

## PENILAIAN DAUR HIDUP PRODUK SUSU SAPI SEGAR: STUDI KASUS DI KPBS PANGALENGAN

### LIFE CYCLE ASSESSMENT OF FRESH COW MILK: A CASE STUDY AT KPBS PANGALENGAN

Sri Lina Brilianty\*, Suprihatin, dan Purwoko

Program Studi Teknik Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, West Java, Indonesia

\*Email korespondensi: [sherlybrilianty@apps.ipb.ac.id](mailto:sherlybrilianty@apps.ipb.ac.id)

Makalah: Diterima 16 Juli 2022; Diperbaiki 18 Oktober 2022; Disetujui 30 Oktober 2022

#### ABSTRACT

*Milk is food from livestock (animal) from dairy cows which contains protein, fat, vitamins, and minerals that can affect nutritional levels, especially in children during their growth period. The high interest in milk consumption in Indonesia affects the milk processing industry to increase every year. Starting from smallholder farms, milk can be processed into dairy products that are suitable for consumption by the community. The process of processing whole milk into dairy products that are ready to be consumed through a process that produces emissions, so that it has the potential to have an impact on the environment. The purpose of this study is to identify and quantify the materials and energy used, the amount of emissions produced from the milk production process, and estimate the magnitude of the impact on the environment and provide recommendations for alternative process improvements to minimize these impacts. The method used is a life cycle assessment (LCA) with a cradle to gate scope, starting from activities in livestock, animal feed, transportation, and process activities in cooperatives. The emission impacts studied in this study are greenhouse gases (GHG), acidification, and eutrophication. The case study was conducted at the South Bandung Dairy Cooperative (KPBS) Pangalengan. This cooperative consists of thousands of small-scale dairy farmers who contribute to the milk processing industry in Indonesia. Based on the results of the study, the impact values of GHG, acidification, and eutrophication per 1 kg of milk were 10,1 kg CO<sub>2</sub> eq, 0.03 kg SO<sub>2</sub> eq, and 0.03 kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq, respectively. Transportation and activities on livestock are the highest hotspots in these emissions. Efforts to reduce environmental impacts that can be done are by implementing an integrated livestock system for the utilization of nutrients from cow dung waste.*

*Keywords: acidification, eutrophication, fresh milk, greenhouse gases, LCA*

#### ABSTRAK

Susu merupakan pangan asal ternak (hewani) dari sapi perah yang memiliki kandungan protein, lemak, vitamin, dan mineral yang dapat mempengaruhi kadar gizi, terutama pada anak-anak dalam masa pertumbuhannya. Tingginya minat konsumsi susu di Indonesia mempengaruhi industri pengolahan susu meningkat setiap tahunnya. Dimulai dari peternakan rakyat, susu dapat diolah menjadi produk susu yang layak dikonsumsi oleh masyarakat. Proses pengolahan susu segar menjadi produk susu yang siap dikonsumsi melalui proses yang menghasilkan emisi, sehingga berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung besaran dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan serta memberikan rekomendasi alternatif perbaikan proses guna meminimalkan dampak tersebut. Metode yang digunakan adalah penilaian daur hidup (LCA) dengan ruang lingkup *cradle to gate*, mulai dari kegiatan di peternakan, pakan ternak, transportasi, dan kegiatan proses di koperasi. Adapun dampak emisi yang dikaji adalah gas rumah kaca (GRK), asidifikasi, dan eutrofikasi. Studi kasus dilakukan di Koperasi Peternakan Bandung Selatan (KPBS) Pangalengan. Koperasi ini beranggotakan 2572 peternak sapi perah rakyat skala kecil yang berkontribusi dalam industri pengolahan susu di Indonesia. Berdasarkan hasil penelitian, nilai dampak GRK, asidifikasi, dan eutrofikasi per 1 kg susu segar dari koperasi masing-masing sebesar 10,1 kg CO<sub>2</sub> eq, 0,03 kg SO<sub>2</sub> eq, dan 0,03 kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq. Transportasi dan kegiatan di peternakan menjadi *hotspot* tertinggi dalam emisi tersebut. Upaya penurunan dampak lingkungan yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan sistem peternakan terintegrasi untuk pemanfaatan nutrient dari limbah kotoran sapi.

Kata kunci: asidifikasi, eutrofikasi, gas rumah kaca, LCA, susu segar

#### PENDAHULUAN

Susu adalah salah satu bahan makanan berasal hewan yang sangat penting untuk manusia karena kandungan gizinya yang tinggi. Pangan jenis hewani ini merupakan sumber protein yang di dalamnya

mengandung asam amino esensial yang tidak dapat disuplai dari bahan lainnya. Protein esensial ini berperan terhadap status kesehatan dan peningkatan kecerdasan masyarakat.

Kandungan gizi yang terkandung dalam susu segar yang dihasilkan sapi perah antara lain adalah

protein, lemak, vitamin dan mineral yang sangat baik bagi tubuh (Putri *et al.*, 2014). Susu juga termasuk salah satu komoditi penting yang berperan dalam meningkatkan gizi masyarakat. Apabila ingin menciptakan generasi muda yang cerdas dan sehat di masa yang akan datang, maka perlu ditingkatkannya minat konsumsi susu.

