

Desain Peningkatan Eco-Efficiency Produk Jenang Pada UMKM Jenang Kudus Rizqina dengan Menggunakan Pendekatan *Life Cycle Assessment (LCA)*

Regita Sonia*¹, Ratna Purwaningsih²

^{1,2,3}Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Semarang, 50275, Indonesia

Abstrak

Kota Kudus merupakan salah satu kota di Jawa Tengah yang mempunyai perkembangan cukup pesat terutama dalam bidang industri dan manufaktur. Perkembangan yang cukup pesat ini didukung oleh letak wilayah yang strategis. Kondisi ini mendorong sektor industri dan perdagangan mampu berkembang dengan baik. Salah satu industri yang paling berkembang dan terus bertambah setiap tahunnya adalah industri pengolahan makanan & minuman. Salah satu industri makanan dan minuman yang paling banyak di Kudus adalah industri penghasil jenang, yaitu salah satu makanan tradisional khas Kudus yang paling banyak diminati. Banyaknya industri jenang di daerah Kudus berbanding lurus dengan isu pencemaran lingkungan akibat proses produksi jenang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak lingkungan yang disebabkan oleh proses produksi produk jenang dan upaya apa yang dapat dilakukan untuk meminimalisir dampak tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Life Cycle Assessment (LCA)*, dengan menggunakan *software* SimaPro v 9.5.0.2 dan metode *ecocost 2023 v 1.1* untuk perhitungannya. Setelah dilakukan perhitungan LCA pada proses produksi Jenang Kudus, diperoleh nilai EEI sebesar 2,17, nilai EVR sebesar 0,46 dan EER sebesar 54%. Angka tersebut menunjukkan bahwa proses produksi Jenang Kudus masih dapat ditingkatkan efisiensinya dengan memperhatikan dampak lingkungan yang ditimbulkan khususnya akibat limbah yang menumpuk, untuk menciptakan proses produksi yang berkelanjutan.

Kata Kunci : Penilaian Siklus Hidup, Sustainabilitas, Eko-Efisiensi

Abstract

Kudus City is one of the cities in Central Java that has a fairly rapid development, especially in the fields of industry and manufacturing. This rapid development is supported by the strategic location of the region. This condition encourages the industrial and trade sectors to develop well. One of the most abundant food and beverage industries in Kudus is the jenang-producing industry, which is one of the most popular traditional foods of Kudus. The number of jenang industries in the Kudus area is directly proportional to the issue of environmental pollution due to the jenang production process. The purpose of this study is to determine the environmental impact caused by the production process of jenang products and what efforts can be made to minimize these impacts. The method used in this study is Life Cycle Assessment (LCA), by using SimaPro v 9.5.0.2 software and ecocost 2023 v 1.1 method for calculation. After calculating LCA in the Jenang Kudus production process, an EEI value of 0.89, an EVR value of 0.46 and an EER of 54% were obtained. This figure shows that the Jenang Kudus production process can still be improved in efficiency by paying attention to the environmental impact caused, especially due to accumulated waste, to create a sustainable production process.

Keywords : Life Cycle Assessment, Sustainability, Eco-Efficiency

1. Pendahuluan

Badan Pusat Statistik mencatat, industri makanan dan minuman di Indonesia tahun 2023 mengalami pertumbuhan positif pada Kuartal 2/2023 yaitu sebesar 5,33% dari periode sebelumnya. Industri makanan dan minuman saat ini merupakan subsektor pengolahan dengan kontribusi yang cukup besar terhadap PDB industri pengolahan yaitu sebesar 33,62%, dan akan terus meningkat. Hal ini dikarenakan jumlah industri makanan dan minuman yang semakin banyak setiap tahunnya. Semakin banyaknya jumlah industri yang bermunculan berbanding lurus dengan meningkatnya isu pencemaran lingkungan akibat aktivitas produksi yang dilakukan oleh industri tersebut. Kemunculan industri memberikan berbagai dampak positif bagi manusia seperti pemenuhan kebutuhan hidup hingga persediaan lapangan kerja baru yang dapat mengurangi angka kemiskinan di Indonesia, namun di sisi lain juga memberikan banyak dampak negatif terhadap manusia melalui emisi dan limbah yang dihasilkan oleh industri yang menyebabkan berbagai resiko kesehatan dan penyakit (BPS, 2023).

Kurang lebih 75% sampah di Indonesia saat ini didominasi oleh jenis organik yang apabila tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan akan menimbulkan bau kurang sedap dan menjadi sarang penyakit dan bakteri yang dapat mengganggu kesehatan manusia dan lingkungan (Pratiwi et al., 2016). Sentra Jenang Kudus terletak di daerah padat penduduk yang berada di tengah kota Kudus. UMKM pada sentra jenang Kudus melakukan produksi hampir setiap hari dan menghasilkan puluhan ton jenang setiap harinya, namun belum ada tindakan dari UMKM untuk mengatasi banyaknya limbah dan dampak lingkungan yang disebabkan oleh aktifitas produksi jenang tersebut. Proses produksi jenang di Desa Kaliputu menghasilkan \pm 1,5 kwintal sampah organik limbah kelapa yang belum diolah secara memadai, sehingga sangat

diperlukan adanya pengolahan limbah agar tidak terjadi penumpukan.

Dengan adanya permasalahan lingkungan tersebut, UMKM dihimbau dan diharapkan untuk turut mempertimbangkan dampak lingkungan yang dihasilkan oleh aktivitas produksi, yaitu dengan mengurangi faktor-faktor penyebab munculnya dampak lingkungan yang dihasilkan. Ada juga alasan lain, yaitu peraturan yang ditetapkan oleh kementerian dan daerah, serta peraturan dan standar nasional dan internasional yang mencakup masalah dan dampak lingkungan dari industri. Industri adalah sumber utama yang paling berpengaruh dalam kesehatan alam serta eksploitasi alam yang tidak terkontrol. Oleh karena itu, industri saat ini diwajibkan untuk menerapkan sistem produksi yang lebih berkelanjutan atau *sustainable* (Azapagic & Perdan, 2000).

