



Strategi peningkatan produktivitas dengan pendekatan *green productivity* pada agroindustri kedelai

Kulsum^{a,*}, Yanuar Sutanto^a, Evi Febiantia^a, Dyah Lintang Trenggonowati^a, Restu Wigati^b, Akbar Gunawan^a, Bobby Kurniawan^a

^aJurusan Teknik Industri, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jend. Sudirman KM 3, Cilegon 42435, Banten, Indonesia

^bJurusan Teknik Sipil, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jend. Sudirman KM 3, Cilegon 42435, Banten, Indonesia

ARTICLE INFO

Keywords:
Green productivity
Produktivitas
Agroindustri kedelai

ABSTRACT

Agroindustri kedelai XYZ merupakan industri rumahan yang membuat produk tempe. Pada produksi industri rumahan sering kali menghasilkan limbah dari proses produksi yang dilakukan. Oleh sebab itu diperlukan usaha pengelolaan yang tepat, salah satunya dengan melakukan usaha reduksi limbah. Melalui pendekatan *Green Productivity* diharapkan dapat mereduksi limbah yang dihasilkan dari proses produksi serta mampu mengurangi penggunaan sumber daya dan energi material yang berdampak pada pengurangan pemborosan maka akan lebih efisien dalam proses produksi yang dilakukan. Penelitian diawali dengan mengidentifikasi limbah yang dihasilkan dari setiap proses produksi tempe, kemudian menghitung nilai *Green Productivity Index* pada kondisi awal, lalu menentukan alternatif solusi perbaikan untuk mereduksi limbah dan menghitung nilai estimasi GPI setiap alternatif solusi perbaikan. Limbah yang dihasilkan berupa limbah padat, limbah cair dan limbah gas. Limbah padat berasal dari kulit kedelai dan abu kayu bakar, limbah cair berasal dari limbah air sisa proses produksi, dan limbah gas berasal dari asap pembakaran kayu bakar. Alternatif perbaikan yang dipilih yaitu penggunaan kembali air pada proses penyaringan. Alternatif ini mendapatkan nilai estimasi dampak lingkungan 1,2862, nilai produktivitas sebesar 1,3501 dan nilai GPI sebesar 1,04.

1. Pendahuluan

Sektor perindustrian merupakan sektor yang diandalkan dalam perekonomian Indonesia termasuk juga sektor industri rumahan. Pada sektor industri rumahan terdapat persaingan antar industri rumahan dengan produk yang sejenis. Setiap industri rumahan berusaha untuk meningkatkan produktivitasnya, karena produktivitas merupakan salah satu faktor pendukung kesuksesan suatu industri rumahan. Produktivitas didefinisikan sebagai perbandingan antara *output* dan *input*. Dimana *output* merupakan produk yang dihasilkan melalui suatu proses produksi sedangkan *input* merupakan sumber daya yang digunakan dalam suatu proses produksi. Dengan diketahui nilai produktivitas, maka akan diketahui pula seberapa efisien sumber-sumber *input* telah berhasil berhasil dihemat [1]. Sejalan dengan adanya peningkatan produktivitas, ternyata timbul permasalahan terhadap lingkungan sekitarnya.

Limbah merupakan buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi yang tidak memiliki nilai tambah lagi. Jenis limbah yang dihasilkan dapat berupa limbah padat, limbah cair, dan limbah gas [2], [3], [4]. Pada produksi industri rumahan sering kali menghasilkan limbah dari proses produksi yang dilakukan. Hal tersebut dikarenakan proses produksi masih dilakukan secara tradisional, sehingga dalam menjalankan proses produksinya masih membutuhkan tenaga manusia. Salah satu industri rumahan penghasil limbah adalah industri pembuatan makan, yaitu industri rumahan tempe.

Agroindustri Kedelai XYZ membuat produk tempe jenis yang dibungkus plastik dengan dua ukuran yaitu ukuran besar dan ukuran kecil. Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik terdapat permasalahan lingkungan yang ditimbulkan pada sekitar area produksi berasal dari pembuangan limbah sisa produksi tempe. Limbah yang dihasilkan selama proses produksi tempe yaitu pertama kulit kedelai yang terkelupas saat proses penyaringan kulit kedelai dihasilkan sebanyak 50 kg/hari, kedua air limbah berjumlah sebanyak 1000 liter/hari selama proses produksi tempe, dan ketiga abu sisa pembakaran kayu. Beberapa limbah memberikan dampak terhadap lingkungan sekitar seperti kulit kedelai menyebabkan bau yang tidak sedap dan limbah air rebusan yang langsung dibuang ke selokan air dipemukiman warga sekitar. Apabila masalah ini terus berlanjut maka akan mengakibatkan pencemaran lingkungan dan ketidaknyamanan warga sekitar sehingga diperlukan perbaikan untuk mereduksi limbah yang dihasilkan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka akan dilakukan suatu pendekatan untuk membantu Pabrik Tempe Pak Warjan untuk mengurangi dampak yang dihasilkan dari proses produksi tempe terhadap lingkungan yaitu dengan pendekatan *Green Productivity* (GP). *Green Productivity* adalah suatu strategi peningkatan bisnis dan kinerja lingkungan secara bersamaan, untuk keseluruhan pembangunan sosial-ekonomi. Metode ini mengaplikasikan teknik teknologi dan sistem manajemen untuk menghasilkan barang dan jasa yang sesuai dengan lingkungan atau ramah lingkungan [5], [6], [7], [8]. Pada *Green Productivity* terdapat *Green Productivity Index* (GPI) yang didefinisikan sebagai rasio produktivitas terhadap dampak lingkungan.

