

Penerapan Green Productivity Untuk Meminimasi Waste Dengan Pendekatan Data Envelopment Analysis Pada Proses Produksi PT. XYZ

Safrillail Dwi Ardiyansyah

e-mail: 21012010146@student.upnjatim.ac.id

Rizky Dermawan

e-mail: rizkyd.ma@upnjatim.ac.id

Virginia Mandasari

e-mail: virginia.mandasari.mnj@upnjatim.ac.id

(Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"
Jawa Timur, Surabaya)

ABSTRAK : Waste produksi merupakan salah satu tantangan utama dalam industri pengolahan makanan, khususnya pada sektor olahan ayam yang menghasilkan waste padat dan cair dalam jumlah signifikan. Permasalahan ini tidak hanya berdampak pada efisiensi operasional, tetapi juga menimbulkan ancaman terhadap keberlanjutan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan konsep Green Productivity dalam meminimalkan waste dan meningkatkan efisiensi produksi pada proses pengolahan nugget di PT XYZ. Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif dengan metode analisis material balance, perhitungan produktivitas, identifikasi waste, pengukuran Environmental Performance Index (EPI), Green Productivity Index (GPI), dan Data Envelopment Analysis (DEA). Hasil menunjukkan bahwa integrasi konsep green productivity mampu meningkatkan efisiensi lini produksi serta menurunkan volume waste minyak dan tepung. Nilai GPI meningkat, mencerminkan efisiensi berkelanjutan, dan EPI menunjukkan perbaikan kinerja lingkungan. Inovasi pengolahan waste minyak menjadi sabun padat menjadi solusi alternatif yang bernilai ekonomis dan ramah lingkungan.

Kata kunci – Data Envelopment Analysis; Green Productivity; Waste Produksi; Produktivitas;

ABSTRACT : Production waste is one of the main challenges in the food processing industry, particularly in the poultry processing sector, which generates large volumes of solid and liquid waste. This issue not only reduces operational efficiency but also poses risks to environmental sustainability. This research aims to apply the Green Productivity concept to minimize waste and improve production efficiency in the nugget processing line at PT XYZ. A descriptive quantitative approach was used with analytical methods including material balance, productivity measurement, waste identification, Environmental Performance Index (EPI), Green Productivity Index (GPI), and Data Envelopment Analysis (DEA). The results indicate that the integration of green productivity significantly enhances production efficiency and reduces waste from oil and flour. The increasing GPI reflects sustainable efficiency, while EPI shows improvements in environmental performance. Furthermore, waste cooking oil was innovatively processed into solid soap as an economical and eco-friendly solution.

Keywords – Data Envelopment Analysis; Green Productivity; Production Waste; Productivity;

PENDAHULUAN

Green Productivity merupakan pendekatan integratif yang menggabungkan peningkatan produktivitas dengan upaya pengurangan dampak lingkungan dalam proses produksi. Konsep ini menekankan efisiensi penggunaan sumber daya sekaligus meminimalkan waste yang dihasilkan, sehingga mampu mendukung keberlanjutan industri secara jangka panjang (Shen et al., 2022). Dalam industri pengolahan makanan, khususnya sektor olahan ayam, penerapan green productivity menjadi sangat penting mengingat tingginya volume waste padat dan cair yang dihasilkan selama proses produksi. Waste tersebut tidak hanya berdampak pada pencemaran lingkungan, tetapi juga menurunkan efisiensi operasional dan meningkatkan biaya produksi (Wali & Handayani, 2022).

Seiring meningkatnya konsumsi produk olahan ayam di Indonesia, industri pengolahan menghadapi tantangan dalam mengelola waste secara efektif. PT XYZ sebagai salah satu perusahaan pengolahan nugget ayam menghasilkan waste dalam jumlah signifikan, terutama berupa minyak goreng bekas dan sisa tepung panir. Pengelolaan waste yang belum optimal menyebabkan pemborosan sumber daya serta potensi pencemaran lingkungan. Selain itu, masih ditemukan produk cacat yang memicu inefisiensi proses produksi dan peningkatan biaya operasional.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas peningkatan efisiensi produksi dengan berbagai pendekatan. Azis (2023) meneliti penerapan green productivity untuk meningkatkan efisiensi produksi, namun belum secara spesifik mengintegrasikan pengukuran kinerja lingkungan secara kuantitatif. Shen et al. (2022) menggunakan metode Data Envelopment Analysis (DEA) untuk mengevaluasi green productivity di sektor industri, namun fokus penelitian tersebut lebih pada aspek efisiensi teknis. Streimikis dan Saraji (2022) menunjukkan bahwa DEA efektif dalam menilai efisiensi lingkungan, tetapi belum dikombinasikan dengan strategi pengurangan waste secara langsung. Penelitian oleh Nabila dan Handayani (2024) berhasil meningkatkan produktivitas melalui pemanfaatan waste, namun belum mengkaji keterkaitan antara produktivitas dan kinerja lingkungan secara komprehensif.

