



**PENILAIAN DAMPAK LINGKUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN
LIFE CYCLE ASSESMENT (LCA) PADA INDUSTRI TAHU
KAMPUNG JANGKAR KULON, CILEGON BANTEN**

**Safri Kartika Wardana¹, Yunita Cucikodana², Siska Almaniar², Apriliana
Dwijayanti³, Fahri Maulana³, Naja Asyifaul Muhlisoh³**

¹ Program Studi Teknik Energi, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

² Program Studi Teknologi Pangan, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Sriwijaya Negara, Bukit lama, Ilir Barat, Kota Palembang, Sumatera Selatan - 30128

³ Program Studi Teknik Kimia, Universitas Serang Raya
Jl. Raya Cilegon No.Km5, Taman, drangong, Tatakan, Kota Serang, Banten - 42162
Korespondensi: * e-mail: yunitacucikodana@polsri.ac.id

Received: 31 May 2024; Revised: 25 Juli 2024; Accepted: 04 September 2024;
Available online: 18 November 2024; Published regularly: November 2024



Abstrak

Tahu adalah makanan yang paling banyak diproduksi dan dikonsumsi di kalangan masyarakat Indonesia. Di balik itu, industri ini memberi efek terhadap keberlangsungan lingkungan sekitar. Oleh karena itu, diperlukan analisis siklus hidup produk atau life cycle assessment untuk mengurangi dampaknya. Penelitian menggunakan metode analisis life cycle assessment dengan software Open LCA 1.11.0 dan menggunakan pendekatan cradle-to-gate yang bertujuan khusus pada pengolahan bahan baku. Tujuan penelitian untuk mengkaji dampak lingkungan dari tahu proses produksi di Kampung Jangkar Kulon, Cilegon. Tahapan penelitian ini berdasarkan SNI ISO-14040, analisis dampak lingkungan dilakukan dengan menggunakan database agribalyse CML-IA Baseline. Hasil penelitian menunjukkan nilai dari 6 dampak lingkungan yang dihasilkan yaitu acidification (0,01228 kgSO₂-eq), eutrophication, (0,01641 kgPO₄-eq), Potential (GWP 100a), ozone layer depletion (ODP) (2,49525 kgCFC-11eq), fresh water aquatic ecotox (0,35351 kg1,4Dbeq) dan abiotic depletion (fossil fuels) (12,32132 MJ). Proses yang memberikan kontribusi terbesar terhadap dampak lingkungan dari pabrik tahu Jangkar Kulon, Cilegon adalah proses pembakaran bahan bakar (kayu bakar) dan pengelolaan limbah cair

Kata kunci: *Life Cycle Assesment (LCA), Dampak lingkungan, Tahu, Kedelai*
<https://doi.org/10.29103/jtku.v13i2.16429>

1.Pendahuluan

Salah satu industri penopang penting dalam perekonomian di Kampung Jangkar Kulon, Cilegon, Banten adalah Industri tahu. Salah satu industri tahu



yang terletak di Kampung Jangkar Kulon adalah industri tahu milik Pak Halimi. Proses produksi. Dalam usaha tahunya Pak Halimi masih menggunakan cara tradisional. Teknologi ini relatif mudah digunakan dan bergantung pada tenaga kerja. Efisiensi proses masih rendah dan belum ada sistem yang mengaturnya. Pembuangan limbah produksi tahu. Hal ini disebabkan tingginya biaya yang dikeluarkan dalam pengelolaan limbah tahu dan rendahnya pengetahuan masyarakat dalam mengelola limbah.

Limbah yang dihasilkan selama proses produksi dapat berupa limbah padat seperti ampas kacang, atau limbah cair seperti air sisa perendaman dan penggumpalan. Industri tahu di Kampung ANGKAR Kulon, Tegal Ratu, Ciwandan, Cilogon belum menerapkan konsep life cycle assessment (LCA), yang terlihat dari belum efisiennya pemanfaatan energi, tidak tertanganinya limbah padat dengan baik, dan pembuangan air limbah. Tindakan ke sungai. Kegiatan produksi tahu dapat menimbulkan dampak negatif lingkungan hidup, seperti pencemaran air, udara dan tanah (Suprihatin, 2014). Melalui itu, diperlukan upaya untuk mengkaji dan mengurangi dampak lingkungan. Pemahaman industri yang komprehensif dan sistematis.