Studi ini berfokus pada penilaian dampak lingkungan dari emisi serta limbah dari aktivitas produksi Jenang Kudus. Salah satu upaya menuju produksi yang ramah lingkungan adalah dengan mempertimbangkan dampak lingkungan yang diberikan akibat siklus hidup produk. Karena hal tersebut, maka diperlukan suatu metode dimana siklus hidup produk dapat dievaluasi sehingga dampak negatifnya terhadap lingkungan dapat diminimalkan dan diberikan solusi berupa rekomendasi perbaikan.

2. Tinjauan Pustaka

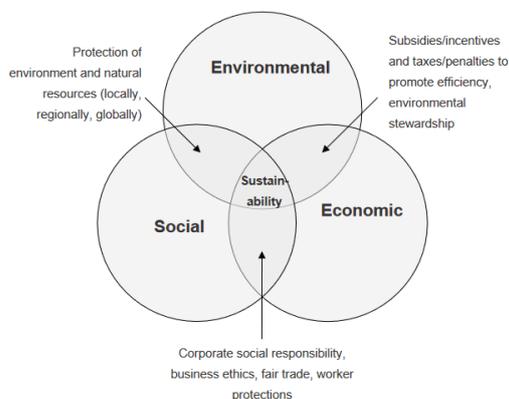
2.1 UMKM

Usaha mikro kecil menengah (UMKM) merupakan suatu kegiatan usaha yang dilakukan oleh individu, kelompok ataupun badan usaha yang mampu memperluas lapangan kerja dan memberikan pelayanan ekonomi secara meluas kepada masyarakat (Hanim et al., 2022). UMKM memegang peranan penting dalam perekonomian suatu negara, sehingga pengelola harus berusaha menjalankan usahanya sesuai konsep green economy (GE) saat ini. Ekonomi hijau merupakan konsep ekonomi yang

menjadikan kelestarian lingkungan sebagai bagian penting dalam mewujudkan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), salah satunya dengan mempertimbangkan *output* yang dikeluarkan oleh UMKM berupa limbah untuk dikelola dengan baik agar tidak menumpuk dan memberikan efek buruk terhadap lingkungan (Astadi et al., 2022).

2.2 Sustainable Manufacturing

Keberlanjutan merupakan kebutuhan yang semakin penting bagi aktivitas manusia, menjadikan pembangunan berkelanjutan sebagai tujuan utama dalam pembangunan manusia. Pada intinya, pembangunan berkelanjutan adalah pandangan bahwa masalah sosial, ekonomi dan lingkungan harus ditangani secara bersamaan dan holistik dalam proses Pembangunan (Rosen & Kishawy, 2012). Aspek penting dalam mengukur dan menilai keberlanjutan dan upaya untuk meningkatkannya adalah indikator keberlanjutan. Indikator membantu mengidentifikasi status, kemajuan yang dicapai menuju tujuan, dan tantangan dan masalah dalam bergerak menuju tujuan serta langkah-langkah yang harus diambil untuk mengatasi tantangan dan masalah tersebut. Indikator yang berkelanjutan mengidentifikasi di mana hubungan antara ekonomi, pengelolaan lingkungan dan masyarakat tidak memadai, dan menyarankan dan memprioritaskan pendekatan untuk mengatasi masalah tersebut (Lehtinen et al., 2011).



Gambar 2. 1 Indikator Sustainability

2.3 Jenang

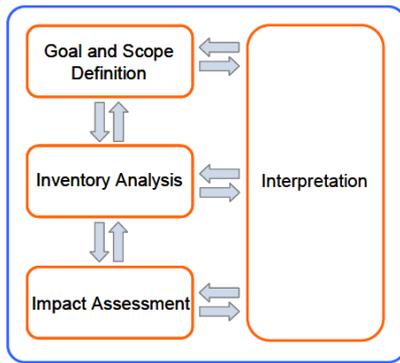
Jenang merupakan makanan tradisional Indonesia yang berbahan dasar tepung ketan, gula, dan santan sebagai bahan baku utama ditambah dengan bahan lain seperti susu, perisa buatan atau buah sebagai bahan tambahan untuk rasa yang khas. Dalam proses produksi jenang, terdapat beberapa tahapan dimulai dari pengolahan bahan baku, pencampuran adonan, proses pemasakan, resting adonan hingga *packaging* (Istiqomah & Andriyanto, 2018).

2.4 Life Cycle Assessment (LCA)

Life Cycle Assessment adalah alat untuk menilai dampak lingkungan dari siklus hidup produk dan kegiatan dari pengambilan / ekstraksi bahan baku, proses produksi, transportasi, penggunaan, dan pembuangan (Purwaningsih et al., 2020). Konsep dasar Life Cycle Assessment (LCA) didasarkan pada pemikiran bahwa sistem industri tidak dapat dipisahkan dari lingkungan tempat industri itu berada. Dalam sistem industri terdapat *input* dan *output*. Zat yang diambil dari lingkungan dimasukkan ke dalam sistem dan keluarannya dilepaskan kembali ke lingkungan. Konsumsi material (*input*) yang berlebihan menurunkan pasokan material, sedangkan produksi sistem industri, yang dapat berupa limbah (padat, cair, udara), memiliki banyak dampak lingkungan yang negatif. Oleh karena itu, *Life Cycle Assessment* (LCA) bertujuan untuk mengevaluasi ekstraksi material dari lingkungan dan meminimalkan limbah industri.

2.5 Prosedur LCA

Kerangka metodologi untuk LCA terdiri dari empat fase yaitu penentuan tujuan & batasan, analisis inventori, penilaian dampak, dan interpretasi. Selain kerangka metodologi untuk LCA, ISO 14044 mendefinisikan persyaratan untuk pelaporan penilaian dan pedoman untuk kemungkinan implementasi dari tinjauan kritis (ISO, 2022).