* Corresponding author.

Email: kulsum@untirta.ac.id

Received: 13 March 2022; Revision: 31 May 2022;

Accepted: 2 June 2022; Available online: 11 June 2022

<http://dx.doi.org/10.36055/jiss.v8i1.14445>



Produktivitas didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara harga jual produk terhadap biaya produksi. Sedangkan nilai dampak lingkungan merupakan penjumlahan dari limbah udara, limbah air dan limbah padat [9], [10].

Penelitian mengenai limbah yang berdampak terhadap lingkungan juga pernah dilakukan sebelumnya menggunakan metode *Green Productivity* untuk mereduksi limbah yang dihasilkan penggunaan air, sisa material, minyak sisa proses penirisan, *Liquified Petroleum Gas* (LPG) yang menghasilkan asap [11]. Selanjutnya penelitian yang berkaitan dengan hal tersebut juga pernah dilakukan tentang usulan implementasi *Green Productivity* untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan dengan permasalahan produksi yang menghasilkan limbah cair, gas, dan padatan [12], [13]. Limbah cair tersebut berupa H₂O₂ dengan kadar 15% dan jumlah sebanyak 30.000 liter/hari yang memiliki potensi pencemaran lingkungan. dan merasa perlu untuk melakukan perbaikan dalam pengolahan limbah cair yang dihasilkan. Serta penelitian yang serupa menggunakan pendekatan *Green Productivity* untuk mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan berupa zat-zat asam dan zat kimia yang sangat berbahaya bagi lingkungan apabila dibuang secara bebas [14], [15].

Pada penelitian ini akan dilakukan konsep *Green Productivity* yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas produksi tempe dan mengurangi limbah yang berdampak terhadap lingkungan pada proses produksi tempe di Pabrik Tempe Pak Warjan. Perhitungan nilai *Green Productivity Index* (GPI) dilakukan untuk mengetahui rasio produktivitas terhadap dampak lingkungan. Selanjutnya menghitung nilai estimasi dari setiap alternatif solusi perbaikan untuk mengurangi limbah pada produksi tempe di agroindustri kedelai XYZ.

Kontribusi penelitian ini adalah melakukan pengukuran *green productivity* pada IKM tempe yang sangat banyak tumbuh di Indonesia. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat digunakan oleh pihak-pihak terkait yang menangani industri kecil, lingkungan, dan ekonomi kerakyatan. Selain itu, hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi masyarakat di sekitar industri tempe agar lingkungan hidup di sekitar pengolahan tempe dapat dijadikan tempat yang layak secara medis dan estetika.

2. Material dan metode

Penelitian ini merupakan penelitian dengan pendekatan kualitatif dan pendekatan kuantitatif. Pendekatan kualitatif digunakan untuk mengidentifikasi proses produksi tempe yang menghasilkan limbah melalui observasi dan wawancara kepada pihak terkait. Lalu menggunakan pendekatan kualitatif untuk mengkonversi data hasil observasi menjadi data kuantitatif yang digunakan sebagai *input* perhitungan *Green Productivity Index* (GPI). Berdasarkan waktu penelitiannya, penelitian yang digunakan yaitu penelitian deskriptif dengan pendekatan waktu *cross sectional* yaitu pendekatan dimana peneliti mengobservasi dan mengumpulkan data berdasarkan pada suatu saat tertentu saja.

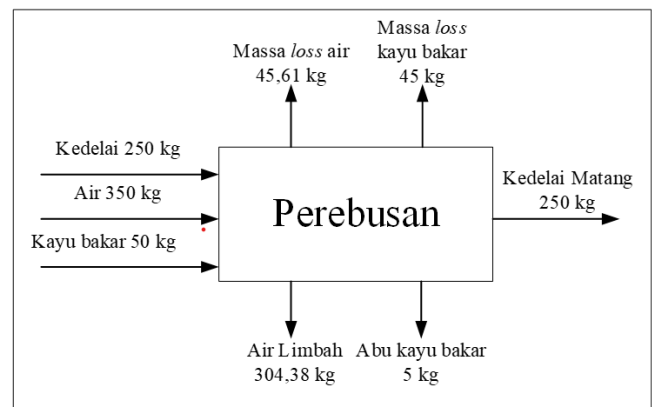
Cara pengumpulan data dalam penelitian mengenai usulan penerapan lean manufacturing adalah dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder dalam penelitian yang dikumpulkan melalui pengamatan secara langsung yaitu melalui observasi, wawancara dan kuesioner. Data primer berupa observasi yang dilakukan dengan pengamatan proses produksi pembuatan tempe dan pengukuran waktu siklus. Waktu siklus didapatkan dari nilai rata-rata waktu proses yang dilakukan dengan menggunakan jam henti. Kemudian wawancara dilakukan untuk mencari informasi proses pembuatan tempe dan limbah yang dihasilkan dari setiap proses pembuatan tempe. Lalu memberikan kuesioner berupa *performance rating*.