Secara internasional, evaluasi siklus hidup (LCA) adalah cara untuk menilai dampak lingkungan suatu produk atau proses sepanjang siklus hidupnya, dari ekstraksi bahan baku, produksi, distribusi, penggunaan dan sampai pembersihan akhir (ISO 14040, 2006).

LCA telah banyak digunakan dalam berbagai industri untuk mengidentifikasi peluang pengurangan dampak lingkungan dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih berkelanjutan (Guinée, et al, 2011). Dengan mengidentifikasi tahapan yang memiliki dampak lingkungan paling signifikan, dapat diusulkan langkah-langkah mitigasi yang tepat untuk meminimalkan dampak tersebut (Putri & Supriatna, 2018). Studi ini bertujuan untuk melakukan penilaian dampak lingkungan dari industri tahu di Kampung Jangkar Kulon dengan menggunakan pendekatan LCA.

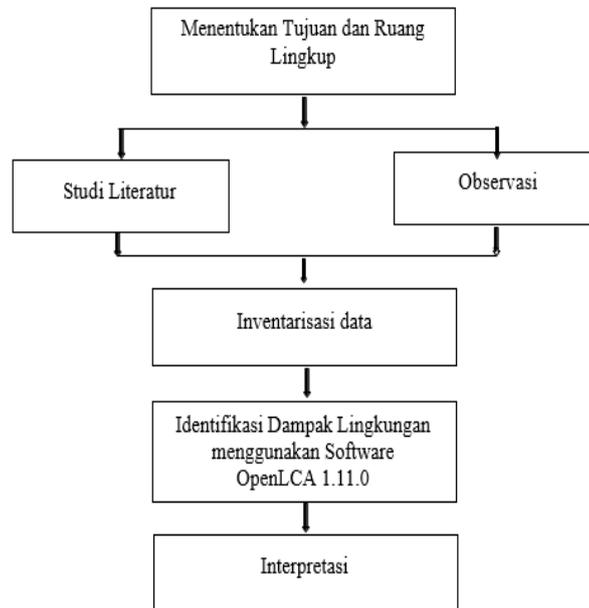
2. Bahan dan Metode

Untuk penelitian ini, bahan dan peralatan yang diperlukan adalah kedelai; kayu bakar untuk digunakan sebagai bahan bakar selama proses perebusan; bahan bakar untuk transportasi; listrik; dan air untuk proses pembuatan tahu. Kacang kedelai harus dimasukkan ke dalam baskom, di mana ia direbus; penggilingan kacang kedelai; saringan; pengepressan tahu; dan pencetakan tahu.

2.1 Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari lima tahap (Gambar.1). Tahap pertama adalah menentukan tujuan penelitian dan ruang lingkupnya sehingga penelitian dapat dilakukan dengan jelas dan dengan tujuan yang jelas. Tahap selanjutnya adalah mengumpulkan data sekunder menggunakan penelitian literatur dan observasi lapangan. Data yang dikumpulkan yaitu jumlah bahan baku yang diolah, konsumsi energi, konsumsi bahan bakar, produk yang dihasilkan, emisi gas dan partikulat dari setiap unit proses. Analisis dampak lingkungan dari proses produksi tahu akan dilakukan dengan menggunakan metode CML-IA Baseline

dalam program Open LCA 1.11.0. Tahap terakhir adalah menarik kesimpulan dan memberikan saran untuk mengurangi dampak yang paling signifikan dari proses produksi tahini.



Gambar 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian

2.2. Analisis Data

Software open LCA 1.103 digunakan untuk mengolah data primer dan sekunder. Hasilnya disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, dan juga dibahas secara deskriptif. Salah satu produk generasi terbaru dari greendelta, software open LCA 1.103 yang digunakan adalah salah satu yang paling umum digunakan dalam Life Cycle Assessment (LCA). Software open LCA adalah program publik yang dapat diakses secara gratis yang memungkinkan pengguna menganalisis aspek lingkungan barang dan jasa secara teratur dan sistematis.