Sumber: ISO 14044 (2006)

Gambar 2. 2 Kerangka Metodologi untuk LCA

2.6 Eco-Efficiency

Eco-efficiency adalah strategi yang menggabungkan konsep efisiensi ekonomi dan ekologi dalam penggunaan sumber daya alam. Eco-efficiency didefinisikan sebagai proses produksi yang meminimalkan penggunaan sumber daya produksi seperti bahan baku dan energi untuk mengurangi dampak lingkungan per unit hasil (Purwaningsih et al., 2021). The Organization for Economic Co-operation and Development menekankan pentingnya menggunakan sumber daya secara efisien untuk memenuhi kebutuhan manusia dan menunjukkan bahwa eko-efisiensi dapat ditingkatkan dengan meningkatkan output sambil menjaga dampak lingkungan konstan atau mengurangi dampak lingkungan sambil mempertahankan tingkat output yang sama (Hartini et al., 2023).

2.7 Life Cycle Inventory

Life Cycle Inventory berfungsi untuk memetakan hubungan lingkungan terhadap siklus hidup produk. Produk serta proses dapat dibandingkan dengan hasil dari LCI, Dimana apabila hasil yang diperoleh konsisten, maka produk memiliki dampak yang kecil terhadap kerusakan lingkungan dan tidak perlu dilakukan tahapan selanjutnya yaitu *impact assessment*, begitupun sebaliknya, apabila tidak konsisten, maka semakin besar pula dampak lingkungan yang dihasilkan dan diharuskan untuk melanjutkan ke tahapan *impact assessment*.

2.8 Eco-Efficiency

Eco-efficiency adalah strategi yang menggabungkan konsep efisiensi ekonomi dan ekologi dalam penggunaan sumber daya alam. Eco-efficiency didefinisikan sebagai proses produksi yang meminimalkan penggunaan sumber daya produksi seperti bahan baku dan energi untuk mengurangi dampak lingkungan per unit hasil (Purwaningsih et al., 2021).

2.9 Indikator LCA

Cost Benefit Analysis (CBA) adalah perhitungan untuk memperosel nilai *net-value*. *Net Value* adalah nilai yang diperoleh dengan mengurangi harga jual produk dengan biaya produksi. Kelayakan produk juga dapat ditentukan berdasarkan analisis CBA dengan ketentuan harga jual produk harus lebih tinggi dari harga produksi. Untuk mendapatkan *net value*, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (Rinawati et al., 2018):

$$\text{Net Value} = \text{Harga jual} - \text{Biaya Produksi}$$

Eco-Efficiency Indeks (EEI) digunakan untuk mengetahui affordable, dan sustainable produk. Produk dikatakan affordable dan sustainable apabila nilai EEI > 1. sedangkan affordable namun tidak apabila nilai EEI = 0 - 1, dan tidak affordable dan tidak sustainable apabila nilai EEI < 0 (Sari et al., 2011).

$$EEI = \frac{\text{Net Value}}{\text{Eco Cost}}$$

EVR adalah perhitungan yang digunakan untuk mendapat nilai perbandingan *eco cost* berdasarkan nilai *net value* yang dihasilkan oleh produk. EVR dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Rinawati et al., 2018).

$$EVR = \frac{\text{Eco Cost}}{\text{Net Value}}$$

Eco Efficiency Ratio Rate adalah perhitungan akhir pada eko-efisiensi produksi. EER rate dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Rinawati et al., 2018):

$$EER = (1 - EVR)$$

2.10 Eco-Cost

Nilai Eco costs diperoleh dari penjumlahan biaya atau yang biasa disebut sebagai *eco costs of material depletion*, penjumlahan dari konsumsi energi yang juga disebut sebagai *eco costs of energy*, serta penjumlahan dari biaya yang disebabkan oleh emisi (*eco costs of emissions*) (Swarr et al., 2011).

2.11 Software SimaPro

SimaPro adalah alat untuk mengumpulkan, menganalisis, dan memantau kinerja keberlanjutan (*sustainability performance*) berdasarkan data produk dan layanan perusahaan. SimaPro digunakan dalam berbagai aplikasi seperti karbon dioksida dan pengukuran jejak air, desain produk, dan pelaporan keberlanjutan. Pengukuran indikator kinerja utama. Beberapa kegiatan yang dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SimaPro adalah pengecekan *Goal and Scope*, pengecekan proses pada database, analisis kategori dampak, analisis siklus hidup dan pemilihan metode (Goedkoop et al., 2016).

3. Metodologi Penelitian

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Tahapan pengumpulan data dilakukan mulai dari November sampai dengan Desember 2022 di UMKM Jenang Kudus Rizqina pada sentra jenang Kudus, Desa Kaliputu, Kecamatan Kota, Kabupaten Kudus. Data tersebut diperoleh melalui proses wawancara dengan pemilik UKM serta data yang sudah tersedia pada UKM, dan juga data lain yang diperoleh dari luar yang bersifat mendukung proses pengumpulan data. Berikut merupakan daftar kebutuhan data yang digunakan dalam melakukan penelitian.

Tabel 3.1 Daftar Kebutuhan Data

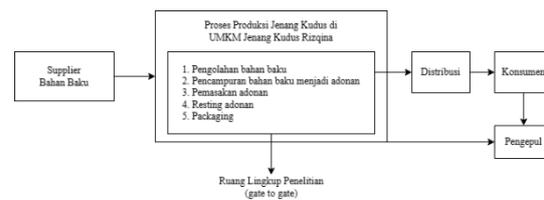
Sumber: Puspitasari et al, 2012

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat eko efisiensi dari aktifitas proses produksi jenang pada sentra

jenang Kudus. Ruang lingkup adalah

Tahap	Input	Output	Teknik Pengumpulan Data
LCA	Jenis dan besaran bahan baku: Kelapa (kg), Beras Ketan (kg), Gula Aren (kg) Jenis dan besar energi listrik (kwh) Jenis dan besar limbah (kg)	Besar dampak yang dihasilkan dari proses LCA (kg)	Wawancara & Observasi
Eco Cost	Dampak yang dihasilkan dari proses LCA (kg)	Besar dampak lingkungan (Rupiah)	Hasil pengolahan data
Net Value Product	Biaya material bahan baku (Rupiah) Biaya energi listrik yang digunakan (Rupiah) Upah pekerja (Rupiah) Harga jual produk (Rupiah)	Net Value Product (Rupiah)	Wawancara & Observasi
EVR	Biaya dari hasil representasi nilai (<i>output eco-cost</i>) (Rupiah)	Nilai Ratio EVR produk jenang	Hasil pengolahan data

serangkaian aspek yang akan dibahas didalam penelitian seperti sistem produksi, asumsi, kebutuhan data, serta Batasan-batasan dalam melakukan penelitian. Ruang lingkup pada penelitian ini terbatas pada tahap proses produksi jenang. Berikut gambaran ruang lingkup penelitian:



Gambar 3. 1 Ruang Lingkup Penelitian

4. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tujuan dan Batasan penelitian ditentukan sehingga lebih terarah dan spesifik. Tabel 4.3 merupakan ringkasan dari Goal & Scope penelitian.

Tabel 4. 1 Goal and Scope

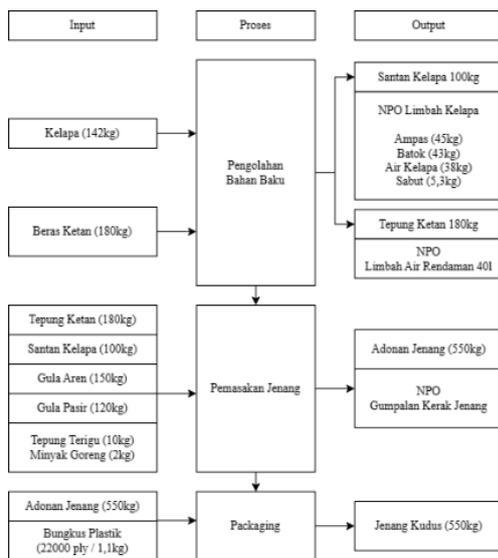
Goal	Mengidentifikasi dampak lingkungan yang ditimbulkan pada saat produksi Jenang Kudus.
Scope	Sistem yang dievaluasi pada <i>Life Cycle Assessment</i> merupakan system produksi Jenang Kudus yang meliputi proses pamarutan kelapa, penggilingan beras ketan, pengadukan adonan, resting adonan, pencetakan hingga packaging. <i>Input</i> pada analisis <i>Life Cycle Assessment</i> merupakan bahan baku produksi dengan satuan massa (kg), air dalam satuan liter (l), serta energi listrik dengan satuan daya (kWh) Perhitungan dilakukan dengan menggunakan <i>software</i> SimaPro V 9.5.0.2 menggunakan metode Eco-Cost 2023. <i>Output software</i> SimaPro berupa dampak yang dihasilkan dari system produksi Jenang Kudus dari segi <i>climate change, human health, ecosystem quality, & resource</i> kemudian diubah menjadi satuan mata uang Euro dengan factor pembobotan yang tersedia pada database SimaPro kemudian dikonversikan dalam mata uang Rupiah.

LCI menunjukkan input serta output yang terkait dengan produk sepanjang

siklus produksi yang ditetapkan. Input yang dibutuhkan dalam proses produksi adalah

Output	Jumlah	Unit	Keterangan
Product	Jenang Kudus	550	kg
Output (PO)	Limbah Sabut Kelapa	15,2	kg
	Limbah Ampas Kelapa	45,7	kg
	Limbah Batok Kelapa	43,1	kg
Non-product Output (NPO)	Limbah Air Kelapa	38,2	kg
	Limbah Air Rendaman	37,9	liter
	Beras Ketan		
	Emisi Listrik	Output LCIA Indikator SimaPro v 9.5.2.0	Emisi Pembangkit Listrik (PLN)

bahan baku utama dan komponen pendukung lainnya. Sedangkan output proses produksi adalah produk akhir dan emisi yang dihasilkan. Gambar 4.x menunjukkan aliran produksi Jenang Kudus. Pada gambar, diketahui bahwa input atau material utama adalah Santan dan Tepung Ketan, komponen pendukung dan energi listrik. Output yang dihasilkan adalah Jenang Kudus dan non product output (NPO).



Gambar 4. 1 Non-Product Output

Berikut merupakan input & output LCI secara merinci:

Tabel 4. 2 Input LCI

Input	Jumlah	Unit	Keterangan
Material	100	kg	Santan Kelapa
	180	kg	Tepung Ketan
	120	kg	Gula Pasir
	150	kg	Gula Aren
	10	kg	Tepung Terigu
	2	kg	Minyak Goreng
Listrik	0,464	kWh	Mesin Parut
	1,242	kWh	Mesin Penggiling
	11,173	kWh	Mesin Aduk
Bensin	1,5	liter	Mesin Penggiling

Tabel 4. 3 Output LCI

Tahap Life Cycle Impact Assessment bertujuan untuk mengevaluasi besar dampak lingkungan yang dihasilkan pada proses produksi. Fase LCIA ini memiliki beberapa tahapan yaitu karakterisasi, normalisasi, pembobotan, dan *single score*. Fase ini menggunakan *software* SimaPro v 9.5.0.2 dengan metode *Eco-Cost* 2023 v 1.1.

4.1.1.1 Karakterisasi

Karakterisasi merupakan tahap untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan factor yang berpotensi menimbulkan dampak lingkungan dalam beberapa kategori berdasarkan metode yang digunakan. Kategori dampak ini dihitung menggunakan *software* SimaPro. Terdapat 13 kategori dampak dalam metode *Eco-Cost*. Masing-masing kategori tersebut menyebabkan pencemaran yang berbeda, tergantung pada material yang menjadi *inputnya*.