Penelitian ini diawali dengan melakukan pengambilan sampel data waktu siklus, lalu melakukan pengujian data waktu siklus, kemudian membuat neraca massa dari setiap proses pembuatan tempe untuk mengidentifikasi jumlah bahan masuk dan bahan keluar dari setiap proses produksi tempe dan limbah yang dihasilkan setiap proses. Setelah membuat neraca massa lalu membuat *Green Value Stream Mapping* untuk mengidentifikasi nilai limbah yang dihasilkan dalam satu hari. Setelah itu menghitung nilai *environmental impact* dan *green productivity index* pada kondisi awal. Hasil dari penelitian ini adalah berupa usulan perbaikan guna meningkatkan produktivitas dan mengurangi limbah yang dihasilkan dari produksi tempe.

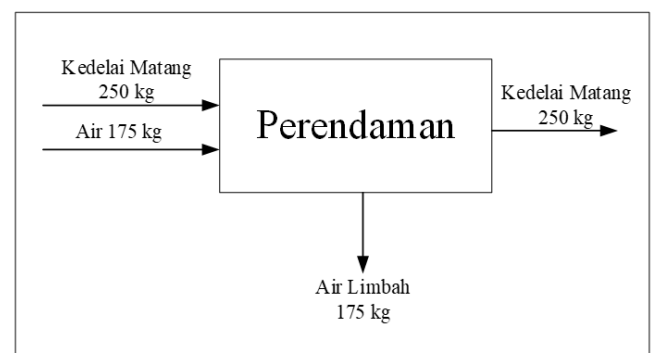
3. Hasil dan pembahasan

3.1. Neraca massa

Neraca massa adalah suatu perhitungan yang tepat dari semua bahan-bahan yang masuk, yang terakumulasi dan yang keluar dalam waktu tertentu. Berikut merupakan perhitungan neraca massa dari setiap proses pembuatan tempe. Pada neraca massa ini 1 liter air diartikan sama dengan 1 kg air. Gambar 1-8 merupakan neraca massa dari proses perebusan, perendaman, penggilingan, penyaringan, pencucian, penirisan, peragian, dan pengemasan.

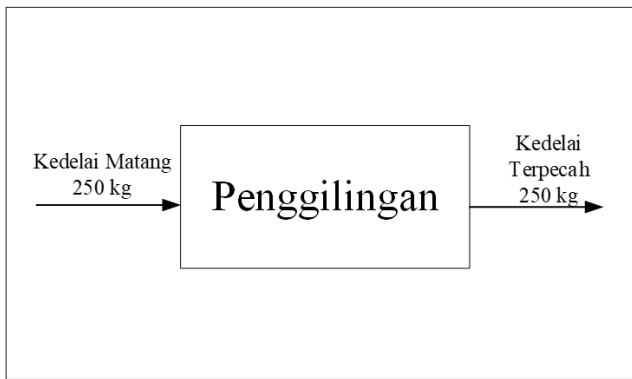


Gambar 1. Neraca massa perebusan

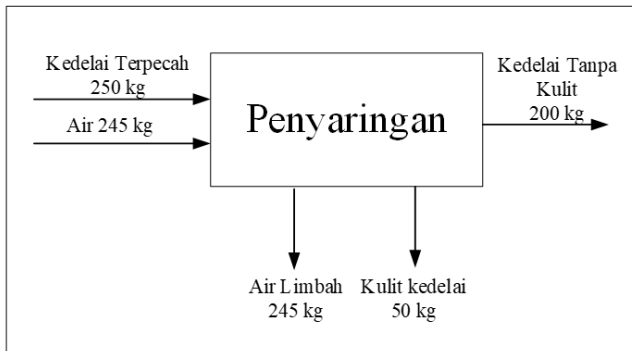


Gambar 2. Neraca massa perendaman

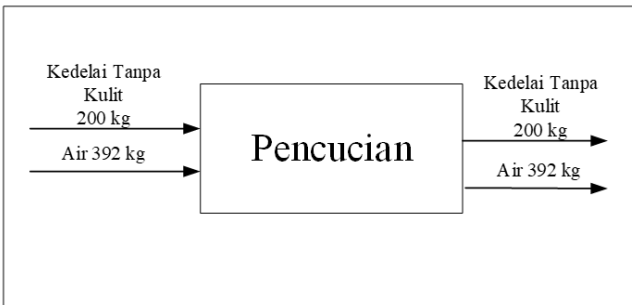
Berdasarkan Gambar 1 diketahui *input* dari proses perebusan yaitu kedelai, air dan kayu bakar dengan total massa sebesar 650 kg. Lalu *output* dari proses perebusan yaitu kedelai, air limbah, abu kayu bakar, massa *loss* dari air dan massa *loss* dari kayu bakar dengan total massa sebesar 650 kg. Berdasarkan Gambar 2 diketahui *input* dari proses perendaman yaitu kedelai matang, air dengan total massa sebesar 425 kg. Lalu *output* dari proses perendaman yaitu kedelai matang, air limbah dengan total massa sebesar 425 kg.