Berdasarkan kajian tersebut, terdapat kesenjangan penelitian (research gap) yaitu belum adanya pendekatan yang secara simultan mengintegrasikan analisis produktivitas, kinerja lingkungan, serta efisiensi teknis dalam upaya meminimalkan waste pada industri pengolahan makanan. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan penerapan konsep green productivity dengan mengombinasikan metode material balance, Environmental Performance Index (EPI), Green Productivity Index (GPI), serta Data Envelopment Analysis (DEA) untuk menghasilkan evaluasi yang lebih komprehensif.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja produktivitas dan lingkungan pada proses produksi nugget di PT XYZ, mengidentifikasi jenis dan sumber waste yang dihasilkan, serta merumuskan alternatif strategi pengelolaan waste yang optimal guna meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan proses produksi.

TINJAUAN PUSTAKA

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi penerapan konsep Green Productivity dalam meningkatkan efisiensi dan kinerja lingkungan di sektor industri. Shen et al., (2022) dalam penelitiannya menggunakan pendekatan Data Envelopment Analysis (DEA) untuk mengukur peningkatan produktivitas hijau di sektor industri China. Studi ini menyimpulkan bahwa investasi dalam teknologi ramah lingkungan menjadi faktor krusial dalam mendorong pertumbuhan green productivity secara berkelanjutan. Penelitian lain oleh Streimikis & Saraji, (2022) melakukan

tinjauan sistematis terhadap penggunaan DEA dalam sektor pertanian dan menyimpulkan bahwa pendekatan ini efektif dalam mengevaluasi efisiensi lingkungan serta merumuskan kebijakan berbasis produktivitas hijau. Selanjutnya, Nabila & Handayani, (2024) melakukan penelitian pada industri furnitur yang menunjukkan bahwa penerapan Green Productivity melalui pengolahan waste kayu menjadi produk ekonomis seperti particle board mampu meningkatkan produktivitas dari 87% menjadi 104%, sekaligus menurunkan jumlah waste secara signifikan. Keempat penelitian ini memperkuat argumen bahwa konsep Green Productivity tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap keberlanjutan lingkungan.

Produktivitas dalam Industri Pengolahan Pangan

Penelitian mengenai produktivitas pada industri pengolahan pangan umumnya menitikberatkan pada efisiensi penggunaan bahan baku, tenaga kerja, dan energi dalam menghasilkan output produksi. Ajjiah et al. (2021) menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas dapat dicapai melalui pengendalian input produksi dan pengurangan waktu proses. Penelitian lain oleh Andjarwati (2020) menyoroti bahwa faktor sumber daya manusia turut memengaruhi produktivitas melalui motivasi kerja dan lingkungan kerja yang mendukung.

Namun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih memandang produktivitas dari aspek ekonomi internal perusahaan tanpa mempertimbangkan dampak lingkungan yang dihasilkan selama proses produksi. Padahal pada industri pengolahan pangan, peningkatan output sering kali diikuti oleh peningkatan waste produksi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengukuran produktivitas konvensional belum sepenuhnya mampu menggambarkan efisiensi proses produksi secara menyeluruh.

Green Productivity sebagai Pendekatan Integratif

Green Productivity mulai dikembangkan sebagai pendekatan yang menggabungkan efisiensi produksi dengan pengelolaan lingkungan. Shen et al. (2022) menyatakan bahwa Green Productivity mampu meningkatkan efisiensi operasional melalui pengurangan waste dan konsumsi energi. Penelitian Wali dan Handayani (2022) juga membuktikan bahwa penerapan Green Productivity pada industri makanan dapat menurunkan volume limbah sekaligus meningkatkan nilai tambah produksi.

Meskipun demikian, penelitian sebelumnya lebih banyak diterapkan pada industri manufaktur umum seperti tekstil dan kimia, sedangkan implementasinya pada industri pengolahan ayam masih relatif terbatas. Selain itu, sebagian penelitian hanya berfokus pada penurunan waste tanpa mengukur hubungan langsung antara perbaikan lingkungan dengan peningkatan produktivitas perusahaan. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan penelitian yang mengintegrasikan kedua aspek tersebut secara simultan.

Green Productivity dan Sustainable Development Goals

Konsep Green Productivity memiliki hubungan erat dengan pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya tujuan industri berkelanjutan dan konsumsi produksi yang bertanggung jawab. Giovanni et al. (2023) menjelaskan bahwa perusahaan industri memiliki peran penting dalam mendukung SDG 9 dan SDG 12 melalui efisiensi sumber daya. Streimikis dan Saraji (2022) menambahkan bahwa penerapan produksi hijau dapat menjadi strategi untuk mengurangi tekanan lingkungan dari aktivitas industri.