Tabel 4. 4 Nilai Kategori Dampak

Kategori Dampak	Unit	Produksi Jenang	Waste Scenario	Total
Climate Change	Kg CO2 eq	617	638	1,25E3
Acidification	Mol H+ eq	1,83	0,201	2,03
Eutrophication	Kg PO4 eq	3,33	1,5	5,03
Photochemical Oxidant Formation	Kg NMVOC eq	2,95	0,623	3,57
Fine Dust	Kg PM2.5	0,46	0,364	0,824
Human Toxicity	CTUh	1,57E-5	4,33E-6	2,01E-6
Exotoxicity	CTUe	5,1E3	4,57E3	9,67E3
Metals Depletion	Euro	23,6	0,551	24,1
Oil & Gas Depletion	Kg oil eq	0	0	0
Waste	Euro	1,8	0,209	2,01
Land Use	Biofactor	0,597	0,26	0,858
Water Stress Indicator	M3 equiv	43	0,1	43,1

4.1.1.2 Normalisasi

Tahap ini merupakan tahap yang bertujuan untuk menilai sejauh mana suatu kegiatan mempengaruhi lingkungan global maupun regional.

Tabel 4. 5 Output Software Nilai Normalisasi

Impact Category	Unit	Jenang Kudus	Waste Scenario	Total
<i>Climate Change</i>	Kg CO2 eq	97,6	10,4	108
<i>Acidification</i>	Mol H+ eq	13,2	1,46	14,7
<i>Eutrophication</i>	Kg PO4 eq	18,9	27,4	46,3
<i>Photochemical Oxidant Formation</i>	Kg NMVOC eq	17,6	17,3	34,8
<i>Fine Dust</i>	Kg PM2.5	18,8	23,1	41,9
<i>Human Toxicity</i>	CTUh	3,39	0,981	4,37
<i>Exotoxicity</i>	CTUe	14,3	19,1	33,4
<i>Metals Depletion</i>	Euro	23,7	0,544	24,2
<i>Oil & Gas Depletion</i>	Kg oil equ	0	0	0
<i>Waste</i>	Euro	1,9	0,118	1,95
<i>Land Use</i>	Biofactor	7,09	3,24	7,37
<i>Water Stress Indicator</i>	M3 equiv	45,5	0,0193	45,5

4.1.1.3 Pembobotan

Pembobotan adalah tahap pemberian bobot setiap kategori dampak lingkungan. Faktor pembobotan memiliki berbagai nilai tergantung metode yang digunakan dan tingkat urgensi kategori dampak. Nilai pembobotan didapatkan dari nilai normalisasi dikali dengan karakterisasi factor masing-masing *impact* sehingga dihasilkan dalam satuan yang sama

Tabel 4. 6 Nilai Pembobotan Kategori Dampak

Impact Category	Unit	Jenang Kudus	Waste Scenario	Total
<i>Climate Change</i>	Euro	97,6	10,4	108
<i>Acidification</i>	Euro	13,2	1,46	14,7
<i>Eutrophication</i>	Euro	18,9	27,4	46,3
<i>Photochemical Oxidant Formation</i>	Euro	17,6	17,3	34,8
<i>Fine Dust</i>	Euro	18,8	23,1	41,9
<i>Human Toxicity</i>	Euro	3,39	0,981	4,37
<i>Exotoxicity</i>	Euro	14,3	19,1	33,4
<i>Metals Depletion</i>	Euro	23,7	0,544	24,2
<i>Oil & Gas Depletion</i>	Euro	0	0	0
<i>Waste</i>	Euro	1,9	0,118	1,95
<i>Land Use</i>	Euro	7,09	3,24	7,37
<i>Water Stress Indicator</i>	Euro	45,5	0,0193	45,5

4.1.1.4 Single Score

Single Score merupakan Langkah yang bertujuan untuk mengklasifikasi nilai kategori dampak berdasarkan proses produksi. Dari nilai *single score* dapat dilihat aktivitas produksi yang berkontribusi terhadap dampak lingkungan dan dampak kerusakan. Nilai perhitungan *single score* didapatkan dari pembobotan dari setiap proses

Tabel 4. 7 Nilai Single Score Kategori Dampak

Impact Category	Unit	Jenang Kudus	Waste Scenario	Total
<i>Climate Change</i>	Euro	97,6	10,4	108
<i>Acidification</i>	Euro	13,2	1,46	14,7
<i>Eutrophication</i>	Euro	18,9	27,4	46,3
<i>Photochemical Oxidant Formation</i>	Euro	17,6	17,3	34,8
<i>Fine Dust</i>	Euro	18,8	23,1	41,9
<i>Human Toxicity</i>	Euro	3,39	0,981	4,37
<i>Exotoxicity</i>	Euro	14,3	19,1	33,4
<i>Metals Depletion</i>	Euro	23,7	0,544	24,2
<i>Oil & Gas Depletion</i>	Euro	0	0	0
<i>Waste</i>	Euro	1,9	0,118	1,95
<i>Land Use</i>	Euro	7,09	3,24	7,37
<i>Water Stress Indicator</i>	Euro	45,5	0,0193	45,5
TOTAL				€363
				Rp. 6.114.901,98

Dari hasil *single score* diperoleh nilai *eco-cost* yang dihasilkan UMKM Jenang Kudus Rizqina dalam satuan mata uang Euro, kemudian nilai *eco-cost* tersebut dikonversikan kedalam kurs Rupiah. Berdasarkan nilai kurs Euro – Rupiah pada tanggal 5 Desember 2023 adalah sebesar Rp.16.710,00 maka hasil *single score* menunjukkan bahwa UMKM Jenang Kudus Rizqina memiliki total nilai *eco-cost* sebesar Rp6.114.901,98 per 550kg jenang atau Rp11.118 per kilogram.