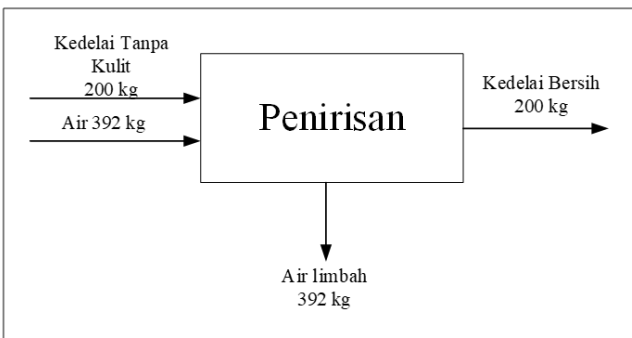
Gambar 3. Neraca massa penggilingan



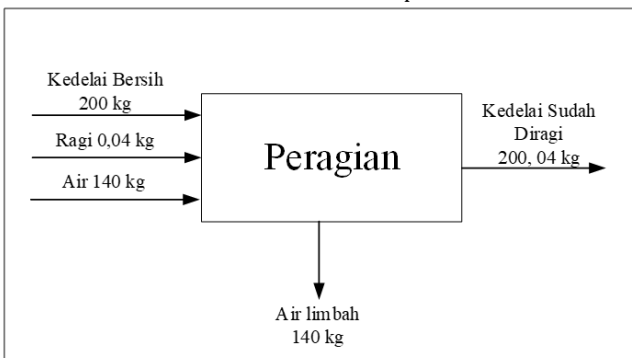
Gambar 4. Neraca massa penyaringan



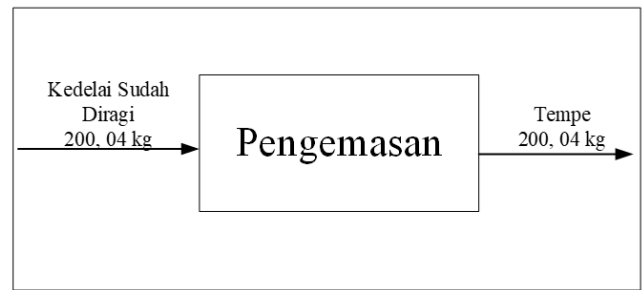
Gambar 5. Neraca massa pencucian



Gambar 6. Neraca massa penirisan



Gambar 7. Neraca massa peragian



Gambar 8. Neraca massa pengemasan

Berdasarkan Gambar 3 diketahui *input* dari proses penggilingan yaitu kedelai yang sudah matang dan *output* dari proses penggilingan yaitu kedelai yang sudah terpecah dengan total massa 250 kg. Berdasarkan gambar 4 diketahui *input* dari proses penyaringan yaitu kedelai yang terpecah dan air dengan total massa sebesar 495 kg. Lalu *output* dari proses penyaringan yaitu kedelai tanpa kulit, air limbah dan kulit kedelai dengan total massa sebesar 495 kg. Berdasarkan Gambar 5 diketahui *input* dari proses pencucian yaitu kedelai tanpa kulit dan air dengan total massa sebesar 592 kg. Lalu *output* dari proses penyaringan yaitu kedelai tanpa kulit dan air dengan total massa sebesar 592 kg.

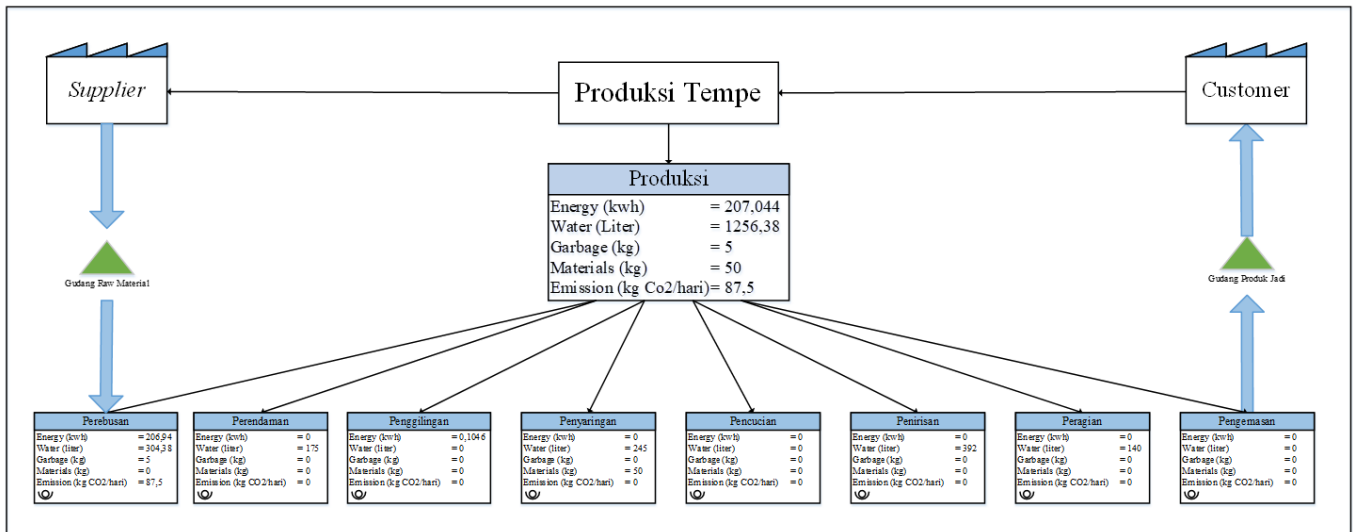
Berdasarkan Gambar 6 diketahui *input* dari proses penirisan yaitu kedelai tanpa kulit dan air dengan total massa sebesar 592 kg. Lalu *output* dari proses penyaringan yaitu kedelai bersih dan air limbah dengan total massa sebesar 592 kg. Berdasarkan Gambar 7 diketahui *input* dari proses peragian yaitu kedelai yang bersih dan ragi dengan total massa sebesar 200,04 kg. Lalu *output* dari proses peragian yaitu kedelai yang sudah diragi dengan total massa sebesar 200,04 kg. Berdasarkan Gambar 8 diketahui *input* dari proses pengemasan yaitu kedelai yang sudah diragi dengan total massa sebesar 200,04 kg. Lalu *output* dari proses peragian yaitu tempe dengan total massa sebesar 200,04 kg.

