

**INTEGRASI *SUSTAINABLE VALUE STREAM MAPPING* DAN
LIFE CYCLE ASSESSMENT UNTUK MENINGKATKAN
SUSTAINABILITY PERFORMANCE
(STUDI KASUS DI PT HINDOLI)**



TUGAS AKHIR

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Tridinanti**

Disusun Oleh :

MUH. ICHSAN ASSALAM

2202240503.P

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI
PALEMBANG
2025**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muh. Ichsan Assalam
NPM : 2202240503.P
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Integrasi *Sustainable Value stream mapping* dan *Life Cycle Assessment* untuk Meningkatkan *Sustainability Performance* (Studi Kasus di PT Hindoli)

Dengan Ini Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Tugas Akhir dengan judul tersebut diatas adalah murni hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah Tugas Akhir dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulis Tugas Akhir ini terbukti merupakan hasil plagiat atau Tugas Akhir karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan dari pihak siapapun.



Palembang, 22 Juli 2025



Muh. Ichsan Assalam

HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PALEMBANG

TUGAS AKHIR

**INTEGRASI SUSTAINABLE *VALUE STREAM MAPPING* DAN LIFE CYCLE
ASSESSMENT UNTUK MEMPERBAIKI SUSTAINABILITY
PERFORMANCE (STUDI KASUS DI PT HINDOLI)**

Disusun Oleh :

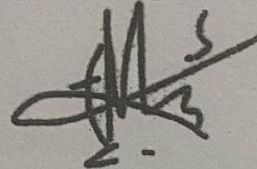
MUH. ICHSAN ASSALAM

2202240503.P

Palembang, 28 Juli 2025

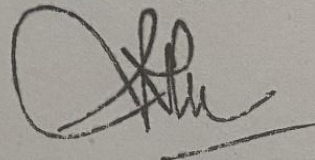
Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing I,



Faizah Suryani, S.T., M.T.

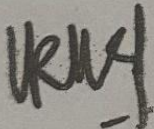
Pembimbing II,



H. Azhari, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Industri,



Irnanda Pratiwi S.T., M.T.

Disahkan

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ari Firca S.T., M.T.

ABSTRAK

Industri kelapa sawit berperan penting dalam perekonomian Indonesia, namun banyak pabrik yang belum memenuhi regulasi keberlanjutan, sehingga sulit menembus pasar global. Penelitian ini mengintegrasikan *Sustainable Value Stream Mapping* (Sus-VSM) dan *Life Cycle Assessment* (LCA) untuk mengevaluasi dan meningkatkan kinerja keberlanjutan pada proses produksi *crude palm oil* (CPO). Pendekatan ini mencakup aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi (*triple bottom line*), dengan metode Borda Count untuk mengidentifikasi metrik kritis seperti *speed loss*, *oil losses*, *scrap*, *steam loss*, dan konsumsi energi. Analisis akar masalah dilakukan dengan metode 5 Whys, sedangkan dampak lingkungan dianalisis menggunakan perangkat lunak SimaPro dengan metode ReCiPe 2016 Midpoint. Hasil menunjukkan bahwa skenario perbaikan mampu menghilangkan *speed loss*, menurunkan waktu *cycle time* sortasi dari 15,23 menjadi 0,58 menit, serta mengurangi *waste motion* di tippler dan *oil losses* di *sludge pit* dan *empty bunch*. Selain itu, peningkatan pada pengolahan limbah POME, pengepresan EFB, pengurangan penggunaan diesel, dan uap yang hilang, mampu menurunkan dampak lingkungan hingga 33%. Berbeda dari studi sebelumnya yang hanya menggunakan VSM atau LCA secara terpisah, penelitian ini menunjukkan keunggulan integrasi keduanya dalam mendorong produksi sawit yang lebih berkelanjutan.