Namun, sebagian besar penelitian hanya membahas keterkaitan konseptual antara Green Productivity dan SDGs tanpa menunjukkan implementasi praktis di tingkat perusahaan. Dengan demikian, masih diperlukan penelitian yang menghubungkan indikator Green Productivity dengan kontribusi nyata terhadap target pembangunan berkelanjutan dalam konteks industri pangan.

Waste Management pada Industri Pengolahan Makanan

Pengelolaan waste menjadi isu utama dalam industri pengolahan makanan karena proses produksi menghasilkan limbah padat, cair, dan gas. Nabila dan Handayani (2024) menegaskan

bahwa pengelolaan waste yang efektif dapat mengurangi pencemaran sekaligus menekan biaya produksi. Nasir dan Saputro (2020) menyebutkan bahwa pendekatan 3R dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dalam industri.

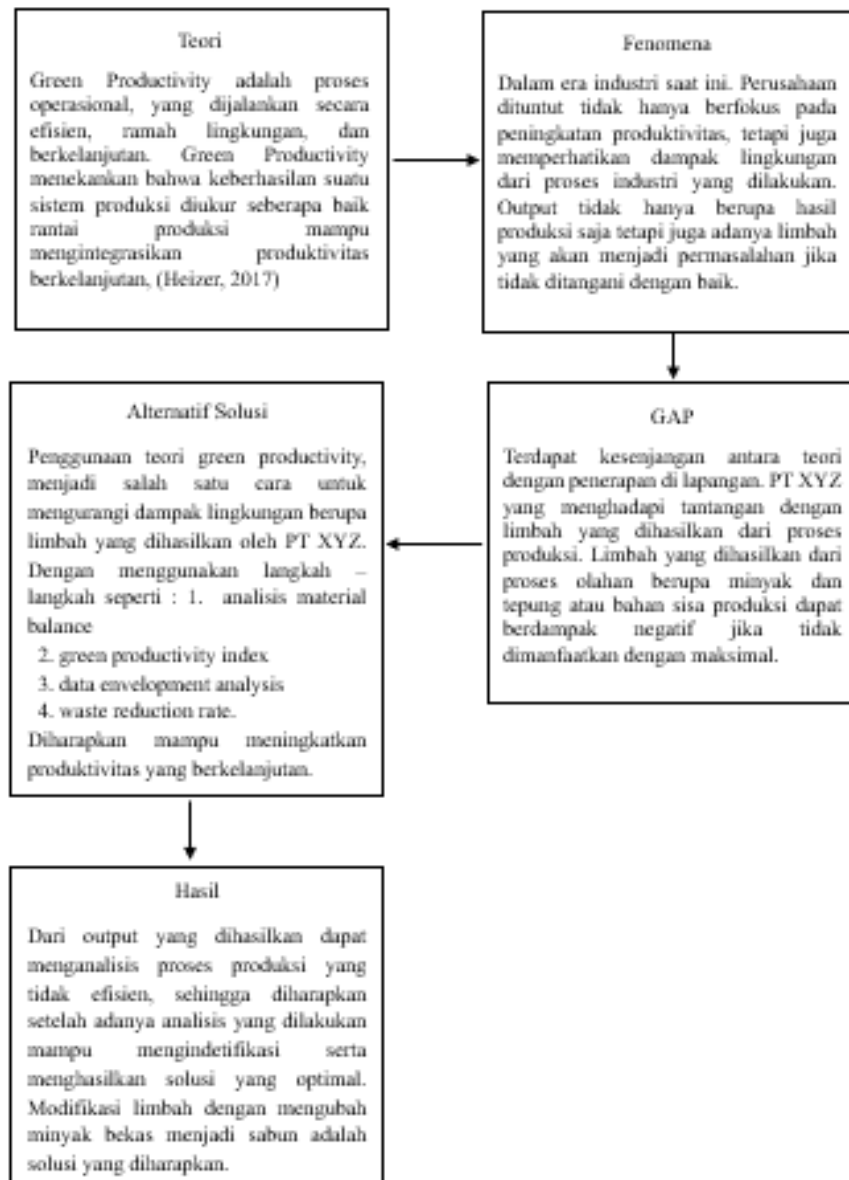
Akan tetapi, penelitian terdahulu umumnya berfokus pada pengolahan limbah setelah waste terbentuk, bukan pada pencegahan waste sejak tahap produksi. Selain itu, pemanfaatan waste minyak goreng bekas sebagai produk bernilai ekonomi masih belum banyak dikaji dalam industri pengolahan ayam. Oleh sebab itu, penelitian ini menawarkan pendekatan berbeda dengan mengevaluasi waste management sebagai bagian dari strategi peningkatan produktivitas dan keberlanjutan secara bersamaan.