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2021, jumlah rata-rata konsumsi susu di negara Indonesia sebesar 16,27 kg/kapita/tahun pada tahun 2020. Rendahnya tingkat konsumsi susu di Indonesia diakibatkan antara lain oleh rendahnya populasi sapi perah di Indonesia yang masih relatif rendah yang menyebabkan produksi susu rendah dan harga susu yang relatif tinggi. Tercatat populasi sapi perah tahun 2021 hanya 578.579 ekor, dengan jumlah produksi susu segar dalam negeri tahun 2021 sebesar 962.676,66 ton (BPS, 2022). Jumlah produksi sebesar itu baru memasok sekitar 22% dari total kebutuhan, yaitu 3,8 juta ton/tahun.

Hasil produksi susu sapi perah dari peternakan rakyat di Indonesia sebagian besar disalurkan ke Koperasi Unit Desa (KUD) atau koperasi peternakan di daerah sekitar, untuk selanjutnya susu tersebut diberikan perlakuan proses pendinginan oleh koperasi, selanjutnya dipasarkan kepada Industri Pengolahan Susu (IPS). Peternakan sapi perah di Indonesia paling banyak dimiliki oleh peternakan rakyat dengan karakteristik dijalankan secara tradisional, berskala kecil dengan jumlah kepemilikan 3-5 ekor sapi perah dan berlokasi di perdesaan (IFC, 2011). Usaha peternakan sapi perah memiliki peran penting dalam pembangunan dan meningkatkan kesejahteraan, khususnya masyarakat perdesaan.

Proses pengolahan susu segar menjadi susu siap dan yang layak untuk dikonsumsi melalui proses yang menyebabkan emisi, sehingga berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Bagian hulu dari industri susu di Indonesia yang memberikan kontribusi emisi gas rumah kaca yakni sektor peternakan sapi perah sebesar 3,8% (Permana *et al.*, 2012). M.-J. Yan *et al.* (2013) mengevaluasi dampak lingkungan pada produksi susu peternakan sapi perah komersial dengan perspektif *cradle to gate*, termasuk proses latar depan produksi susu di pertanian dan latar belakang proses produksi dan transportasi pupuk sintesis; budidaya, pengolahan, dan transportasi pakan konsentrat; serta produksi dan penggunaan listrik dan bahan bakar diesel serta benih untuk pembibitan kembali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam proses produksi susu 1 kg ECM (*Energy Corrected Milk*) yang dikirim di gerbang pertanian dalam 1 tahun, jejak karbon keseluruhan susu yang diproduksi oleh peternakan sapi perah pada tahun 2010 adalah  $1,23 \pm 0,04$  kg CO<sub>2</sub> Eq / kg ECM, 80% di antaranya berasal dari kegiatan *on-farm*.

Metode yang dapat digunakan untuk menghitung besaran emisi dari sebuah proses pengolahan/produksi adalah *Life Cycle Assessment* (LCA). LCA merupakan metode ilmiah yang dapat

digunakan untuk mengidentifikasi sumber energi dan emisi yang muncul dari seluruh proses daur hidup sebuah produk, mulai dari pengambilan bahan baku, proses produksi, penggunaan, perawatan, hingga penanganan pasca penggunaan produk (Klopffer dan Grahl, 2014). Menurut SNI ISO 14040: 2016 penerapan LCA terdiri atas empat tahapan yaitu penentuan tujuan dan ruang lingkup (*goal and scope*), analisis inventori (*inventory analysis*), analisis dampak lingkungan (*impact assessment*), dan interpretasi hasil (*interpretation*). Dalam rangka mencapai industri ramah lingkungan atau sering disebut industri hijau, saat ini LCA merupakan salah satu instrument yang penting dilakukan oleh para industri. Untuk melakukan analisis LCA dibutuhkan data mengenai *input* dan *output* secara lengkap, meliputi bahan baku, proses pembuatan, distribusi, transportasi, konsumsi, hasil samping dan dampak lingkungan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung besaran dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan, serta memberikan rekomendasi untuk alternatif perbaikan dampak kepada para peternak dan koperasi, sehingga dapat mendukung mewujudkan industri susu segar yang bersifat ramah lingkungan dan berkelanjutan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Koperasi Peternakan Bandung Selatan (KPBS) Pangalengan dan peternakan sapi perah sekitar di bawah naungan KPBS Pangalengan. Penelitian dan pengambilan data dilakukan pada bulan Januari-Februari 2022. Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer berupa data yang didapatkan dari hasil wawancara langsung dengan anggota peternak KPBS Pangalengan, para pekerja di KPBS Pangalengan, dan observasi lapang di peternak, koperasi seperti data pemberian pakan, penggunaan air, dan kebutuhan transportasi. Pengambilan sampel peternak dilakukan dengan teknik *random sampling*. Terdapat 10 anggota peternak yang dianalisis yakni peternak sekitar Pangalengan dengan 3 lokasi TPK (Tempat Pelayanan Koperasi) yang berbeda yaitu Pangalengan, Wanasari, dan Gunung Cupu. Data sekunder berasal dari dokumen koperasi yang berupa data penggunaan bahan baku, energi, mesin dan peralatan pada setiap tahapan proses produksi, serta informasi berupa hasil penelitian sebelumnya yang didapatkan di literatur.

Metodologi yang digunakan adalah LCA sesuai dengan *framework* ISO 14040 (2016) yang terdiri atas empat tahapan yaitu tujuan dan ruang lingkup (*goal and scope*), analisis inventori (*inventory analysis*), analisis dampak lingkungan (*impact assessment*), dan interpretasi hasil (*interpretation*). Tahapan-tahapan tersebut dijelaskan sebagai berikut.