Menurut Chirot *et al.* (2013), Ada beberapa proses dan fitur yang tersedia dalam software open LCA, antara lain:

1. Aliran adalah input dan output dari seluruh produk selama proses produksi produk, yang mencakup material dan energi. Aliran dasar meliputi aliran material atau energi yang masuk dan keluar dari proses produksi, aliran produk, aliran material atau energi yang berubah selama proses produksi, dan aliran limbah, aliran material atau energi yang keluar dari proses produksi.
2. Database: Agribalyse v30 digunakan untuk penelitian ini.

3. Hasil dan Diskusi

Ruang lingkup (batasan) dari penelitian adalah menggunakan *cradle to gate* untuk mengetahui 6 dampak kategori mengetahui dampak lingkungan yang

ditimbulkan dari penggunaan material dan energi pada proses pembuatan tahu yaitu *acidification*, *eutrophication*, *Global Warming Potential (GWP 100a)*, *fresh water aquatic ecotox*, dan *abiotic depletion (fossil fuels)*.

3.1 Life Cycle Inventory

Bahan masuk pada sistem ini adalah kedelai, kayu bakar untuk bahan bakar pembakaran proses perebusan, bahan bakar transportasi, listrik, dan air untuk membuat tahu. Bahan yang keluar dari siklus tersebut adalah tahu, ampas tahu, dan limbah cair. Rata-rata kapasitas produksi pabrik tahu yang diteliti dalam penelitian ini sebesar 400 kg/hari kedelai, dimana kebutuhan air harian sebanyak 2000 liter. Untuk pemanasan air, digunakan pula kayu bakar sekitar 1.000 kg/hari. Estimasi produksi tahu dalam setiap harinya sebanyak 350 kilogram beserta output ampas tahu mencapai 50 kg/hari. Sebagian besar limbah cair langsung dibuang ke sungai, tetapi limbah padatnya digunakan untuk membuat oncom. Energi manusia yang digunakan dalam sistem, termasuk energi yang dibutuhkan pekerja di industri untuk bekerja, tidak termasuk dalam sistem siklus.

Tabel 1. Data Inventori Pabrik Tahu Bapak Halimi, Jangkar Kulon, Cilegon Banten

Input	Jumlah	Satuan	Output	Jumlah	Satuan
Kedelai	350	Kg	Tahu	350	Kg
Air	2000	Liter	Air limbah	2000	Liter
			Ampas tahu	50	Kg
Listrik	25	Kwh			
Kayu	1000	Kg			
Asam cuka/acetic acid/CH ₃ COOH	3	Liter			

3.2 Life Cycle Impact Assessment

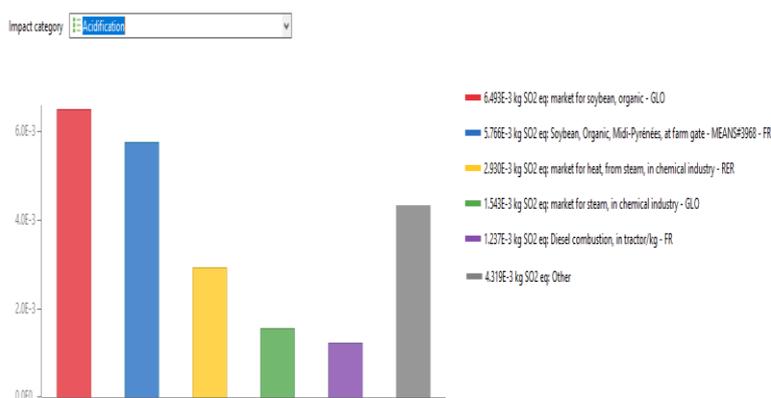
Penelitian ini menggunakan aplikasi OpenLCA 1.11.0 dengan menggunakan metode CML-IA *baseline* diperoleh dampak lingkungan sebagai berikut.