Research Gap Penelitian

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, terdapat beberapa kesenjangan penelitian. Pertama, sebagian besar penelitian produktivitas masih berorientasi pada efisiensi ekonomi tanpa mempertimbangkan kinerja lingkungan. Kedua, implementasi Green Productivity pada industri pengolahan ayam masih terbatas dibanding sektor manufaktur lainnya. Ketiga, pemanfaatan waste sebagai sumber nilai tambah ekonomi belum banyak dikaji dalam satu kerangka analisis produktivitas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis produktivitas dan kinerja lingkungan secara simultan melalui pendekatan Green Productivity pada proses produksi nugget ayam di PT XYZ.

Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir dalam penelitian ini tidak ditujukan untuk menguji hubungan antar variabel secara statistik, melainkan untuk menggambarkan alur logis dalam merumuskan solusi atas permasalahan yang timbul dari proses produksi di PT XYZ. Permasalahan utama yang dihadapi perusahaan adalah output produksi yang mengakibatkan timbulnya waste padat dan cair dalam jumlah besar. Hasil dari seluruh analisis ini menjadi dasar dalam mengidentifikasi potensi pengurangan waste dan peluang pemanfaatan waste menjadi produk bernilai ekonomi. Dengan pendekatan ini, diharapkan perusahaan tidak hanya mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas, tetapi juga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.



Gambar 1. Kerangka Berpikir

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis dan faktual mengenai penerapan green productivity dalam upaya meminimalkan waste pada proses produksi nugget di PT XYZ. Objek dari penelitian ini adalah proses produksi olahan di perusahaan, khususnya proses yang menghasilkan waste padat dan cair, sedangkan subjeknya meliputi kepala produksi, admin produksi, serta tenaga kerja yang terlibat langsung dalam kegiatan produksi. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan serta penyebaran kuesioner kepada tenaga kerja produksi, sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan, seperti laporan jumlah tenaga kerja, kapasitas bahan baku, hasil produksi, dan dokumen pendukung lainnya. Penelitian ini menggunakan beberapa metode analisis secara bertahap. Pertama, dilakukan material balance

untuk menghitung seluruh input dan output dalam proses produksi, termasuk waste yang dihasilkan. Penghitungan produktivitas menggunakan rumus produktivitas. Identifikasi jenis-jenis waste berdasarkan hasil observasi dan data aktual perusahaan. Pembobotan terhadap waste menggunakan kuesioner berskala Likert 1–5 untuk menilai seberapa besar dampak atau risiko masing-masing waste terhadap lingkungan dan kesehatan. Penghitungan Environmental Performance Index (EPI) menggunakan rumus EPI. Penghitungan Green Productivity Index (GPI) dengan membandingkan nilai produktivitas terhadap nilai dampak lingkungan (EPI). Metode Data Envelopment Analysis (DEA) dengan bantuan perangkat lunak DEAP 2.1 untuk mengetahui tingkat efisiensi teknis masing-masing alternatif, dengan input berupa bahan baku padat, bahan baku cair, dan tenaga kerja, serta output berupa hasil produksi, waste padat, dan waste cair. Penghitungan Waste Reduction Rate (WRR) dengan rumus WRR untuk mengetahui efektivitas alternatif solusi. Identifikasi penyebab utama dari permasalahan dilakukan dengan menggunakan diagram Ishikawa atau fishbone diagram guna memperoleh akar penyebab dari banyaknya waste. Setelah itu, disusun alternatif solusi yang diusulkan berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan.

PEMBAHASAN

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di PT XYZ, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan daging ayam. Perusahaan ini memproduksi ayam dalam jumlah besar setiap harinya dengan kapasitas pemotongan yang besar. Sebagai dampak dari skala produksi yang besar, perusahaan menghasilkan waste dalam jumlah signifikan yang dapat mempengaruhi aspek lingkungan dan efisiensi operasional apabila tidak dikelola secara optimal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja operasional perusahaan dari sisi penggunaan bahan baku, produktivitas, identifikasi waste (waste), serta kinerja lingkungan menggunakan pendekatan Green Productivity Index (GPI), Environmental Performance Index (EPI), dan efisiensi teknis melalui metode Data Envelopment Analysis (DEA).

a. Material Balance

Tabel 1. Material Balance Februari

No	Proses Produksi	Input	Jumlah (Kg/L)	Output	Jumlah (Kg/L)
1	Persiapan Peralatan				
2	Persiapan Bahan Baku	Daging	4540		
		Tepung	1146		
		Premix	1629		
		Minyak	1705		
		Es	4092		
3	Penggilingan Bahan Baku	Daging			
4	Pencampuran (Mixing)	Daging Premix			
5	Pencetakan				
6	Breading (Tepung Panir)	Tepung	1145	Sisa Tepung	845
7	Frying (Penggorengan)	Minyak	1705	Sisa Minyak	685
8	Penirisan				
	Total		13112		1530