### Tujuan dan Ruang Lingkup

Tahapan awal yang dilakukan dalam kajian analisis LCA yakni penentuan tujuan dan ruang lingkup. Tahap ini bertujuan untuk melakukan kajian LCA yang lebih sistematis dengan mengacu pada batasan yang telah ditentukan. Pada tahap ini, dilakukan penentuan satuan unit fungsi yang akan digunakan pada kajian LCA. Tujuan kajian LCA dari penelitian ini adalah untuk melakukan penilaian daur hidup produksi susu segar dengan persepektif *cradle to gate* mulai dari pemeliharaan sapi, proses pemerahan susu sapi di peternakan hingga menghasilkan susu sapi segar siap konsumsi (Gambar 1).

Tahapan ini juga menentukan unit fungsi yang akan digunakan pada kajian yaitu 1 kg susu segar sebagai acuan normalisasi pada *input* dan *output*. Unit fungsi digunakan sebagai jumlah yang didefinisikan dari suatu produk atau proses.

### Analisis Inventori

Tahap analisis inventori dilakukan untuk mengidentifikasi siklus hidup produk, pengumpulan data yang dibutuhkan dan pengkuantifikasian data untuk proses analisis dampak pada tahapan penelitian selanjutnya. Data yang digunakan yakni selama 1 tahun terakhir tahun 2021. Pada tahapan analisis inventori dilakukan beberapa hal diantaranya pengumpulan data primer dan data sekunder, menggambarkan diagram alir proses produksi untuk mendeskripsikan input, proses dan output dari produk, dan melakukan perhitungan dan olah data.

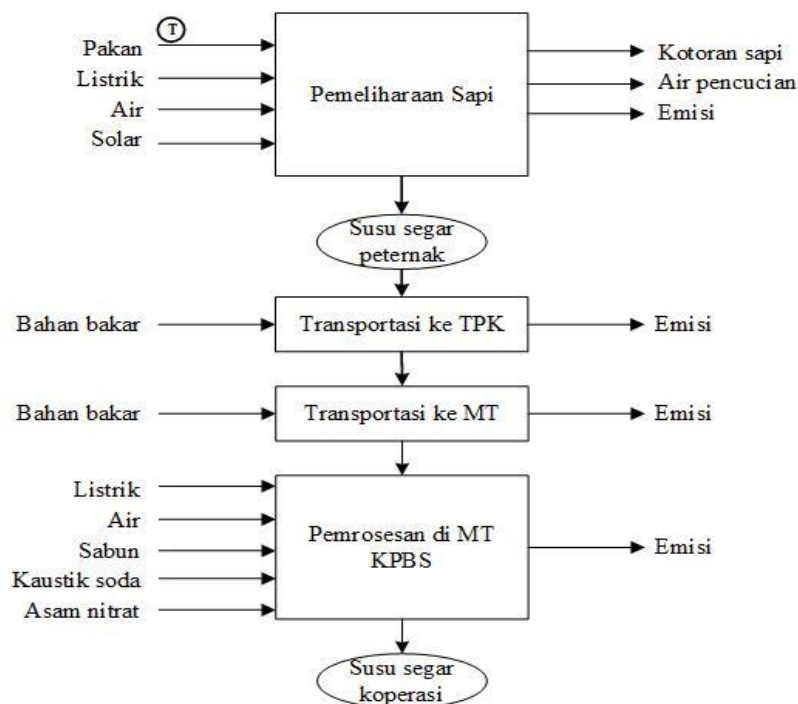
### Analisis Dampak Lingkungan

Tahap analisis dampak lingkungan dilakukan untuk mengkaji atau mengevaluasi dampak lingkungan yang didapatkan berdasarkan hasil perhitungan dan kompilasi data pada tahap analisis inventori. Pengelompokan dampak lingkungan akibat kegiatan produksi susu segar berdasarkan pada dampak terhadap gas rumah kaca (pemanasan global), eutrofikasi, dan asidifikasi.

### Interpretasi Hasil

Tahap terakhir dalam LCA adalah melakukan interpretasi hasil, evaluasi, dan analisis mengenai upaya yang bisa dilakukan dalam rangka perbaikan produk, proses, dan pengurangan dampak lingkungan. Alternatif perbaikan yang didapatkan dilakukan dengan membandingkan hasil analisis dampak sebelum dan sesudah adanya penerapan metode LCA, selain itu interpretasi hasil digunakan sebagai dasar untuk merekomendasikan scenario perbaikan untuk mengurangi dampak lingkungan.

Pengolahan dan penyajian data dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Microsoft Excel*. Data yang didapatkan dalam kajian LCA disebut sebagai data kuantitatif yang dimasukkan ke dalam data inventori untuk melihat hasil *input* dan *output* yang dihasilkan, kemudian data tersebut dimasukkan dalam analisis kategori dampak yang dilakukan secara kuantitatif untuk melihat besar dampak yang dihasilkan



Gambar 1. Diagram alur ruang lingkup produksi susu segar

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software* SimaPro versi 9.3.0.3 *Faculty* metode CML-IA *baseline V3.07*. Pada tahap interpretasi, hasil dampak dianalisis secara deskriptif agar hasil data lebih mudah dipahami dan terlihat perbandingan dari hasil analisis dampak maupun manfaat yang diperoleh dan pada tahap ini data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses Produksi Susu Segar