Tabel 2. *Impact category* pabrik tahu Jangkar Kulon, Cilegon

No	Impact Category	Result	Reference Unit
1.	Acidification	0,02229	kgSO ₂ eq
2.	Eutrophication	0,02665	kgPO ₄ ⁻ eq
3.	Global warming (GWP 100a)	4,12711'	kgCO ₂ eq'
4.	"Fresh water aquatic ecotox"	0,74322	kg 1,4-DB eq"
5.	Abiotic depletion (fossil fuels)	30,67548	MJ

3.2.1 Acidification

Acidification merupakan polusi yang bersifat mengasamkan seperti SO₂ dan NO₂. Hal ini terjadi karena pada proses pembuatan tahu terdapat mesin penggiling yang menggunakan energi listrik. Selain itu, digunakan *blower* dalam proses pemanasan. Jika dilihat dari diagram *impact category acidification* sebanyak 0,01228 kgSO₂-eq. Sedangkan pada penelitian (Lolo, et all. 2021) diperoleh 27,92294 kgSO₂-eq. Tahapan terbesar adalah tahap penggilingan tahu dengan persentase pengaruh yakni 51,61%, dan tahap selanjutnya adalah proses pemasakan tahu sebesar 47,54% . Hal itu dikarenakan adanya pembakaran bahan bakar batu bara yang menghasilkan sulfur dioksida. Jika tidak ada emisi 1SO₂, PT adalah 0. Selain itu, parameter lain yang mempengaruhi keasaman adalah emisi nitrogen dioksida. Gas tersebut dihasilkan dari proses pembakaran serbuk gergaji untuk memanaskan ketel uap sebagai pembangkit panas pada pengolahan bubuk tahu



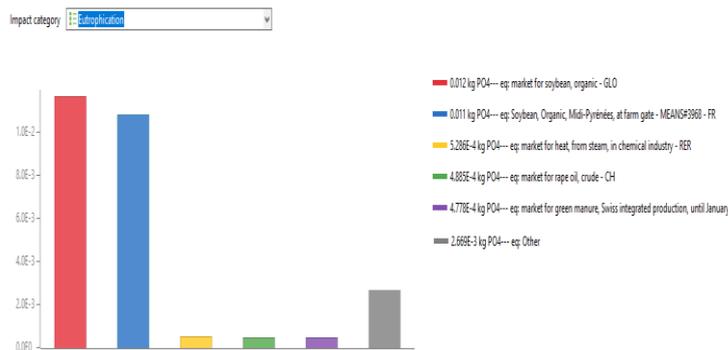
Gambar 2. Impact Category Acidification

3.3.2 Eutrophication

Eutrophication merupakan penyuburan pada tanah yang berasal dari proses gradual dari senyawa nitrogen dan fosfor. Pada ekosistem air peningkatan biomassa dapat mengakibatkan kadar oksigen yang dihasilkan rendah, peningkatan kekeruhan pada air, dan kematian pada organisme perairan. Jika

dilihat dari diagram *impact category* dari *eutrophication* sebanyak 0,01641 kgPO₄-eq. Sedangkan pada penelitian (Lolo, et al. 2021) diperoleh 1,987027 kgPO₄-eq. Tahap perebusan tahu memberikan dampak lingkungan paling besar, sebesar 47 %, dalam penelitian ini karena sisa rebusan dibuang ke saluran dan masuk ke sungai di sekitar pabrik tahu.

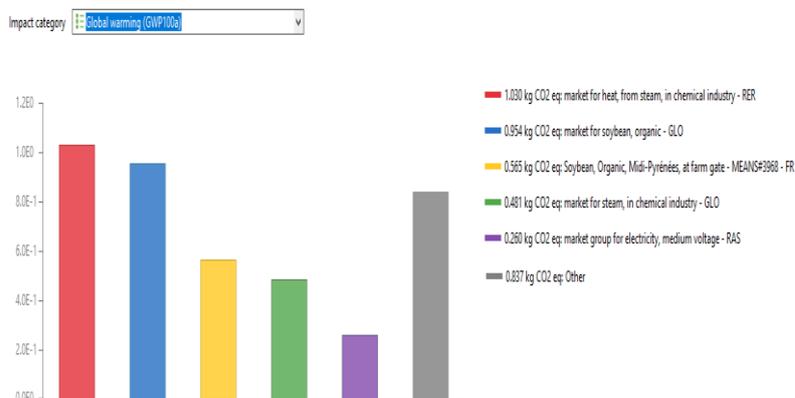
Berdasarkan hasil yang diperoleh diduga proses pembuatan tahu memberikan dampak besar terhadap lingkungan sesuai dengan pendapat Amah, et al, (2023) menyatakan bahwa dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh kegiatan atau Proses industri memengaruhi lingkungan secara keseluruhan dan lokal.