4.2 Net Value

Hasil *net value* didapatkan dari *Cost Benefit Analysis* yaitu benefit atau keuntungan dikurangi biaya yang dikeluarkan. Biaya yang digunakan antara lain biaya material, biaya tenaga kerja dan biaya *overhead*. Berikut merupakan tabel rekapitulasi biaya produksi:

Tabel 4. 8 Rekapitulasi Biaya Produksi

UMKM Jenang Kudus Rizqina	Komponen	Biaya (Rp)
	Biaya Bahan	6.652.000
	Biaya Tenaga Kerja	1.920.000
	Biaya Listrik	25.281
	Biaya Energi Tambahan	90.000
Total biaya produksi per hari		8.687.281
Total biaya produksi per kg		15.795

4.2.1 Benefit Cost

Net Benefit Cost dari produk Jenang Kudus didapatkan dari harga penjualan dikurangi dengan biaya produksi Jenang Kudus. Harga penjualan 1 kg Jenang Kudus Rizqina adalah sebesar Rp.40.000.

$$Net Value = \text{Harga Jual} - \text{Biaya Produksi}$$

$$Net Value = 40.000 - 15.795 = 24.205/kg$$

4.3 Eco-Efficiency Index

Perhitungan dari EEI digunakan untuk mengetahui efisiensi produk Jenang Kudus secara ekologis dan ekonomis. Keterangan dari nilai EEI dapat dilihat pada tabel 4.18

Tabel 4. 9 Keterangan nilai EEI

Eco-Efficiency Index	>1	Affordable, Sustainable
	= 0-1	Affordable but Not Sustainable
	<0	Not Affordable and Not Sustainable

Affordable adalah produk sudah dikategorikan efisien secara ekonomi, sedangkan *Sustainable* artinya produk sudah efisien secara ekologis dan ekonomis yang berarti produk tersebut layak untuk diproduksi karena memperhatikan faktor keberlanjutan dari sisi lingkungan hidup. Berikut merupakan perhitungan EEI dari produk Jenang Kudus UMKM Jenang Kudus Rizqina

$$EEI = \frac{\text{Value of a product}}{\text{eco - cost}}$$

$$EEI = 24.205 / 11.118 = 2,17$$

4.4 Eco-Efficiency Ratio (EER)

Eco-efficiency Ratio merupakan indicator yang menunjukkan besar kategori dampak berdasarkan pengolahan bahan baku menjadi produk Jenang Kudus.

4.4.1 Eco-cost per Value Ratio (EVR)

Nilai EVR diperoleh melalui hasil pembagian *eco-cost* dengan *net value*.

$$EVR = \frac{\text{eco cost}}{\text{net value}}$$

$$EVR = 11.118 / 24.205 = 0,46$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh nilai EVR sebesar 0,46.

4.4.2 Eco-efficiency Ratio Rate (EER)

EER merupakan tahapan terakhir untuk mendapatkan tingkat *eco-efficiency*. Nilai dari EER dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini.

$$EER \text{ Rate} = (1 - EVR) \times 100\%$$

$$EER \text{ Rate} = (1 - 0,46) \times 100\%$$

$$EER \text{ Rate} = 54\%$$

5. Analisis dan Pembahasan

Nilai *Eco-efficiency Value Ratio* pada penelitian ini menghasilkan nilai akhir sebesar 0,46, dan nilai *Eco-efficiency Ratio Rate* sebesar 54% yang menunjukkan bahwa proses produksi Jenang Kudus masih bisa ditingkatkan. Untuk

Waste	Jumlah	Pengolahan	Tambahkan		
			Bahan/Energi	Jumlah	Harga
Ampas Kelapa	45 kg	Penggilingan	Listrik	0,35kWh	Rp 609
Batok Kelapa	43 kg	Pembakaran	Tepung Kanji	5 kg	Rp 35.000
			Kayu Bakar	4kg	Rp 5.000
Air Kelapa	38 kg	Fermentasi	Larutan EM4	760ml	Rp 15.900
Sabut Kelapa	5,3 kg	Penggilingan	Listrik	0,042kWh	Rp 72
TOTAL					Rp 56.581

meningkatkan *Eco-efficiency Ratio Rate*, dapat dilakukan peningkatan *net value* produk atau dengan meminimasi faktor sekunder seperti biaya produksi maupun biaya lingkungan.

Urutan kategori dampak dari yang paling tinggi hingga paling rendah dari proses produksi Jenang Kudus adalah *Climate Change, Eutrophication, Baseline Water Stress, Fine Dust, Photochemical Ozone Formation, Ecotoxicity, Metal Scarcity, Acidification, Land Use, Human Toxicity* dan *Waste (Uranium)*. Hasil tersebut menunjukkan besarnya dampak lingkungan yang dihasilkan cenderung berupa emisi listrik, partikel debu akibat proses pembakaran, serta emisi berupa limbah organik dalam jumlah besar yang dibuang langsung ke ekosistem. Tuntutan untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan terbuangnya sampah organik yang berpotensi menghasilkan lebih banyak keuntungan menjadi latarbelakang pemilihan rekomendasi. Rekomendasi ini dibuat atas hasil beberapa penelitian terdahulu mengenai pengolahan limbah terkait.

Tabel 5. 1 Rekomendasi Action Plan

No.	Nama	Judul	Rekomendasi	Action Plan	Dampak yang diharapkan
1	Pratiwi, E., Hendriani, L., Amalia, R. (2016)	Pemanfaatan Limbah Ampas Kelapa sebagai Tepung dalam Pembuatan Mi Basah	Pemanfaatan Limbah Ampas	Pemanfaatan Ampas Kelapa sebagai Alternatif Tepung Terigu	Net value meningkat dan eco-cost menurun
2	Suryati, Misriana, Mellyssa, W., Razi, F., hayati, R. (2019)	Pemanfaatan Limbah Air Kelapa sebagai Pupuk Organik Cair	Pemanfaatan Limbah Air Kelapa	Pemanfaatan Air Kelapa Sebagai Pupuk Cair	Net value meningkat dan eco-cost menurun
3	Husla, R., Wastu, A., Yasmaniar, G., Fadliah (2022)	Pemanfaatan Limbah batok Kelapa menjadi Bahan Bakar Briket	Pemanfaatan Limbah Batok	Pemanfaatan batok Kelapa menjadi briket	eco-cost menurun
4	Ariatma, A., Kadir, A., & Fahrudin, F. (2020)	Pemanfaatan Limbah Serabut Kelapa di Desa Korleko Kecamatan Labuhan Haji Kabupaten Lombok Timur	Pemanfaatan Limbah Serabut	Pengolahan sabut kelapa menjadi cocofiber	Net value meningkat dan eco-cost menurun

Dari rekomendasi tersebut, dilakukan pembuatan waste scenario baru pada proses produksi Jenang Kudus dengan memanfaatkan keseluruhan limbah organik yang ada dengan proses yang berbeda.