Proses produksi susu segar melibatkan beberapa pihak seperti unit pengolahan pakan, peternak, dan *milk treatment* KPBS. Pada unit pengolahan pakan KPBS terdapat dua jenis pakan olah, yakni konsentrat dan silase jagung sebagai pakan pelengkap nutrisi sapi agar menghasilkan susu yang berkualitas baik. Konsentrat merupakan campuran pakan berbahan baku polard, CGF (*Corn Gluten Feed*), dedak, dan bahan lainnya. Hampir seluruh peternak memanfaatkan konsentrat sebagai pakan utama sapi. Selain itu terdapat silase jagung yang di proses dari tanaman jagung yang dikeringkan hingga kadar air pada tanaman jagung menurun lalu dicacah menggunakan *chooper* dan dicampurkan dengan probiotik sebagai media fermentasi, proses fermentasi terjadi di dalam kemasan silase selama 1 minggu. Peternak yang menggunakan silase masih sangat sedikit, hanya sekitar 10% dari ribuan peternak yang terdaftar sebagai anggota KPBS. Pakan disalurkan melalui MCP (*Milk Collection Point*) daerah terdekat sehingga para peternak yang memesan tinggal mengambilnya disaat waktu penyaluran yakni dua minggu sekali.

Pihak selanjutnya adalah peternak, kegiatan peternak yakni pemeliharaan dan pemerahan susu sapi. Kegiatan pemeliharaan meliputi pembersihan kandang, pemeriksaan kesehatan sapi oleh pihak kesehatan hewan KPBS, pemberian makan dan minum, juga pembersihan hewan ternak. Kegiatan pemerahan susu sapi dilakukan secara dua kali dalam sehari, yaitu pagi dan sore dimana jumlah perahan susu terbanyak dihasilkan pada pagi hari. Sebelum dilakukan pemerahan susu dilakukan perlakuan khusus pada ambing sapi dan alat pemerah susu yang termasuk dalam SOP (*Standard Operation Procedure*) penerimaan MCP KPBS, yakni kebersihan *milkcan*, membersihkan ambing sapi sebelum pemerahan, membuang susu perahan pertama, dan melakukan penyaringan susu ke dalam *milkcan*. KPBS juga melakukan pengujian sampel susu per anggota selama 2 kali dalam sebulan atau 2 periode untuk memastikan kualitas susu terhindar dari bakteri, *alcohol*, dan antibiotik. Selanjutnya susu disetorkan ke MCP daerah peternak tersebut. Sesampainya di MCP dilakukan pengujian kualitas susu secara singkat meliputi berat jenis, suhu, dan *alcohol*. Selanjutnya susu ditimbang dan dituangkan ke dalam tanki. Setelah semua anggota menyetorkan

susunya, susu diangkut menggunakan truck ke *Milk Treatment* (MT) untuk penanganan berikutnya.

Pihak selanjutnya adalah *Milk Treatment* (MT) KPBS. Setelah truck tanki sampai di MT, dilakukan pengecekan kualitas di laboratorium secara berkala seperti berat jenis, *alcohol*, protein, lemak, dan lain sebagainya. Selanjutnya susu dialirkan dalam sebuah bak untuk ditimbang, selanjutnya disaring menggunakan kain saring, lalu dialirkan ke dalam *cooling tank* melalui pipa pendingin dengan suhu 0°C agar kualitas susu tetap baik dan tidak pecah hingga susu siap disalurkan dan ditransportasikan ke beberapa IPS (Industri Pengolahan Susu) seperti industri rumahan, PT. *Frisian Flag* Indonesia, PT. Ultra Jaya, dan PT. Susu KPBS Pangalengan.

### Analisis Inventori

Analisis inventori berisikan data *input* dan *output* berdasarkan kegiatan proses peroduksi susu segar. Kegiatan pada unit proses ini dimulai dari proses pemeliharaan sapi perah meliputi pemberian pakan, penggunaan air, penggunaan listrik, serta penggunaan bahan bakar jika diperlukan. Dalam satu kandang peternak rata-rata terdapat dua orang peternak dengan jumlah sapi perah paling sedikit dua ekor dan paling banyak sepuluh ekor sapi perah aktif yang menghasilkan susu segar.

Input pada kegiatan ini yaitu pemberian pakan pada hewan sapi perah. Pakan di peternakan rakyat ini cukup beragam, yakni terdapat pakan jerami, rumput, sayuran, onggok, serta konsentrat dan silase jagung yang diproduksi langsung oleh KPBS Pangalengan. Pada pakan rumput para peternak mengambil dari lahan rerumputan dan ada yang menanamkan rumputnya mulai dari penggunaan pupuk hingga rumput siap untuk dipanen. Pupuk yang digunakan adalah pupuk urea, dibutuhkan 50-60 kg dalam pemakaian satu tahun. Berat pupuk dalam satu karung saat panen sekitar 50 kg yang kemudian rumput ditransportasikan menggunakan sepeda motor ke kandang sapi peternak. Untuk pakan lainnya didapatkan peternak dengan membelinya di daerah lain atau memproduksinya sendiri.

Jarak transportasi antar kandang dan ladang rumput beragam, paling dekat 1 km dan terjauh adalah 5 km menggunakan sepeda motor, sehingga input dalam *software* untuk jarak total peternak antar kandang ke ladang adalah 31 km atau 11.747.233 person.km dalam akumulasi satu tahun. Transportasi dari kandang peternak ke TPK (Tempat Pelayanan Koperasi) dimana susu segar disetorkan sekitar 2-8 km menggunakan sepeda motor, input dalam *software* untuk jarak total kandang ke TPK adalah 30 km atau 171.258 person.km dalam akumulasi satu tahun. Selanjutnya untuk transportasi TPK ke MT menggunakan truck tangki susu pun beragam, yakni maksimal 20 km, input dalam *software* untuk jarak total TPK ke MT adalah 38.279 tkm (ton.km) dalam akumulasi satu tahun.