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 2. Material Balance Maret

No	Proses Produksi	Input	Jumlah (Kg/L)	Output	Jumlah (Kg/L)
1	Persiapan Peralatan				
2	Persiapan Bahan Baku	Daging	6548		
		Tepung	1652		
		Premix	2349		
		Minyak	2458		
		Es	5889		
3	Penggilingan Bahan Baku	Daging			
4	Pencampuran (Mixing)	Daging Premix			
5	Pencetakan				
6	Breading (Tepung Panir)	Tepung	1652	Sisa Tepung	1200
7	Frying (Penggorengan)	Minyak	2458	Sisa Minyak	990
8	Penirisan				
	Total		18896		2190

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 3. Material Balance April

No	Proses Produksi	Input	Jumlah (Kg/L)	Output	Jumlah (Kg/L)
1	Persiapan Peralatan				
2	Persiapan Bahan Baku	Daging	4269		
		Tepung	1084		
		Premix	1541		
		Minyak	1613		
		Es	3863		
3	Penggilingan Bahan Baku	Daging			
4	Pencampuran (Mixing)	Daging Premix			
5	Pencetakan				
6	Breading (Tepung Panir)	Tepung	1084	Sisa Tepung	800
7	Frying (Penggorengan)	Minyak	1613	Sisa Minyak	650
8	Penirisan				
	Total		12370		1450

Sumber : Pengolahan Data

Berdasarkan hasil perhitungan material balance yang ditunjukkan pada Tabel 1–3, terdapat ketidakseimbangan antara jumlah input dan output selama periode Februari hingga April. Pada bulan Februari, total input sebesar 13.112 kg menghasilkan waste sebesar 1.530 kg. Jumlah ini meningkat pada bulan Maret menjadi 2.190 kg seiring dengan peningkatan input produksi menjadi 18.896 kg. Sementara itu, pada bulan April, waste yang dihasilkan menurun menjadi 1.450 kg dengan total input sebesar 12.370 kg. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar volume produksi, maka potensi waste yang dihasilkan juga meningkat. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Shen et al. (2022) yang menyatakan bahwa peningkatan output industri tanpa pengelolaan sumber daya yang efisien akan meningkatkan limbah produksi. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengendalian material agar waste dapat diminimalkan.

b. Perhitungan Produktivitas

Tabel 2. Produktivitas

Bulan	Produktivitas
Februari	188,70%
Maret	218,80%
April	184,20%
Rata-rata	197,60%

Sumber : Pengolahan Data

Hasil perhitungan produktivitas pada Tabel 4 menunjukkan bahwa produktivitas perusahaan

mengalami fluktuasi selama periode pengamatan. Produktivitas tertinggi terjadi pada bulan Maret sebesar 218,8%, sedangkan pada bulan Februari dan April masing-masing sebesar 188,7% dan 184,2%. Tingginya nilai produktivitas menunjukkan bahwa perusahaan mampu menghasilkan output yang lebih besar dibandingkan input yang digunakan. Namun demikian, tingginya produktivitas ini belum mencerminkan efisiensi secara menyeluruh karena masih diikuti oleh tingginya volume waste. Hal ini sejalan dengan Azis (2023) yang menyatakan bahwa peningkatan produktivitas tidak selalu berbanding lurus dengan kinerja lingkungan apabila tidak diimbangi dengan pengelolaan waste yang baik.

c. Identifikasi Waste

Hasil identifikasi waste menunjukkan adanya dua jenis waste utama yang dihasilkan selama proses produksi, yaitu waste cair dan waste padat.

Tabel 3. Identifikasi Waste

No	Jenis Waste	Bentuk	Sumber	Jumlah
1	Minyak	Cair	Penggorengan	2.325 Liter
2	Tepung	Padat	Breading	2.845 Kg
Total				5170

Sumber : Pengolahan Data

Berdasarkan hasil identifikasi pada Tabel 5, terdapat dua jenis waste utama, yaitu waste cair berupa minyak goreng bekas sebesar 2.325 liter dan waste padat berupa sisa tepung panir sebesar 2.845 kg. Dominasi waste padat menunjukkan bahwa proses breading menjadi salah satu titik kritis dalam produksi. Jika tidak dikelola dengan baik, waste ini berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan serta meningkatkan biaya produksi. Temuan ini sejalan dengan Wali dan Handayani (2022) yang menyatakan bahwa industri makanan memiliki karakteristik waste organik yang tinggi dan memerlukan pengelolaan khusus.

d. Pembobotan Parameter dan Environmental Performance Index (EPI)

Untuk mengetahui tingkat bahaya dari waste yang dihasilkan, dilakukan penyebaran kuesioner kepada lima orang responden yang memahami proses produksi dan dampaknya terhadap lingkungan. Dengan rumus sebagai Berikut (Wali & Handayani, 2022) :

$$\begin{aligned}
 \text{Bobot (Wi)} &= \frac{\sum_{i=1}^n Xi .Si}{n} \\
 &= \frac{(1 \times 1)+(2 \times 2)+(3 \times 2)+(4 \times 0)+(5 \times 0)}{5} \\
 &= \frac{11}{5} \\
 &= 2,2
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Pembobotan Parameter

No	Pertanyaan	Keterangan					Bobot
		1 Sangat Tidak Berbahaya	2 Tidak Berbahaya	3 Cukup Berbahaya	4 Berbahaya	5 Sangat Berbahaya	
1	FFA(Free Fatty Acid) bagi kesehatan manusia dan lingkungan	1	2	2			2,2

Sumber : Pengolahan Data

Berdasarkan hasil kuesioner, parameter Free Fatty Acid (FFA) mendapatkan nilai bobot sebesar 2,2 yang menunjukkan bahwa waste tergolong cukup berbahaya. Selanjutnya, dilakukan pengujian laboratorium terhadap kandungan FFA dalam waste cair.