3.2. Current Green Value Stream Mapping (GVSM)

Pada GVSM diidentifikasi lima pembangkit limbah yang terdiri dari pemakaian energi, air, material, sampah, dan emisi. Gambar 9 merupakan GVM dari industri kedelai XYZ. Berdasarkan gambar GVSM *current* diketahui dalam proses pembuatan tempe menghasilkan *waste* seperti energi yang dihasilkan penggunaan mesin penggiling dikeluarkan dalam satu hari sebanyak dan energi kayu bakar 207,044 kwh. Lalu ada air yang dihasilkan dari proses perebusan, perendaman, penyaringan, penirisan sebanyak 1256,38 liter. Selanjutnya yaitu sampah berupa abu kayu bakar dari sisa pembakaran kayu bakar sebanyak 5 kg. Kemudian material yaitu kulit kedelai sebanyak 50 kg. Selanjutnya emisi yang dihasilkan dari pembakaran kayu bakar sebanyak 87,5 kg CO₂/hari (emisi kayu bakar 1,75 kg CO₂/kg kayu bakar).

3.3. Environmental Impact (EI)

Environmental Impact (EI) didefinisikan sebagai penjumlahan keempat bobot variabel lingkungan indeks produktivitas hijau (GPI), yang terdiri atas variabel pembangkit limbah gas atau *gaseous wastes generation* (GWG), pembangkit limbah padat atau *solid wastes generation* (SWG), dan konsumsi air atau *water consumption* (WC). Tabel 1 menunjukkan jumlah limbah yang dihasilkan dari setiap proses produksi tempe. Maka nilai *environmental impact* yang dihasilkan dari proses pembuatan tempe adalah $EI = 0,375GWG + 0,25WC + 0,125SWG = 1,4625$ kg.



Gambar 9. Green value stream mapping current

Tabel 1. Waste setiap proses

Proses Kegiatan Bulan Juni	Jenis waste				
	Energi (kwh)	Air (kg)	Sampah (kg)	Material (kg)	Emisi (kg CO ₂)
Perebusan	6208,2	9131,4	150	0	2625
Perendaman	0	5250	0	0	0
Penggilingan	3,138	0	0	0	0
Penyaringan	0	7350	0	1440	0
Pencucian	0	0	0	0	0
Penirisan	0	11760	0	0	0
Peragian	0	4200	0	0	0
Pengemasan	0	0	0	0	0
Total	6211,338	37691,4	150	1440	2625

3.4. Green Productivity Index

Green productivity index merupakan rasio perhitungan produktivitas terhadap dampak lingkungan (environmental impact) [16], [17]. Produktivitas didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara harga jual produk terhadap biaya produksi, sedangkan nilai dampak lingkungan (EI) merupakan penjumlahan dari limbah udara, limbah air dan limbah padat [18]. Pada bulan Juni 2021, pabrik tempe memproduksi 7200 kg kedelai dan memperoleh pendapatan sebesar Rp 129.600.000. Total biaya produksi yang dikeluarkan yaitu sebesar Rp 96.024.195. Dengan demikian, didapatkan nilai produktivitas sebesar 1,3496 dan nilai green productivity index awal sebesar 0,92.

3.5. Usulan perbaikan

Berdasarkan permasalahan dan penyebab adanya limbah maka didapatkan beberapa usulan sebagai berikut.