Listrik yang digunakan cenderung sedikit karena digunakan hanya untuk pemakaian pompa air dan lampu sebagai penerang kandang untuk malam hari. Lampu yang umum digunakan adalah lampu berukuran 5 watt yang menyala selama 12 jam (0,06 kWh). Peternak rata-rata menggunakan 2-3 lampu untuk kandangnya dikarenakan menyesuaikan dengan jumlah sapi yang dimiliki.

Output pada kegiatan ini adalah susu segar dari hasil perahan, air limbah dari proses pencucian dan pembersihan kandang sapi, dan kotoran sapi sebesar 25 kg per hari per sapi. Para peternak masih belum memanfaatkan kotoran sapi sebagai pupuk untuk rerumputan, mereka cenderung langsung membuang kotoran sapi tersebut langsung ke aliran sungai sekitar atau ke saluran pembuangan air tanpa pengolahan. Data inventori kegiatan di peternakan dan kegiatan di koperasi selama 12 bulan, serta data inventori transportasi disajikan pada Tabel 1, 2 dan 3.

Tabel 1. Data inventori kegiatan di peternakan tahun 2021

Data	Satuan	Jumlah/tahun
<b>Input</b>		
Jerami	Kg	7.200
Rumput	Kg	619.320
Pupuk urea	Kg	22.720
Konsentrat	Kg	117.600
Onggok	Kg	4.800
Sayuran	Kg	18.000
Silase jagung	Kg	72.000
Listrik	kWh	13.931,2
Penggunaan Air	L	894.000
<b>Output</b>		
Susu murni	Kg	212.400
Air limbah	L	383.000
Kotoran sapi	Kg	630.000

Tabel 2. Data inventori kegiatan di koperasi tahun 2021

Data	Satuan	Jumlah/tahun
<b>Input</b>		
Listrik	kWh	27.095,04
Sabun	L	6.000
Air pembersihan	L	10.080.000
Basa Kaustik Soda	Kg	61.320
Asam Nitrat	Kg	30.660
<b>Output</b>		
Susu Segar	Kg	27.148.486,18
Air limbah	L	10.086.000

### Analisis Dampak

Analisis dampak dilakukan untuk menghitung besaran nilai emisi berdasarkan data inventori *input* dan *output* pada Tabel 1 dan Tabel 2. Perhitungan nilai dampak emisi dilakukan sepanjang ruang lingkup penelitian menggunakan *software* SimaPro dengan unit fungsi 1 kg susu segar.

Tabel 3. Data inventori transportasi tahun 2021

Transportasi	Satuan	Jumlah Jarak
Transportasi pakan rumput	person.km	11.747.233
Transportasi pakan jerami	tkm	540
Transportasi pakan konsentrat	tkm	1.229,28
Transportasi susu ke TPK	person.km	171.258
Transportasi TPK ke MT	tkm	38.279

Emisi GRK yang dihasilkan oleh produksi susu segar berasal dari sumber penyebab langsung dan penyebab tidak langsung. Gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), dinitrooksida (N<sub>2</sub>O), perfluorkarbon (PFC), hidrofluorkarbon (HFC), dan sulfurheksafluorida (SF<sub>6</sub>) merupakan gas rumah kaca yang menyebabkan secara langsung pemanasan global (IPCC, 2006). Berdasarkan tiga kategori dampak yang dianalisis dampak terbesar 1 kg susu segar terdapat pada kategori gas rumah kaca sebesar 10,1 kg CO<sub>2</sub> eq. Kontribusi emisi GRK berasal kegiatan di peternakan yakni dari kotoran sapi dan fermentasi enterik yang menghasilkan emisi CH<sub>4</sub>, terlebih apabila kotoran sapi tidak dilakukan pengolahan maka emisi yang dihasilkan semakin besar. Selain itu sapi perah lebih banyak membutuhkan asupan nutrisi dalam hal pakan untuk memproduksi susu, sehingga proses metabolisme dan kotoran yang dihasilkan akan banyak (Prabowo, 2017).

Tabel 4. Nilai emisi pada 1 kg susu segar

Kategori Dampak	Satuan	Total 1 Kg
Gas rumah kaca	kg CO <sub>2</sub> eq	10,1
Asidifikasi	kg SO <sub>2</sub> eq	0,0368
Eutrofikasi	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,0302

Emisi asidifikasi yang dihasilkan oleh produksi susu segar adalah SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> dan NH<sub>3</sub>. Emisi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub> berasal dari penggunaan bahan bakar dari transportasi yang digunakan dalam lingkup peternakan dan listrik. Nilai semua emisi yang didapatkan kemudian dikonversi menjadi SO<sub>2</sub> equivalen sehingga bisa diketahui potensi asidifikasi. Besaran emisi asidifikasi yang dihasilkan adalah 0,03 kg SO<sub>2</sub> eq. Emisi NH<sub>3</sub> berasal dari campuran kotoran sapi dengan limbah cair, bahan organik yang berasal dari kotoran sapi dapat menyebabkan kandungan ammonia dan kadar nitrat di perairan melebihi batas kadar dalam perairan alami.