Gambar 3. *Impact Category Eutrophication*

3.3.3. Global Warming (GWP 100a)

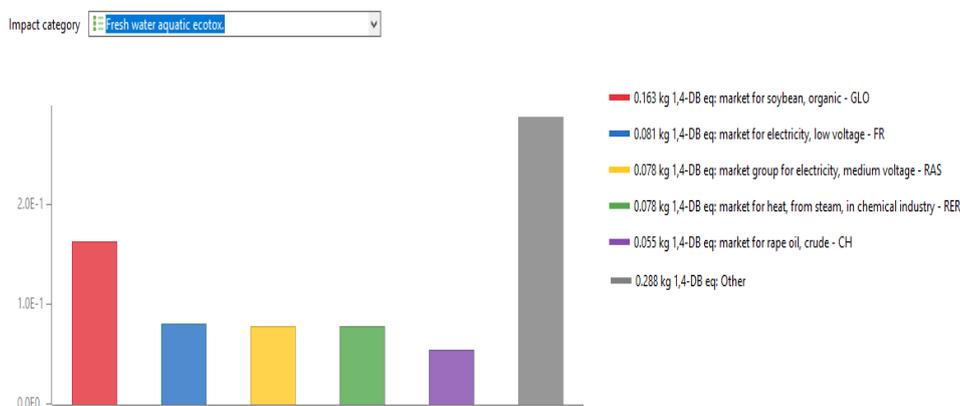
Global Warming Potential (GWP) adalah efek rumah kaca yang disebabkan oleh pemanasan global. Jika dilihat dari kategori dampaknya, solar merupakan penyumbang utama GWP yaitu sebesar 1.67027 kgCO₂eq oleh LCA. Ini dapat dikarenakan karena pembuatan tahu melibatkan proses yang menggunakan listrik dan menimbulkan polusi karbondioksida. Contohnya seperti blower untuk menjaga api tetap nyala di saat proses penggilingan dan perebusan. Nilai GWP atau perubahan iklim sangat signifikan lebih kecil dari penelitian Lolo, et al, 2021 yaitu sebesar 4026,078 kgCO₂eq, penelitian tersebut menggunakan energi Serbuk gergaji kayu, biogas dan listrik PLN menghasilkan emisi CO₂, CH₄, N₂O, SO₂, NO₂ dan debu. Tahap pemasakan bubur tahu paling besar dampaklingkungannya sebesar 57,48 %.



Gambar 4. Impact Category Global Warming Potential (GWP)

3.3.4 Fresh water aquatic ecotox

Limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi akan mempengaruhi kualitas air bersih pada sungai. Jika dilihat dari *impact category fresh water aquatic ecotox* yaitu sebanyak 0,35351 kg1,4DBeq. Pada penelitian Ekka, 2022 didapatkan $8,66 \times 10^6$ kg1,4DBeq. Hal ini terjadi dikarenakan terdapat perbedaan pada software yang digunakan dalam menganalisis dampak lingkungan yaitu menggunakan simapro. Selain itu, terdapat beberapa input data yang lebih besar seperti listrik yang digunakan untuk satu kali produksi yaitu 108 Kwh dan bahan bakar kayu yang digunakan yaitu sebanyak 1.520 kg.