Tabel 5. Nilai EPI

Parameter	Bobot	Satuan	Nilai Hasil Uji	Standart Mutu	Keterangan	Penyimpangan (Pi)	Indeks Epi
FFA (Free Fatty Acid)	2,2	% b/b	0.6	0.3	Tidak Memenuhi	-1	-2,2

Sumber : Pengolahan Data

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar FFA dengan rumus sebagai berikut (Hamizan & Handayani, 2023) :

$$\begin{aligned}
 \text{EPI} &= \sum W_i \times P_i \\
 &= 2,2 \times (-1) \\
 &= -2,2
 \end{aligned}$$

Perhitungan EPI menunjukkan nilai sebesar -2,2 yang mengindikasikan kinerja lingkungan yang buruk. Nilai ini disebabkan oleh kandungan Free Fatty Acid (FFA) sebesar 0,6% yang melebihi batas standar sebesar 0,3%. Nilai negatif pada EPI menunjukkan adanya penyimpangan signifikan terhadap standar lingkungan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa perusahaan belum mampu mengendalikan dampak lingkungan dari waste cair yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan penelitian Hamizan dan Handayani (2023) yang menyatakan bahwa tingginya kandungan FFA dalam limbah cair industri makanan dapat berdampak buruk terhadap kualitas lingkungan perairan.

e. Green Productivity Index (GPI)

Green Productivity Index (GPI) merupakan pengukuran terhadap efisiensi produksi yang memperhitungkan dampak lingkungan yang dihasilkan, dengan rumus sebagai berikut (Nabila & Handayani, 2024).

$$\begin{aligned}
 \text{GPI} &= \frac{\text{Tingkat Produktivitas}}{\text{Dampak Lingkungan}} \\
 &= \frac{1,976}{-2,2} \\
 &= -0,898
 \end{aligned}$$

Nilai GPI yang diperoleh sebesar $-0,898$ menunjukkan bahwa kinerja produktivitas perusahaan belum seimbang dengan kinerja lingkungannya. Meskipun produktivitas tergolong tinggi, dampak lingkungan yang dihasilkan masih besar sehingga menurunkan nilai green productivity secara keseluruhan. Temuan ini memperkuat konsep bahwa green productivity tidak hanya berfokus pada efisiensi produksi, tetapi juga pada keberlanjutan lingkungan (Streimikis & Saraji, 2022). Dengan demikian, perusahaan perlu mengintegrasikan strategi pengurangan waste ke dalam sistem produksinya.

f. Analisis Efisiensi dengan DEA

Untuk mengevaluasi efisiensi teknis dari proses produksi, dilakukan analisis menggunakan metode Data Envelopment Analysis (DEA) dengan pendekatan input-oriented dan asumsi Variable Returns to Scale (VRS).

Tabel 6. Analisis DEA

Bulan	Crs Efficiency	Vrs Efficiency	Scale Efficiency	Operation Scale
Februari	1	1	1	Crs
Maret	1	1	1	Crs
Maret	1	1	1	Crs

Sumber : Pengolahan Data

Hasil analisis DEA pada Tabel 6 menunjukkan bahwa seluruh periode produksi memiliki nilai efisiensi teknis sebesar 1, baik pada asumsi CRS maupun VRS. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan telah beroperasi pada kondisi efisien secara teknis. Namun demikian, efisiensi teknis yang tinggi tidak serta-merta menunjukkan kinerja yang optimal secara keseluruhan. Hal ini karena metode DEA tidak mempertimbangkan aspek lingkungan secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan tambahan seperti GPI dan EPI untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif.

g. Alternatif Solusi Pengelolaan Waste

Tabel 7. Alternatif solusi 1

Sabun Cair					
Variabel	Keterangan	Unit	Jumlah	Harga	Total
Bahan	Minyak Jelantah	Liter	650	-	
	Pengawet	Kg	10	72.000	720.000
	KOH	Kg	113	40.000	1.540.000
	Air Destilasi	Liter	306	8.000	2.448.000
	Essence Pewangi	Liter	15	50.000	750.000
Alat	Saringan (Filtration Tank)	Unit	1	-	
	Tangki Pencampur	Unit	1	-	
	Tangki Penyimpanan	Unit	1	-	
Total Input					5.458.000
Hasil Produksi		Liter	1000	20.000	20.000.000

Sumber : Pengolahan Data

Dari 650 liter minyak bekas dapat dihasilkan sekitar 1.000 liter sabun cair, dengan total biaya produksi sebesar Rp5.458.000 dan potensi pendapatan sebesar Rp20.000.000.