Emisi eutrofikasi yang dihasilkan oleh produksi susu segar adalah NO<sub>x</sub>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dan PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>. Sumber polutan NO<sub>x</sub> dihasilkan dari penggunaan listrik dan bahan bakar. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dan PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> dihasilkan dari pengelolaan air limbah. Besaran emisi eutrofikasi yang dihasilkan adalah 0,03 kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq. Emisi eutrofikasi ini dihasilkan dari senyawa fosfat dan kandungan COD yang terkandung dalam air. Besaran

emisi tersebut disebabkan oleh limbah kotoran sapi yang dibuang langsung ke badan air atau sungai tanpa perlakuan.

Analisis dampak pada bagian pakan dapat dilihat pada Tabel 6. Dampak tertinggi semua dampak emisi terdapat pada pakan konsentrat, sedangkan terendah terdapat pada pakan rumput. Hal ini disebabkan pakan utama sapi pada sebagian besar peternakan adalah konsentrat, dan dibutuhkan jumlah konsentrat yang lebih banyak mengingat sapi tersebut membutuhkan banyak nutrisi untuk menghasilkan kualitas susu yang baik dan jumlah susu yang banyak, sedangkan pada Tabel 7, nilai emisi kegiatan transportasi emisi tertinggi dihasilkan oleh transportasi pakan rumput dan paling rendah dihasilkan oleh pakan konsentrat. Hal ini karena transportasi pakan rumput dilakukan lebih sering daripada transportasi konsentrat yang hanya dilakukan dua periode dalam sebulan atau dua minggu satu kali. Tabel 8 menunjukkan nilai emisi pada kegiatan *treatment* di koperasi. Nilai emisi di tahapan ini tergolong kecil.

### Interpretasi Hasil

Kontribusi dampak (Gambar 2) berasal dari berdasarkan kegiatan di peternakan, pakan ternak, transportasi, dan kegiatan proses di koperasi. Berdasarkan gambar grafik tersebut terlihat bahwa pada dampak GRK dan asidifikasi *hotspot* tertinggi terletak pada kegiatan transportasi yang berkontribusi lebih besar dibandingkan kegiatan lainnya, sedangkan pada dampak eutrofikasi *hotspot* tertinggi diakibatkan oleh kegiatan peternakan.

Transportasi menghasilkan dampak terbesar pada GRK dan asidifikasi terutama pada transportasi pakan rumput ke kandang, hal ini karena jarak yang tidak dekat dengan kandang, selain itu pengambilan rumput dilakukan secara bertahap dikarenakan kapasitas beban dan ruang pada motor yang terbatas, sehingga menyebabkan besarnya bahan bakar yang dibutuhkan dan dampak lingkungan yang dihasilkan lebih besar

Tabel 5. Nilai emisi pada kegiatan di peternakan

Kategori Dampak	Satuan	Kotoran Sapi	Listrik	Air Limbah
Gas rumah kaca	kg CO <sub>2</sub> eq	1,008	0,08	0,0002
Asidifikasi	kg SO <sub>2</sub> eq	0,004	0,0003	4,19E-06
Eutrofikasi	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,014	0,0005	2,28E-05

Tabel 6. Nilai emisi pada pakan ternak

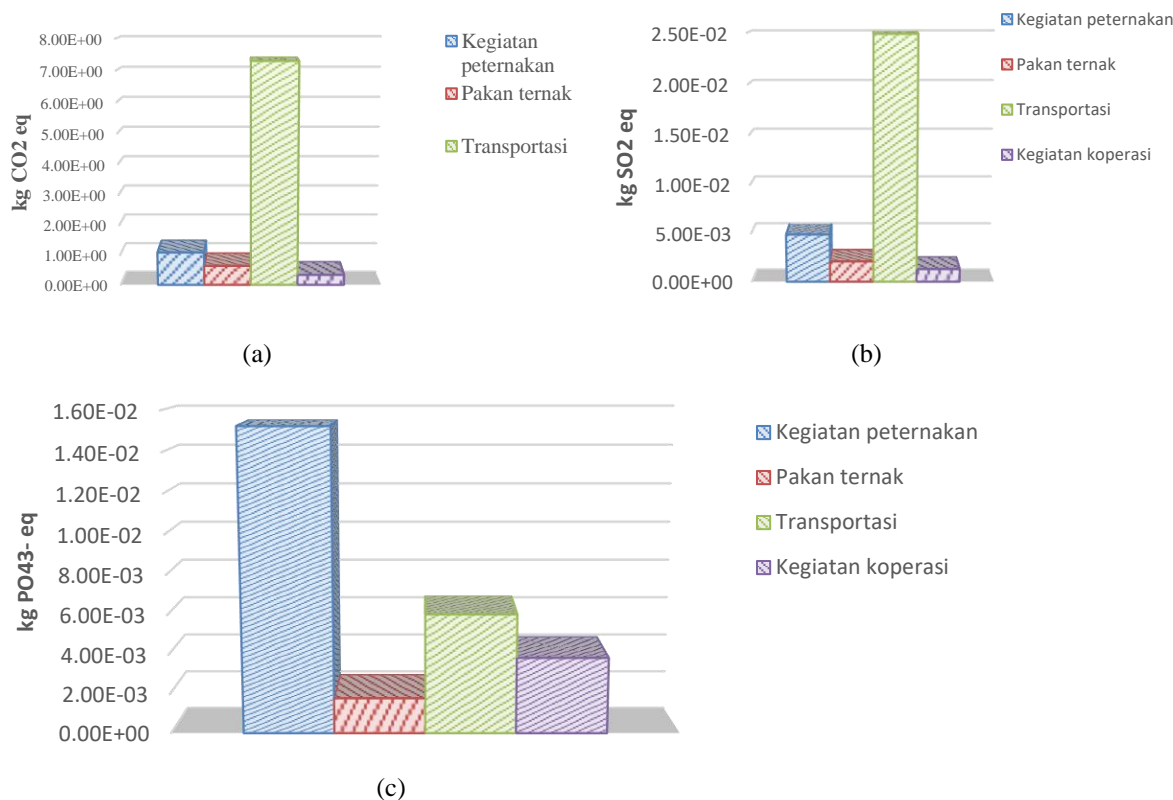
Kategori Dampak	Satuan	Rumput	Onggok	Sayuran	Silase Jagung	Konsentrat
Gas rumah kaca	kg CO <sub>2</sub> eq	5,46E-07	0,0003	0,03	0,02	0,59
Asidifikasi	kg SO <sub>2</sub> eq	2,82E-08	1,6E-06	0,0001	0,0004	0,001
Eutrofikasi	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	7,73E-09	1,11E-06	0,0001	0,0002	0,001