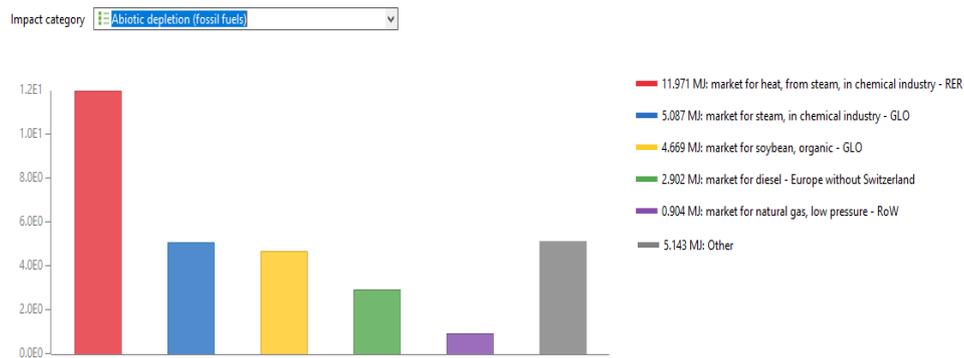


Gambar 5. Impact Category Fresh Water Aquatic Ecotox

3.3.4. Abiotic depletion (fossil fuels)

Berdasarkan hasil *impact category* penggunaan bahan kayu bakar merupakan penyebab dari *abiotic depletion (fossil fuels)* yaitu sebanyak 12,32132 MJ. Hal ini dikarenakan pada proses pembuatan tahu, penggilangan kacang kedelai yang berbahan bakar diesel dan pada saat perebusan tahu menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakar dampaknya akan berdampak pada emisi gas

rumah kaca yang mempercepat perubahan iklim. Pada penelitian yang dilakukan oleh Imam & Mirwan, 2023 dengan menggunakan aplikasi OpenLCA yaitu sebanyak 1108,5221 MJ dikarenakan terdapat perbedaan jumlah input pada *software* yang digunakan dan *software* yang digunakan berbeda. Selain itu, perbedaan input pada konsumsi listrik lebih sedikit dibandingkan dengan industri tahu kampung jangkar kulon yaitu sebanyak 25 Kwh. Akan tetapi penggunaan asam asetat lebih banyak dibandingkan dengan produksi tahu di kampung Jangkar Kulon yaitu sebanyak 350 kg. Sehingga, hal hal tersebut dapat mempengaruhi nilai *impact analysis*.



Gambar 6. *Impact Category Abiotic Depletion (Fossil Fuels)*

3.3 Interpretation dan Analisa Perbaikan

Tahap terakhir dari metode LCA adalah menginterpretasikan hasil dan menganalisis dampak dan upaya perbaikan selama produksi tahu. Beberapa perbaikan yang dapat dilakukan yaitu; Pengurangan penggunaan bahan bakar kayu pada transportasi dapat membantu mengurangi emisi CO₂ emisi karbon dioksida lainnya, membangun instalasi pengolahan air limbah (IPAL) untuk mencegah pencemaran lingkungan sekitar dan mengganti bahan bakar dari kayu menjadi gas alam untuk mengurangi emisi terhadap lingkungan.

1. Simpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Menurut Chirot et al. (2013), ada enam kategori dampak yang dihasilkan dari pabrik tahu Jangkar Kulon dan Cilegon, yaitu acidification 0,01228 kg SO₂-eq, eutrophication 0,01641 kg PO₄-eq, Global Warming Potential (GWP 100a) 1,67027 kg CO₂ eq, aquatic ecotox 0,35351 kg1,4 Dbeq, dan abiotic depletion. Pembakaran bahan bakar (kayu bakar) dan pengelolaan limbah cair adalah proses yang memiliki dampak terbesar terhadap lingkungan.

