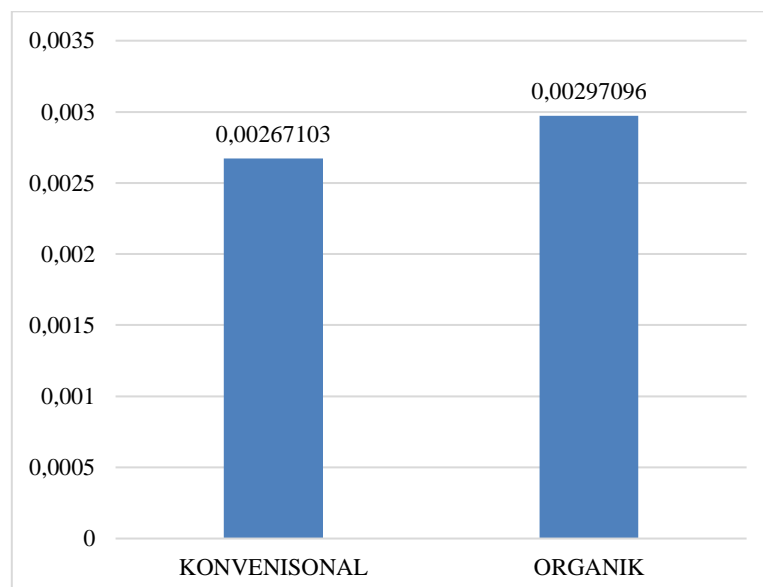
Dampak human toxicity dipengaruhi oleh parameter NO_x , PM_{10} , SO_2 yang berasal dari kegiatan transportasi. Dampak human toxicity peternakan konvensional lebih besar daripada peternakan organik karena jarak yang ditempuh dalam kegiatan peternakan konvensional lebih jauh daripada peternakan organik. Hal ini disebabkan karena besarnya emisi NO_x , PM_{10} , SO_2 yang dihasilkan dari aktivitas kendaraan yang menggunakan bahan bakar fosil. Zat beracun tersebut dapat masuk melalui pernapasan (udara), pencemaran (makanan/air) atau penetrasi kulit yang tidak berhubungan dengan efek kanker [16]. Perbandingan dampak *Human Toxicity* dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Perbandingan dampak *Human Toxicity*

e) **Photochemical Oxidation**

Dampak Photochemical Oxidation dipengaruhi oleh parameter CO , CH_4 dan SO_2 yang berasal dari kegiatan transportasi dan peternakan. Dampak Photochemical Oxidation peternakan Organik lebih besar daripada peternakan Konvensional karena faktor konversi BBM ke CO dari penggunaan pickup yang digunakan di peternakan organik lebih besar dari pada faktor konversi BBM ke CO dari penggunaan truk yang digunakan oleh peternakan Konvensional. Perbandingan dampak *Photochemical Oxidation* dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Perbandingan dampak *Photochemical Oxidation*

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis LCA pada kedua jenis peternakan yaitu peternakan konvensional dan peternakan organik dihasilkan 5 kategori dampak yaitu asidifikasi, eutrofikasi, *global warming potential*, *human toxicity*, *photochemical oxidation*. Setelah dilakukan eval dampak dapat diketahui pada kelima

dampak tersebut yang paling besar berasal dari peternakan konvensional karena perbedaan jenis penggunaan pupuk antar ladang jenis peternakan, perbedaan antara jarak transportasi serta lebih banyaknya unit yang digunakan pada peternakan konvensional lebih banyak daripada peternakan organik.

5. Referensi

- [1] Schwendel BH, Wester TJ, Morel PCH, Tavendale MH, Deadman C, Shadbolt NM, Otter DE. 2015. Invited review: Organic and conventionally produced milk- An evaluation of factors influencing milk composition. *J Dairy Sci.* 98:721-746.
- [2] Lu, C. D., Gangyi, X., & Kawas, J. R. (2010). Organic goat production, processing and marketing: Opportunities, challenges and outlook. *Small Ruminant Research*, 89(2-3), 102-109.
- [3] Malissiova E, Tzora A, Katsioulis A, Hatzinikou M, Tsakalof A, Arvanitoyannis IS, Govaris A, Hadjichristodoulou C. 2015. Relationship between production conditions and milk gross composition in ewe's and goat's organic and conventional farms in central Greece. *Dairy Sci Technol.* 95:437-450.
- [4] Permana, I. G., & Qurimanasari, E. (2012). Greenhouses gases emissions from dairy cattle in Indonesia.
- [5] Brilianty, S. L., Suprihatin, S., & Purwoko, P. (2022). Penilaian Daur Hidup Produk Susu Sapi Segar: Studi Kasus Di KPBS Pangalengan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 32(3), 220-228.
- [6] Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI ISO 14040: 2016 tentang Manajemen Lingkungan – Penilaian Daur Hidup – Prinsip dan Kerangka Kerja. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [7] International Organization for Standardization (ISO), 2006a. Environment Management e Life Cycle Assessment e Principles and Framework. EN ISO 14040.
- [8] Haas, G., Wetterich, F., & Geier, U. (2000). Life cycle assessment framework in agriculture on the farm level. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 5, 345-348.
- [9] Sjaunja, L. O., Baevre, L., Junkkarinen, L., Pedersen, J., & Setälä, J. (1991). A Nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula.
- [10] Badan Standarisasi Nasional. 2017. SNI ISO 14044: 2017 tentang Manajemen Lingkungan – Penilaian Daur Hidup – Persyaratan dan Panduan – International Standard ISO 14044. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [11] Maharani, M. (2022). Evaluasi Program Unggulan Pengelolaan Lingkungan PLTU X Di Jawa Timur Menggunakan Life Cycle Assessment (LCA) dan Analytical Hierarchy Process (AHP) (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [12] Norton SA, Kopáček J, dan Fernandez IJ. 2013. Acid rain - acidification and recovery. *Treatise on Geochemistry 2nd Edition*. doi.org/10.1016/B978-0-08-095975-7.00910-4
- [13] Guntoro, N. A. (2015). Analisis Kajian Proses Penghancuran Polutan Oksida Toksik Nox Melalui Rekayasa Teknologi Plasma Sebagai Green Technology. *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 16(3), 39-44.
- [14] Taufiq, F. M., & Padmi, T. (2016). Life cycle assessment of dairy farms. *Reviews on Environmental Health*, 31(1), 187-190.
- [15] Cahyaputri, B. dan Yani, M. (2021) “Implementasi Penilaian Daur Hidup Produk Susu Sapi Segar (Studi Kasus Koperasi Peternak Mjm),” *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 31(1), hal. 78–87.
- [16] EC. 2013. Commission Recommendation of 9 April 2013 on the Use of Common Methods to Measure and Communicate The Life Cycle Environmental Performance of Products and Organisations. OJ L124, 04.05.2013. Hal: 1 – 210.