Tabel 7. Nilai emisi pada kegiatan transportasi

Kategori Dampak	Satuan	Transportasi pakan rumput	Transportasi pakan jerami	Transportasi pakan konsentrat	Transportasi susu ke TPK	Transportasi TPK ke MT
Gas rumah kaca	kg CO <sub>2</sub> eq	7,045	0,005	0,0009	0,09	0,157
Asidifikasi	kg SO <sub>2</sub> eq	0,02	2,13E-05	2,37E-06	0,0003	0,001
Eutrofikasi	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,005	5,43E-06	5,13E-07	7,96E-05	0,0003

Tabel 8. Nilai emisi pada kegiatan treatment di koperasi

Kategori Dampak	Satuan	Listrik	Air Limbah	Sabun
Gas rumah kaca	kg CO <sub>2</sub> eq	1,44E-01	2,60E-02	1,65E-01
Asidifikasi	kg SO <sub>2</sub> eq	6,10E-04	1,91E-04	5,19E-04
Eutrofikasi	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	8,54E-04	6,38E-04	2,36E-03



Gambar 2. Nilai emisi berdasarkan kategori dampak: (a) GRK, (b) Asidifikasi, (c) Eutrofikasi per kg susu segar dari kegiatan peternakan, pakan ternak, transportasi dan koperasi

Menurut Lina *et al.* (2016), emisi GRK yang dikeluarkan dari banyaknya aktivitas transportasi untuk kegiatan industri dapat menyebabkan pemanasan global. Transportasi dapat menimbulkan dampak lingkungan akibat proses pembakaran bahan bakar minyak yang menghasilkan emisi GRK berupa CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan N<sub>2</sub>O. Penggunaan bahan bakar minyak secara terus-menerus menjadi penyebab utama timbulnya dampak terhadap lingkungan udara karena mengeluarkan unsur dan senyawa pencemar udara.

Kegiatan di peternakan menghasilkan dampak terbesar pada emisi eutrofikasi dan kedua terbesar pada emisi GRK dan asidifikasi. Hal ini disebabkan oleh kotoran sapi yang dibuang langsung ke badan air tanpa diolah sehingga menyebabkan penurunan kualitas perairan. Kotoran sapi ini tentunya perlu ditindak lanjut lebih lanjut, agar meminimalisir dampak emisi ke lingkungan. Kotoran sapi yang sudah bercampur dengan air limbah maupun air alami dari aktifitas peternakan menjadi sumber emisi fosfat dan COD (Taufiq *et al.*, 2016).

Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Cahyaputri *et al.* (2021) yang menilai daur hidup produk susu sapi segar di Koperasi Peternak MJM, dimana *hotspot* tertinggi pada GRK dan asidifikasi dihasilkan oleh pengadaan pakan ternak, dan pada emisi eutrofikasi dihasilkan oleh kegiatan di peternakan. Produksi susu segar di Koperasi Peternak MJM menunjukkan analisis siklus

hidup *cradle to gate* 1 kg susu segar memberikan dampak lingkungan kategori GRK, asidifikasi dan eutrofikasi sebesar 3,16 kg CO<sub>2</sub> eq, 0,00639 kg SO<sub>2</sub> eq, dan 0,0119 kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>.

Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir emisi tersebut adalah dengan menerapkan sistem peternakan terintegrasi, dimana limbah dari hasil kotoran sapi dapat dimanfaatkan kembali untuk menambah keuntungan dan menambah pendapatan bagi peternak. Kotoran sapi dapat diolah menjadi biogas sebagai bahan bakar memasak pengganti LPG dalam rumah tangga dan biogas dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bensin. *Sludge* yang dihasilkan dari biogas juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang dapat digunakan kembali untuk proses penghijauan pakan rumput sapi dan dapat dijual kembali sebagai pendapatan rumah tangga. Kotoran sapi juga dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak cacing, dimana cacing ini dapat dijual kepada industri kosmetik dan obat-obatan sebagai bahan baku, sehingga kotoran sapi dapat lebih bernilai ekonomis.

Menurut Cooperband (2002), pengomposan kotoran ternak sapi selama 3 bulan dapat mengomposkan 80% material organik yang ada dari kotoran sapi tersebut dan pengomposan ini berpotensi untuk menurunkan emisi hingga 80% dari CH<sub>4</sub> yang dapat dihasilkan oleh peternakan.