2. Saran

1. Menggunakan teknologi pengolahan yang lebih efisien: Industri tahu dapat mempertimbangkan penggunaan teknologi pengolahan yang lebih efisien dan ramah lingkungan, seperti penggunaan mesin yang hemat energi dan pengolahan limbah yang lebih efektif.
2. Penerapan manajemen lingkungan yang baik: Penerapan manajemen lingkungan yang baik dalam industri tahu dapat membantu mengurangi dampak lingkungan. Hal ini dapat dilakukan dengan menerapkan kebijakan lingkungan yang ketat, melakukan monitoring dan pengawasan terhadap aktivitas industri, serta menjalin kerja sama dengan masyarakat sekitar untuk meminimalkan dampak negatif.
3. Meningkatkan kesadaran lingkungan: Penting bagi industri tahu untuk meningkatkan kesadaran lingkungan di kalangan karyawan dan masyarakat sekitar. Hal ini dapat dilakukan dengan menyediakan informasi mengenai dampak lingkungan dari aktivitas industri tahu dan memberikan pelatihan kepada karyawan mengenai praktik yang ramah lingkungan.
4. Kerja sama dengan pihak terkait: Industri tahu dapat menjalin kerja sama dengan pihak terkait seperti pemerintah, lembaga lingkungan, dan komunitas sekitar untuk meningkatkan keberlanjutan lingkungan dan meminimalkan dampak negatif.

5. Daftar Pustaka

1. Amah, V. T., Sudaryantiningih, C., & Lolo, E. U. 2023. Analisa dampak limbah cair industri tahu di kampung krajan, mojosongo surakarta terhadap kualitas fisik dan biologis air sungai krajan. *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 28(1), 60-68. <https://doi.org/10.36728/jtsa.v28i1.2321>
2. Anonim, "Open LCA" Green Delta, 2013, <http://www.openlca.org/> (accesed November 2022).
3. Lolo, E. U., Gunawan, R. I., Krismani, A. Y., & Pambudi, Y. S. 2021. Penilaian Dampak Lingkungan Industri Tahu Menggunakan Life Cycle Assessment (Studi Kasus: Pabrik Tahu Sari Murni Kampung Krajan, Surakarta). *Jurnal Serambi Engineering*, 6(4).. <https://doi.org/10.32672/jse.v6i4.3480>
4. Fikri, E. 2020 Menilai Dampak Lingkungan Dengan Analisis Daur Hidup (LCA).
5. Fuadi, M. I., & Mirwan, M. 2023. Identifikasi Pencemaran Lingkungan Proses Produksi Pabrik Tahu Dengan Life Cycle Assessment. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Sistem Industri*, 2(1), 20-28... <https://doi.org/10.56071/jtmsi.v2i1.464>
6. Ginting, E., Antarlina, S. S., & Widowati, S. 2009. Varietas unggul kedelai untuk bahan baku industri pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 28(3), 79-87.

7. Green Delta GmbH, "open LCA Nexus," Green Delta, 2021. <http://nexus.openlca.org/> (accessed November 2022).
8. Guinée, J. B., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., & Rydberg, T. 2011. Life cycle assessment: past, present, and future. <https://doi.org/10.1021/es101316v>
9. Hadipurnomo, T. 2000. Dampak Kebijakan Produksi dan Perdagangan Terhadap Penawaran dan Permintaan Kedelai di Indonesia.
10. ISO 1404. 2006. Environment Management Life Cycle Assessment Requirement and Guidelines. Geneva, International Organisation for Standardisation (ISO).
11. Klöpffer, W., & Grahl, B. 2014. Life cycle assessment (LCA): a guide to best practice. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9783527655625>
12. Lolo, E. U., Gunawan, R. I., Krismani, A. Y., & Pambudi, Y. S. 2021. Penilaian Dampak Lingkungan Industri Tahu Menggunakan Life Cycle Assessment (Studi Kasus: Pabrik Tahu Sari Murni Kampung Krajan, Surakarta). Jurnal Serambi Engineering, 6(4). <https://doi.org/10.32672/jse.v6i4.3480>
13. Putri, A. R., & Supriatna, A. 2018. Analisis Dampak Lingkungan Industri Tahu dengan Metode Life Cycle Assessment (LCA). Jurnal Teknik Lingkungan, 6(2), 1-10.
14. Rossel, K.S., D.T. 2002 Life Cycle Concept, Product Stewardship and Green Engineering. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall inc.
15. Sari, I. P., Kuniawan, W., & Sia, F. L. (2021, November). Environmental impact of tofu production in West Jakarta using a life cycle assessment approach. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 896, No. 1, p. 012050) IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/896/1/012050>