Tabel 8. Alternatif Solusi 2

Sabun Padat					
Variabel	Keterangan	Unit	Jumlah	Harga	Total
Bahan	Minyak Jelantah	Liter	650	-	
	NaOH	Kg	77	20.000	1.540.000
	Air Destilasi	Liter	192	8.000	1.536.000
	Essence Pewangi	Liter	15	50.000	750.000
Alat	Saringan (Filtration Tank)	Unit	1	-	
	Tangki Pencampur	Unit	1	-	
	Tangki Penyimpanan	Unit	1	-	
Total Input					3.826.000
Hasil Produksi		Kg	750 (7500 pcs)	2000	15.000.000

Sumber : Pengolahan Data

Berdasarkan hasil analisis, salah satu solusi yang diusulkan adalah pemanfaatan waste minyak menjadi produk sabun cair dan sabun padat. Dari 650 liter minyak bekas dapat dihasilkan sekitar 1.000 liter sabun dengan potensi keuntungan yang signifikan. Pemanfaatan waste ini tidak hanya mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga meningkatkan nilai ekonomi perusahaan. Hal ini sejalan dengan penelitian Nabila dan Handayani (2024) yang menunjukkan bahwa pengolahan waste menjadi produk bernilai tambah dapat meningkatkan produktivitas sekaligus mengurangi limbah.

h. Waste Reduction Rate

Waste Reduction Rate (WRR) merupakan penghitungan yang digunakan untuk mengukur persentase pengurangan jumlah waste (waste) yang dihasilkan dari suatu proses produksi sebelum dan sesudah diterapkannya upaya pengelolaan atau perbaikan. Penghitungan ini memegang peranan penting dalam mengevaluasi keberhasilan berbagai strategi pengurangan waste seperti efisiensi proses, pemanfaatan kembali, substitusi bahan baku, hingga program daur ulang. Rumus yang digunakan untuk menghitung WRR adalah sebagai berikut (Mukhtar et al., 2024):

$$\text{WRR} = \frac{\text{Jumlah Waste Sebelum Pengurangan} - \text{Jumlah Waste Setelah Pengurangan}}{\text{jumlah Waste Sebelum Pengurangan}} \times 100\%$$