Upaya ini dapat dilakukan pada salah satu peternak sebagai model atau contoh, selain itu perlunya dukungan dari pihak koperasi dan pemerintah daerah tersebut agar upaya perbaikan ini dapat didukung dan bisa menjadi program kerja daerah sebagai upaya penurunan dampak lingkungan dan memberdayakan usaha peternak rakyat sekitar.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kajian LCA produk susu segar dengan ruang lingkup *cradle to gate* meliputi kegiatan di peternakan, pakan ternak, transportasi, dan kegiatan proses di koperasi. Input yang digunakan pada kegiatan peternakan yaitu pakan, penggunaan air, penggunaan listrik sebagai energi, serta penggunaan bahan bakar solar dan bensin untuk kegiatan transportasi. Pada kegiatan di koperasi input yang digunakan adalah listrik, sabun, air, dan bahan tambahan lainnya. Output dari proses produksi susu adalah produk susu segar, air limbah, kotoran sapi, serta emisi yang dihasilkan dari setiap kegiatannya. Kajian LCA produk susu segar ini memberikan dampak gas rumah kaca, asidifikasi, dan eutrofikasi setiap 1 kg susu masing-masing adalah sebesar 10,1 kg CO<sub>2</sub> eq, 0,03 kg SO<sub>2</sub> eq, dan 0,03 kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq.

*Hotspot* tertinggi pada dampak emisi GRK dan asidifikasi adalah kegiatan transportasi, sedangkan *hotspot* tertinggi pada dampak emisi eutrofikasi adalah kegiatan peternakan. Alternatif penurunan dampak lingkungan yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan sistem peternakan terintegrasi, yakni dengan mengolah kembali limbah dari kotoran sapi untuk menghasilkan biogas, pakan ternak cacing, pupuk organik dan menjual kembali pupuk organik tersebut sehingga didapatkan nilai ekonomis dari limbah kotoran sapi tersebut.

### Saran

Penentuan ruang lingkup kajian LCA dilakukan dengan batasan *cradle to grave* dimulai dari kegiatan di peternakan hingga tahap konsumsi produk akhir di konsumen, sehingga didapatkan dampak lingkungan secara menyeluruh. Selain itu dengan menerapkan sistem peternakan terintegrasi, dimana limbah dari hasil kotoran sapi dapat dimanfaatkan kembali maka perlu dilakukan kembali kajian LCA peternakan sapi perah terintegrasi. Upaya perbaikan dapat dilakukan dengan melibatkan pihak-pihak yang terlibat seperti koperasi dan pemerintah daerah setempat agar pelaksanaannya menjadi lebih terintegrasi dan dapat menghasilkan manfaat bagi banyak pihak terutama dalam aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak KPBS Pangalengan yang telah memberi kesempatan untuk melakukan penelitian mengenai topik LCA disana, dan kepada para peternak di bawah naungan KPBS yang membantu memenuhi kelengkapan data penelitian. Ucapan terimakasih juga disampaikan untuk *software* SimaPro versi 9.3.0.3 Faculty sebagai alat untuk menghitung data penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Jumlah Rata-Rata Konsumsi Susu tahun 2020. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. Jumlah Populasi Sapi Perah 2021. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. Jumlah Produksi Susu Segar tahun 2021. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2016. SNI ISO 14040 : 2016. Manajemen lingkungan - penilaian daur hidup - prinsip dan kerangka kerja. Badan Standardisasi Nasional.
- [IFC] International Finance Corporation. 2011. *Dairy Industry Development in Indonesia*, Jakarta.
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama.
- Cahyaputri B, Yani M, dan Sugiarto. 2021. Implementasi penilaian daur hidup produk susu sapi segar (Studi Kasus Koperasi Peternak MJM). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 31 (1): 78-87.
- Cooperband L. 2002. The Art and Science of Composting—A Resource for Farmers and Compost Producers. *Center for Integrated Agricultural Systems*, University of Wisconsin, Madison, WV.
- Klopffer W dan Grahl B. 2014. Life Cycle Assessment: A Guide to Best Practice. Weinheim (DE): Wiley-VCHVerlage&Co.
- Lina RA, Sutrisno E, dan Huboyo HS. 2016. Kajian emisi gas rumah kaca (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O) akibat aktivitas kendaraan (studi kasus area sukun dan terminal terboyo). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 5(4): 1-13.
- M.-J. Yan, J. Humphreys N, dan Holden M. 2013. Life cycle assessment of milk production from commercial dairy farms: the influence of management tactics. *Journal of Dairy Science*. 96 (7).
- Permana IG, Suryahadi, dan Qurimansari E. 2012. Greenhouses gases emissions from dairy cattle in Indonesia. *Proceedings of the 2nd International Seminar on Animal Industry*; 2012 Jun 5-6; Jakarta, Indonesia.



- Prabowo AT. 2017. Analisis Jejak Karbon Dan Air Pada Produksi Susu Dan Daging Sapi Di Perusahaan Dan Peternakan Rakyat (Studi Kasus Di PT Karya Nusa Tujuh Dan Peternak Sapi Metro Provinsi Lampung) [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Putri RP, Tama IP, dan Yuniarti R. 2014. Evaluasi dampak lingkungan pada aktivitas supply chain produk susu KUD Batu dengan implementasi life cycle assessment (LCA) dan pendekatan analytic network process (ANP). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*. Vol 2 No 4: 684-695.
- Taufiq FM, Padmi T, dan Rahardyan B. 2016. life cycle assessment of dairy farms. *rev Environ Health*. 31(1): 187-190