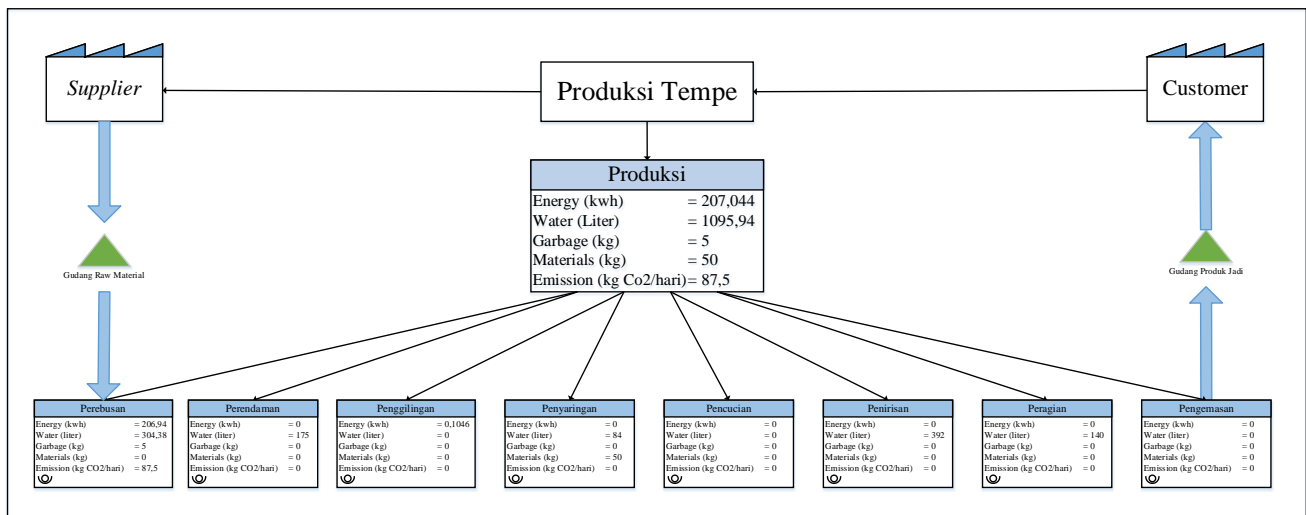
1. Mengurangi penggunaan kayu bakar

Pada kondisi awal, jumlah kayu bakar yang digunakan sebagai bahan bakar untuk merebus kedelai 250 kg dalam sehari digunakan sebanyak 50 batang kayu bakar atau 50 kg. Untuk efisiensi dalam proses produksi maka konsumsi kayu bakar dikurangi menjadi 35 batang kayu bakar dalam sehari. Hal tersebut berdampak pada limbah dari penggunaan kayu bakar menjadi berkurang yang dimana limbah abu kayu bakar semula dihasilkan sebanyak 5 kg menjadi 3,5 kg dalam sehari dan emisi yang dihasilkan juga berkurang dari 87,5 kg CO₂/hari menjadi 61,25 kg CO₂/hari. Emisi tersebut dihitung

berdasarkan nilai emisi kayu bakar sebesar 1,75 kg CO₂/kg kayu bakar [19]. Selain mengurangi limbah yang dihasilkan, pengurangan konsumsi kayu bakar juga mengurangi cost kayu bakar semula Rp700.000/bulan menjadi Rp525.000/bulan. Selanjutnya alternatif solusi perbaikan pertama ini menghasilkan estimasi nilai EI sebesar 1,4192 mengalami penurunan sebesar 0,0433 dari kondisi awal, nilai produktivitas sebesar 1,3521 mengalami peningkatan sebesar 0,0025 dari kondisi awal dan nilai GPI sebesar 0,95 mengalami peningkatan sebesar 0,03 dari kondisi awal.

2. Penggunaan air berulang pada proses penyaringan

Usulan penggunaan air berulang ini dilakukan dengan mengurangi jumlah konsumsi air pada proses penyaringan yang semula 5 kali pengisian air ke drum menjadi 2 kali sehingga dapat menghemat konsumsi air serta mengurangi limbah air yang dihasilkan dari proses penyaringan. Limbah air pada kondisi awal dihasilkan sebesar 245 liter. Limbah cair tempe yang dihasilkan dari proses penyaringan memiliki karakter berupa bahan organik padatan tersuspensi (kulit, selaput lendir, dan bahan organik lain). Warna putih keruh pada air limbah berasal dari pengelupasan kulit kedelai yang masih mengandung pati, sehingga penggunaan air untuk penyaringan kulit kedelai masih dapat dilakukan karena setelah proses penyaringan, kedelai dicuci hingga bersih [20], [21]. Dengan diterapkannya usulan perbaikan yang kedua ini limbah air berkurang sebesar 161 liter sehingga menjadi 84 liter saja. Penggunaan air berulang ini dilakukan karena proses penyaringan tidak terlalu memerlukan air bersih karena pada proses ini hanya menyaring kulit kedelai yang sudah terpisah dari kedelai dan juga setelah proses penyaringan dilakukan proses pencucian kedelai hingga bersih.



Gambar 10. Green value stream mapping future

3. Menggunakan bahan bakar gas LPG untuk proses perebusan
 Penggunaan LPG diusulkan karena dapat mengurangi polusi udara dari penggunaan kayu bakar dan juga limbah abu kayu bakar. Gas LPG yang diusulkan yaitu tabung LPG sebesar 3 kg. Dalam 50 kg kedelai yang direbus memerlukan 1 buah tabung LPG sebagai bahan bakarnya sehingga dalam 1 hari produksi tempe memerlukan 5 tabung LPG. Harga 1 buah tabung LPG sebesar Rp 20.000. Penggunaan tabung LPG sebagai pengganti kayu bakar mampu mengurangi emisi 1284 kg CO₂ dalam satu bulan dan mengurangi sampah sebanyak 150 kg. Akan tetapi penggunaan LPG sebagai bahan bakar untuk merebus kedelai mengalami peningkatan *cost*.