$$\text{WRR} : \frac{5170 - 2845}{5170} \times 100\%$$

$$= 44,96$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa terjadi penurunan waste sebesar 44,96% setelah implementasi solusi. Penurunan ini menunjukkan bahwa strategi yang diterapkan cukup efektif dalam mengurangi waste produksi. Hasil ini mengindikasikan bahwa pendekatan green productivity mampu memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi operasional dan keberlanjutan lingkungan. Temuan ini juga memperkuat penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa integrasi efisiensi produksi dan pengelolaan lingkungan dapat meningkatkan kinerja industri secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi pendekatan Green Productivity pada proses produksi nugget di PT XYZ, yang melibatkan metode material balance, perhitungan produktivitas, identifikasi waste, serta analisis indeks GPI, EPI, dan DEA, dapat disimpulkan bahwa secara umum perusahaan telah menunjukkan efisiensi teknis dan skala produksi yang baik, namun masih menghadapi tantangan serius dalam hal keseimbangan antara efisiensi operasional dan kinerja lingkungan. Analisis material balance menunjukkan adanya ketimpangan signifikan antara input dan output, yang ditandai dengan tingginya akumulasi waste berupa minyak jelantah dan sisa tepung panir. Dari sisi produktivitas, perusahaan mencatat rata-rata kinerja sebesar 197,6%, dengan capaian tertinggi pada bulan Maret mencapai 218,8%, namun fluktuasi yang terjadi antarbulan mengindikasikan perlunya penguatan efisiensi bahan baku dan pengelolaan waste agar hasil tetap konsisten. Di sisi lain, kinerja lingkungan perusahaan masih rendah, sebagaimana tercermin dari hasil EPI sebesar -2,2 dan kadar Free Fatty Acid (FFA) yang melebihi ambang batas, yaitu 0,6% b/b dibandingkan standar baku mutu 0,3% b/b. Upaya pemanfaatan waste menjadi produk sabun cair dan sabun padat terbukti efektif, tidak hanya menurunkan volume waste hingga 44,96%, tetapi juga memberikan nilai tambah ekonomi dengan estimasi keuntungan sebesar Rp15.000.000 hingga Rp20.000.000, serta peningkatan produktivitas mendekati 197%. Namun demikian, nilai Green Productivity Index (GPI) yang masih negatif sebesar -0,898 menandakan bahwa integrasi antara efisiensi produksi dan pengurangan dampak lingkungan belum optimal. Meskipun analisis Data Envelopment Analysis (DEA) menunjukkan nilai efisiensi teknis dan skala sebesar 1, artinya proses sudah berjalan secara efisien dalam pemanfaatan input, namun perusahaan masih perlu menerapkan strategi lanjutan yang menitikberatkan pada pengolahan waste secara menyeluruh sebagai langkah nyata menuju sistem produksi yang lebih hijau, berkelanjutan, dan berdaya saing lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajjah, A. H. N., Khoerunnisa, Y., Hidayanto, D. K., & Rosid, R. (2021). Peran Motivasi Terhadap Produktivitas Karyawan (Literature Review). *Jurnal Publisitas*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.37858/Publisitas.V8i1.56>
- Amornkitvikai, Y., O'Brien, M., & Bhula-Or, R. (2024). Toward Green Production Practices: Empirical Evidence From Thai Manufacturers' Technical Efficiency. *Journal Of Asian Business And Economic Studies*, 31(3), 216–232. <https://doi.org/10.1108/Jabes-05-2023-0151>
- Andjarwati, T. (2020). Motivasi Dari Sudut Pandang Teori Hirarki Kebutuhan Maslow, Teori Dua Faktor Herzberg, Teori X Y Mc Gregor, Dan Teori Motivasi Prestasi Mc Clelland. *Jmm17*, 2(01). <https://doi.org/10.30996/Jmm17.V2i01.422>
- Azis, A. M. (2023). Analisis Penerapan Metode Green Productivity Dalam Meningkatkan Produktivitas Dan Lingkungan. *Jurnal Bisnis Dan Kajian Strategi Manajemen*, 7(2), 180–193. <https://doi.org/10.35308/Jbkan.V7i2.8118>
- Daud, S., Apriyadi, Y., Sofyan, A., & Syah, M. R. F. (2024). *Probisnis : Jurnal Manajemen Analisis Strategi Peningkatan Daya Saing Perternakan Ayam Petelur Wawan Jaya Lampung Selatan*. 15(6), 89–96.
- Eva, Y. (2024). *View Of Green Economy And Islamic Economy_ Towards Accelerating Sdgs.Pdf* (P. 1413 1430).
- Giovanni, J., Subianto, P., Sugiarti, M., & Utami, H. W. (2023). Sustainable Development Goals : Strategi Peningkatan Sumber Daya Manusia Menuju Kemandirian Umkm. *Jurnal Manajemen Sains Dan Organisasi*, 4(3), 339–352.
- Hamizan, M. S., & Handayani, W. (2023). Environmental Performance Analysis Using The Green Productivity Method On Convection Waste Baper Shop Surabaya. *International Journal Of Business And Applied Economics*, 2(5), 803–818. <https://doi.org/10.55927/Ijbae.V2i5.5995>
- Lestari, A. D., Suberi, M., & Anom, L. (2022). Pemanfaatan Limbah Bawang Merah Untuk Pembuatan Media Tanam Di Desa Jamberejo Kecamatan Kedungadem Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Manajemen Dan Penelitian Akuntansi*, 15(2), 79–84. <https://doi.org/10.58431/Jumpa.V15i2.203>
- Mukhtar, R. F., Wilujeng, S. A., & Herumurti, W. (2024). *Kajian Pengurangan Sampah Pada Tps3r Kecamatan Gunung Anyar , Kota Surabaya*. 19(3), 543–552.
- Nabila, R. S., & Handayani, W. (2024). *Implementation Of Green Productivity Through Wood Waste Processing To Optimize Productivity And Environmental Performance At Pt . Sinar Indah Furniture*. 12(2), 955–970.
- Nasir, M., & Saputro, E. (2020). Manajemen Pengelolaan Limbah Industri. *Benefit: Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 19(2), 143–149.
- Shen, Z., Baležentis, T., & Vardanyan, M. (2022). Evaluating Green Productivity Gains With The Exponential By-Production Technology: An Analysis Of The Chinese Industrial Sector. *Environmental Modeling And Assessment*, 27(5), 759–770. <https://doi.org/10.1007/S10666-022-09849-Y>
- Streimikis, J., & Saraji, M. K. (2022). Green Productivity And Undesirable Outputs In Agriculture: A Systematic Review Of Dea Approach And Policy Recommendations. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja* , 35(1), 819–853. <https://doi.org/10.1080/1331677x.2021.1942947>
- Wali, G. Z., & Handayani, W. (2022). Analisis Kinerja Lingkungan Dengan Metode Green Productivity Pada Limbah Cair Pabrik Tahu Fn Gresik. *Al-Kharaj : Jurnal Ekonomi, Keuangan & Bisnis Syariah*, 4(4), 1227–1239. <https://doi.org/10.47467/Alkharaj.V4i4.910>