Komponen	Waste Scenario 1 (Before)	Waste Scenario 2 (Recommendation)
Biaya Bahan Baku	Rp 6.652.000	Rp 6.652.000
Biaya Tenaga Kerja	Rp 1.920.000	Rp 1.920.000
Biaya Listrik	Rp 25.281	Rp 26.234
Biaya Energi Tambahan	Rp 80.000	Rp 80.000
Bahan Waste Treatment	Rp 10.000	Rp 56.581
Jumlah	Rp. 8.687.281	Rp. 8.734.815
Biaya produksi per kg	Rp. 15.795	Rp. 15.881
Eco-cost	Rp. 11.118	Rp. 7.990
TOTAL	Rp. 26.913,00	Rp. 23.871

Tabel 5. 2 Tambahan Biaya Waste Scenario 2

Waste treatment masing-masing jenis limbah kemudian dihitung dan di input kedalam assembly waste scenario dan keseluruhan life cycle jenang kudus sehingga diperoleh nilai *single score* waste scenario baru sebagai berikut

Tabel 5. 3 Single Score Produksi Jenang dengan Waste Scenario Rekomendasi

Impact Category	Unit	Produksi Jenang Kudus	Waste Scenario Baru	Total
Climate Change	Euro	97,3	0,728	98,1
Acidification	Euro	13,2	0,087	13,3
Eutrophication	Euro	18,2	0,848	19,1
Photochemical Oxidant Formation	Euro	17	0,739	17,8
Fine Dust	Euro	18,1	0,00115	18,8
Human Toxicity	Euro	3,37	0,02	3,39
Exotoxicity	Euro	14,2	0,169	14,4
Metals Depletion	Euro	23,7	0	23,7
Oil & Gas Depletion	Euro	0	0	0
Waste	Euro	1,83	0,0042	1,84
Land Use	Euro	4,04	0	4,04
Water Stress Indicator	Euro	45,5	0	45,5
TOTAL				€261
				Rp. 4.395.235

Dari hasil *single score* diperoleh nilai *eco-cost* yang dihasilkan sebesar

Rp4.395.235 per 550kg jenang atau Rp.7.990,00 per kilogram.

Untuk melihat apakah pemanfaatan limbah organik yang dihasilkan pada proses produksi yaitu ampas kelapa, batok kelapa, air elapa tua dan sabut kelapa dapat meningkatkan efisiensi produksi UMKM Jenang Kudus Rizqina, berikut adalah perbandingan biaya total dari *waste scenario* 1 dan 2.

Tabel 5. 4 Perbandingan Biaya WS 1 & WS 2

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, biaya produksi 1 kilogram Jenang Kudus dengan *Waste Scenario* baru adalah sebesar Rp. 16.045,00 tentunya dengan nilai *eco-cost* yang lebih kecil, yaitu sebesar Rp. 7.990,00

Selain melalui perbandingan biaya produksi dan nilai *eco-cost*, berikut perbandingan nilai *net value*, *EEI*, *EVR* dan *EER* dari keduanya.

$$\begin{aligned} \text{Net Value} &= \text{Harga Jual} - \text{Biaya Produksi} \\ &= 40.000 - 15.881 \\ &= \text{Rp. 24.119} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EEI} &= \text{Value of Product} / \text{eco-cost} \\ &= 24.119 / 7.990 \\ &= 3,02 \end{aligned}$$

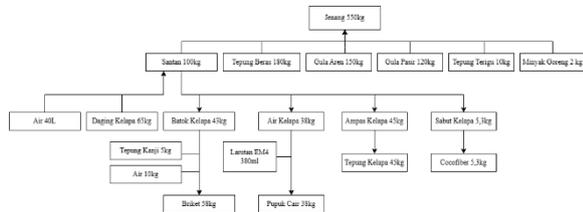
$$\begin{aligned} \text{EVR} &= \text{Eco cost} / \text{net value} \\ &= 7.990 / 24.119 \\ &= 0,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EER} &= (1 - \text{EVR}) \times 100\% \\ &= (1 - 0,35) \times 100\% \\ &= 67\% \end{aligned}$$

Tabel 5. 5 Perbandingan Net Value, EEI, EVR, EER

Pembanding	Waste Scenario 1	Waste Scenario 2	Keterangan
Net Value	24.205	24.119	WS 1 lebih laba
EEI	2,17	3,02	WS 2 lebih <i>affordable</i> dan <i>sustainable</i>
EVR	0,46	0,33	WS 2 lebih layak
EER	54%	67%	WS 2 lebih efisien secara ekologis

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa *Waste Scenario 2* dengan rekomendasi berupa pengolahan limbah kembali lebih efisien secara ekologi sehingga dikategorikan *sustainable* serta termasuk ke golongan *affordable* karena biaya yang dikeluarkan lebih kecil.



Gambar 5. 1 Alur Produksi Setelah Rekomendasi

6. Penutup

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis dan pembahasan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan software SimaPro v 9.5.0.2 diketahui bahwa urutan kategori dampak dari yang tertinggi hingga terendah adalah *Climate Change*, *Eutrophication*, *Water Stress Indicator*, *Fine Dust*, *Photochemical Ozone Formation*, *Ecotoxicity*, *Metal Scarcity*, *Acidification*, *Land Use*, *Human Toxicity* dan *Waste (Uranium)*. Hal ini disebabkan oleh penggunaan listrik yang cukup besar, penggunaan jumlah air yang cukup banyak, terdapatnya partikel-partikel hasil pembakaran, serta limbah organik yang dibuang langsung ke lingkungan sekitar tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu untuk mengurangi adanya dampak buruk terhadap lingkungan. Dari hasil pengolahan didapatkan nilai *eco-cost* dari produk Jenang Kudus adalah sebesar Rp 11.118/kg.
- b. Nilai EEI produk Jenang Kudus adalah sebesar 2,17 yang berada

pada kategori >1 . Hal ini menunjukkan bahwa produk Jenang Kudus sudah *affordable* dan *sustainable*, namun dapat ditingkatkan lagi dengan memperhatikan dampak buruk yang cukup besar bagi lingkungan sekitar karena nilai *eco-cost* nya cukup besar. Sementara nilai EER dari produk Jenang Kudus adalah sebesar 54%.