Jika menggunakan kayu bakar dalam sebulan, pabrik tempe mengeluarkan biaya sebesar Rp700.000/bulan. Jika menggunakan tabung LPG sebagai bahan bakar untuk merebus tempe dalam satu bulan Pabrik Tempe harus mengeluarkan Rp3.000.000. Estimasi nilai EI ketika diterapkannya alternatif solusi perbaikan ketiga ini mengalami penurunan dari kondisi awal sebesar 0,07 sehingga menjadi 1,3925, estimasi nilai produktivitasnya mengalami penurunan sebesar 0,0316 sehingga menjadi 1,318 dan estimasi nilai GPI mengalami peningkatan sebesar 0,02 menjadi 0,94.

3.6. Future Green Value Stream Mapping

Alternatif usulan solusi perbaikan yang terpilih berdasarkan hasil perhitungan estimasi nilai *environmental impact*, produktivitas, dan *green productivity index* yaitu penggunaan air berulang pada proses penyaringan. *Future GVSM* untuk mengidentifikasi limbah yang dihasilkan dari produksi tempe disajikan pada Gambar 10. Hal yang paling berubah yaitu *waste air* berkurang menjadi 1095,38 liter, *waste* sampah berkurang menjadi 5 kg, dan emisi yang dihasilkan dari kayu bakar berkurang menjadi 87,5 kg CO₂/hari. Berdasarkan Gambar 10 diketahui dalam proses pembuatan tempe menghasilkan *waste* seperti energi yang dihasilkan dari mesin penggiling dan energi kayu bakar sebanyak 277,044 kwh. Kemudian material yaitu kulit kedelai sebanyak 50 kg.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *Green Productivity Index* pada kondisi awal diperoleh nilai sebesar 0,92, nilai dibawah satu menandakan bahwa kondisi memerlukan perbaikan atau peningkatan. Solusi perbaikan tersebut dilakukan untuk mengurangi emisi yang dihasilkan dari pembakaran kayu yang digunakan sebagai bahan bakar untuk

perebusan kedelai dan mengurangi limbah sampah abu kayu bakar. Alternatif solusi perbaikan kedua yaitu penggunaan air berulang pada proses penyaringan. Solusi perbaikan ini diharapkan mampu mengurangi konsumsi air bersih dan limbah air yang dihasilkan. Alternatif ketiga yaitu mengganti kayu bakar menjadi LPG sebagai bahan bakar untuk proses perebusan. Alternatif solusi ini diharapkan mampu mengurangi polusi dari pembakaran kayu bakar dan sampah abu kayu bakar. Hasil alternatif solusi perbaikan terpilih berdasarkan nilai estimasi GPI yaitu penggunaan air berulang, alternatif solusi perbaikan ini mampu meningkatkan nilai GPI menjadi 1,04 dan mampu mengurangi limbah air sebanyak 161 liter.

Acknowledgement

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada para penelaah yang telah memberikan banyak masukan untuk kesempurnaan artikel ini.

References

- [1] A. Zaqi Al Faritsy and P. Korespondensi, "Peningkatan produktivitas perusahaan dengan menggunakan metode six sigma, lean dan kaizen," *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 2, pp. 103–116, Jun. 2015, doi: 10.12777/JATI.10.2.103-116.
- [2] J. Prasetyo and S. Widyastuti, "Pupuk organik cair dari limbah industri tempe," *WAKTUJ. Tek. UNIPA*, vol. 18, no. 2, pp. 22–32, Jul. 2020, doi: 10.36456/WAKTU.V18I2.2740.
- [3] H. S. Yuwanda, and A. Faisol, "Analisis Pemanfaatan opportunity cost pengolahan limbah tempe pada UD Tempe Heri di Pamekasan: Perspektif Going Concern Akuntansi," *Wacana Equilibrium (Jurnal Pemikir. Penelit. Ekon.*, vol. 8, no. 1, pp. 35–41, Jun. 2020, doi: 10.31102/EQUILIBRIUM.8.1.35-41.
- [4] D. Sari and A. Rahmawati, "Analisa kandungan limbah cair tempe air rebusan dan air rendaman kedelai," *J. Ilm. Kesehatan. Media Husada*, vol. 9, no. 1, pp. 36–41, Apr. 2020, doi: 10.33475/JIKMH.V9I1.210.
- [5] A. Mubin and D. S. Zainuri, "Peningkatan produktivitas dan kinerja lingkungan dengan metode green productivity di PT. XYZ," *J. Tek. Ind.*, vol. 13, no. 2, pp. 126–132, Dec. 2012, doi: 10.22219/JTIUMM.VOL13.NO2.126-132.
- [6] J. Li and B. Lin, "Green Economy Performance and Green Productivity Growth in China's Cities: Measures and Policy Implication," *Sustain. 2016, Vol. 8, Page 947*, vol. 8, no. 9, p. 947, Sep. 2016, doi: 10.3390/SU8090947.
- [7] Y. Wang, X. Sun, and X. Guo, "Environmental regulation and green productivity growth: Empirical evidence on the Porter Hypothesis