- c. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan untuk mengurangi potensi dampak terhadap lingkungan dari proses produksi Jenang Kudus adalah dengan mengolah limbah organik dari proses produksi Jenang Kudus agar tidak dibuang ke lingkungan. Dari hasil perhitungan menggunakan *software* SimaPro menunjukkan bahwa perubahan EEI dengan nilai 2,17 menjadi 3,02, EVR dari 0,46 menjadi 0,33 dan EER dari 54% menjadi 67% sehingga dapat disimpulkan bahwa rekomendasi yang diberikan lebih efisien secara ekonomis dan ekologis sehingga lebih layak.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih mendalam mengenai keseluruhan siklus hidup produk sehingga penelitian mendatang hendaknya mengukur keseluruhan siklus hidup produk menggunakan *software* Ecoinvent Waste untuk hasil yang lebih akurat.

Saran untuk UMKM Jenang Kudus Rizqina adalah sebagai berikut :

- a. Diperlukan aktivitas tambahan berupa pengolahan limbah bahan baku untuk meningkatkan eko-efisiensi produksi Jenang Kudus

seperti mengolah limbah batok kelapa menjadi briket untuk menambah keuntungan sekaligus mengurangi dampak terhadap lingkungan akibat pembuangan langsung.

- b. Perlu adanya pertimbangan *eco-cost* dari pihak UMKM untuk menentukan harga jual Jenang Kudus untuk mendapatkan laba yang lebih banyak sekaligus meningkatkan *eco-efficiency* produk Jenang Kudus.

DAFTAR PUSTAKA

- Astadi, P., Kristina, S., Retno, S., Yahya, P., & Agni Alam, A. (2022). The long path to achieving green economy performance for micro small medium enterprise. In *Journal of Innovation and Entrepreneurship* (Vol. 11, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/s13731-022-00209-4>
- Azapagic, A., & Perdan, S. (2000). Indicators of sustainable development for industry: A general framework. *Process Safety and Environmental Protection*, 78(4). <https://doi.org/10.1205/095758200530763>
- BPS. (2023). Statistical Yearbook of Indonesia 2023. In *BPS-Statistics Indonesia*.
- Goedkoop, M., Oele, M., Leijting, J., Ponsioen, T., & Meijer, E. (2016). *Introduction to LCA with SimaPro Colophon*. Introduction to LCA with SimaPro.
- Hanim, L., Sopyonyono, E., & Maryanto, M. (2022). Pengembangan UMKM Digital di Masa Pandemi Covid-19. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1). <https://doi.org/10.24967/psn.v2i1.1452>
- Hartini, S., Azzahra, F., Purwaningsih, R., Ramadan, B. S., & Sari, D. P. (2023). Framework for Increasing Eco-efficiency in the Tofu Production Process: Circular Economy Approach. *Production Engineering Archives*, 29(4), 452–460. <https://doi.org/10.30657/pea.2023.29.50>
- ISO. (2022). *ISO 14040:2006*. International Organization for Standardization.
- Istiqomah, I., & Andriyanto, I. (2018). Analisis SWOT dalam Pengembangan Bisnis (Studi pada Sentra Jenang di Desa Kaliputu Kudus). *BISNIS : Jurnal Bisnis Dan Manajemen Islam*, 5(2). <https://doi.org/10.21043/bisnis.v5i2.3019>
- Lehtinen, H., Saarentaus, A., Rouhiainen, J., Pits, M., & Azapagic, A. (2011). A review of LCA methods and tools and their suitability for SMEs. *Eco-Innovation BIOCHEM*, May.
- Pratiwi, E. D., Hendrarini, L., & Amalia, R. (2016). Pemanfaatan Limbah Ampas Kelapa (*Cocos nucifera* Lin) Sebagai Tepung Dalam Pembuatan Mi Basah. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 8(2). <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v8i2.737>
- Purwaningsih, R., Simanjuntak, C. F., & Rosyada, Z. F. (2020). Eco-Efficiency Ratio of Pencil Production Using Life Cycle Assessment for Increasing the Manufacture Sustainability. *Jurnal Teknik Industri*, 22(1).
- Purwaningsih, R., Susanto, N., Adiaksa, D. A., & Putri, A. A. A. (2021). Analysis of the eco-efficiency level in the dining table production process using life cycle assessment method to increase industry sustainability. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1072(1), 012014. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1072/1/012014>
- Rinawati, D. I., Sriyanto, Sari, D. P., & Prayodha, A. C. (2018). Eco-efficiency Analysis of Furniture Product Using Life Cycle Assessment. *E3S Web of Conferences*, 31. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183108005>

- Rosen, M. A., & Kishawy, H. A. (2012). Sustainable manufacturing and design: Concepts, practices and needs. In *Sustainability* (Vol. 4, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/su4020154>
- Sari, D. P., Hartini, S., Rinawati, D. I., & Wicaksono, T. S. (2011). Pengukuran Tingkat Eko-efisiensi Menggunakan Life Cycle Assessment untuk Menciptakan Sustainable Production di Usaha Kecil Menengah Batik. *Jurnal Teknik Industri*, 14(2). <https://doi.org/10.9744/jti.14.2.137-144>
- Swarr, T. E., Hunkeler, D., Klöpffer, W., Pesonen, H. L., Citroth, A., Brent, A. C., & Pagan, R. (2011). Environmental life-cycle costing: A code of practice. In *International Journal of Life Cycle Assessment* (Vol. 16, Issue 5). <https://doi.org/10.1007/s11367-011-0287-5>