- from OECD industrial sectors," *Energy Policy*, vol. 132, pp. 611–619, Sep. 2019, doi: [10.1016/j.enpol.2019.06.016](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.06.016).
- [8] K. Li and B. Lin, "Impact of energy conservation policies on the green productivity in China's manufacturing sector: Evidence from a three-stage DEA model," *Appl. Energy*, vol. 168, pp. 351–363, Apr. 2016, doi: [10.1016/j.apenergy.2016.01.104](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.01.104).
- [9] R. Bahara, M. Marimin, and Yandra Arkeman, "Perbaikan produktivitas hijau pada proses produksi susu bubuk dewasa," *J. Apl. Bisnis dan Manaj.*, vol. 1, no. 2, pp. 65–65, Dec. 2015, doi: [10.17358/JABM.1.2.65](https://doi.org/10.17358/JABM.1.2.65).
- [10] Marimin, M. A. Darmawan, Machfud, M. P. Islam Fajar Putra, and B. Wiguna, "Value chain analysis for green productivity improvement in the natural rubber supply chain: a case study," *J. Clean. Prod.*, vol. 85, pp. 201–211, Dec. 2014, doi: [10.1016/j.jclepro.2014.01.098](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.098).
- [11] G. Zaka Wali, and W. Handayani, "Analisis Kinerja Lingkungan dengan Metode Green Productivity pada Limbah Cair Pabrik Tahu FN Gresik," *Al-Kharaj J. Ekon. Keuang. Bisnis Syariah*, vol. 4, no. 4, pp. 1227–1239, Jan. 2022, doi: [10.47467/ALKHARAJ.V4I4.910](https://doi.org/10.47467/ALKHARAJ.V4I4.910).
- [12] R. Pineda-Henson~, and A. B. Culaba, "A diagnostic model for green productivity assessment of manufacturing processes," *Int. J. Life Cycle Assess.* 2004 96, vol. 9, no. 6, pp. 379–386, Nov. 2004, doi: [10.1007/BF02979081](https://doi.org/10.1007/BF02979081).
- [13] A. M. Deif, "A system model for green manufacturing," *J. Clean. Prod.*, vol. 19, no. 14, pp. 1553–1559, Sep. 2011, doi: [10.1016/j.jclepro.2011.05.022](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.05.022).
- [14] A. Susanty, H. Santosa, and F. Tania, "Penilaian Implementasi Green Supply Chain Management di UKM Batik Pekalongan dengan Pendekatan GreenSCOR," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 16, no. 1, p. 56, Jul. 2017, doi: [10.23917/JITI.V16I1.3862](https://doi.org/10.23917/JITI.V16I1.3862).
- [15] A. Fathurrahman, I. Iriani, and D. S. Donoriyanto, "Evaluasi produktivitas dan limbah berbasis green productivity di CV. ABC," *JUMINTEN*, vol. 1, no. 2, pp. 93–104, Mar. 2020, doi: [10.33005/JUMINTEN.V1I2.66](https://doi.org/10.33005/JUMINTEN.V1I2.66).
- [16] F. Sayow, B. V. J. Polii, W. Tilaar, and K. D. Augustine, "Analisis kandungan limbah industri tahu dan tempe rahayu di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa," *AGRI-SOSIOEKONOMI*, vol. 16, no. 2, pp. 245–252, May 2020, doi: [10.35791/AGRSOSEK.16.2.2020.28758](https://doi.org/10.35791/AGRSOSEK.16.2.2020.28758).
- [17] N. M. N. B. S. DEWI, "Manajemen pengelolaan limbah industri tahu (Studi pada Sentra Industri Tahu di Kelurahan Abian Tubuh Kota Mataram)," *GANEC SWARA*, vol. 14, no. 1, pp. 426–430, Mar. 2020, doi: [10.35327/GARA.V14I1.117](https://doi.org/10.35327/GARA.V14I1.117).
- [18] D. Siswani Mulia, R. Tri Yuliningsih, H. Maryanto dan Cahyono Purbomartono, "Pemanfaatan limbah bulu ayam menjadi bahan pakan ikan dengan fermentasi Bacillus subtilis (Utilization of Waste Chicken Feather to Fish Feed Ingredients Material with Fermentation of Bacillus subtilis)," *J. Mns. dan Lingkung.*, vol. 23, no. 1, pp. 49–57, Feb. 2016, doi: [10.22146/JML.18773](https://doi.org/10.22146/JML.18773).
- [19] E. Novita et al., "Komparasi proses fitoremediasi limbah cair pembuatan tempe menggunakan tiga jenis tanaman air," *J. AGROTEKNOLOGI*, vol. 13, no. 01, pp. 16–24, Jun. 2019, doi: [10.19184/J-AGT.V13I01.8000](https://doi.org/10.19184/J-AGT.V13I01.8000).
- [20] Y. T. Amanda, I. Marufi, and A. D. Moelyaningrum, "Pemanfaatan biji trembesi (samanea saman) sebagai koagulan alami untuk menurunkan bod, cod, tss dan kekeruhan pada pengolahan limbah cair tempe," *Berk. Ilm. Pertan.*, vol. 2, no. 3, pp. 92–96, Aug. 2019, doi: [10.19184/BIP.V2I3.16275](https://doi.org/10.19184/BIP.V2I3.16275).
- [21] L. Edahwati, S. Sutiyono, R. R. Anggriawan, "Pembentukan Pupuk Struvite dari Limbah Cair Industri Tempe dengan Proses Aerasi," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 22, no. 2, pp. 215–221, Jul. 2021, doi: [10.29122/JTL.V22I2.4721](https://doi.org/10.29122/JTL.V22I2.4721).