Kata Kunci : *Sustainable Value stream mapping, Life Cycle Assessment,, Tripple Bottom Line, Crude palm oil, ReCiPe 2016 Midpoint.*

ABSTRACT

The palm oil industry plays a vital role in Indonesia's economy; however, many mills still fail to meet sustainability regulations, making it difficult to penetrate global markets. This study integrates Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) and Life Cycle Assessment (LCA) to evaluate and improve sustainability performance in the crude palm oil (CPO) production process. This approach encompasses environmental, social, and economic aspects (the triple bottom line), using the Borda Count method to identify critical metrics such as speed loss, oil losses, scrap, steam loss, and energy consumption. Root cause analysis was conducted using the 5 Whys method, while environmental impacts were assessed using SimaPro software with the ReCiPe 2016 Midpoint method. The results show that the improvement scenario successfully eliminated speed loss, reduced the sorting cycle time from 15.23 to 0.58 minutes, and minimized waste motion at the tippler as well as oil losses at the sludge pit and empty bunch stages. Moreover, improvements in POME waste treatment, EFB pressing, reduction in diesel use, and steam loss led to a 33% reduction in environmental impact. Unlike previous studies that employed either VSM or LCA independently, this research demonstrates the advantages of integrating both methods to promote more sustainable palm oil production.

Keywords : *Sustainable Value stream mapping, Life Cycle Assessment, Tripple Bottom Line, Crude palm oil, ReCiPe 2016 Midpoint.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI.....	vi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	6
1.3 Perumusan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	8
1.7 Sistematika Penelitian	8
BAB II.....	10
TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Penelitian Terdahulu	10
2.2 Profil Perusahaan.....	12

2.3	Proses Produksi di PT Hindoli Mill Sungai Lilin	13
2.4	Life Cycle Assessment	19
2.5	<i>Value stream mapping</i>	25
2.6	<i>Sustainability Value stream mapping</i>	26
BAB III		23
METODOLOGI PENELITIAN.....		23
3.1	Lokasi Penelitian	23
3.2	Variabel Penelitian	23
3.3	Pengumpulan Data	23
3.4	Tahap Pengolahan Data.....	24
3.5	Teknik Analisis Data	36
3.6	Diagram Alir Penelitian	37
BAB IV		38
ANALISIS DAN PEMBAHASAN		38
4.1	Aliran Produk <i>Crude palm oil</i>	38
4.2	<i>Sustainability Metric</i> (Metriks Keberlanjutan)	45
4.3	Penentuan Metrik Kritis	66
4.4	Penentuan Akar Penyebab Kegagalan (<i>Root Cause of Failure</i>)	67
4.5	Perbaikan pada indikator ekonomi	70
4.6	Penilaian Siklus Hidup (<i>Life Cycle Assessment</i>)	72

BAB V	85
KESIMPULAN DAN SARAN.....	85
5.1 Kesimpulan.....	85
5.2 Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN.....	92
Lampiran 1. <i>Current Sus-VSM</i>	92
Lampiran 2. <i>Future Sus-VSM</i>	93
Lampiran 3. <i>Whys Analysis Result</i>	94
Lampiran 4. Perhitungan Z-Score pada cycle time proses	96
Lampiran 5. Kuisisioner <i>Pyshical Load Index</i>	99
Lampiran 6. Kuisisioner <i>Borda Count Method</i>	102

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Parlemen Uni Eropa telah mengeluarkan kebijakan untuk menghentikan penggunaan *Crude palm oil* (CPO) pada 2021. Keputusan itu diambil setelah Parlemen Uni Eropa sepakat untuk menggunakan renewable energy yang ramah lingkungan, tertuang dalam “*Report on the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the Promotion of the use of Energy from Renewable Sources*”. Parlemen juga sepakat menekan hingga maksimal 7 persen penggunaan sawit untuk sumber energi terbarukan transportasi sampai 2030 (Sidik, 2018).

Indonesia merupakan salah satu penghasil minyak sawit terbesar di dunia dari perkebunan kelapa sawit. Terkait perkembangan bisnis perkebunan kelapa sawit, Indonesia saat ini tidak hanya mengembangkan kelapa sawit dalam bentuk bisnis perkebunan. Perkembangan bisnis perkebunan kelapa sawit di Indonesia pesat yang ditunjukkan dengan semakin banyaknya perusahaan yang mendirikan pabrik kelapa sawit (PKS) dan beragamnya produk yang dapat dihasilkan dari kelapa sawit untuk meningkatkan nilai jual produknya. membuat kemajuan besar dalam Pengembangan usaha perkebunan kelapa sawit diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi peningkatan kesejahteraan nasional dan perolehan devisa negara (Sitompul et al., 2023).

Tingginya produksi CPO dapat menimbulkan berbagai permasalahan terhadap dampak lingkungan seperti limbah, perubahan kualitas air, tanah, udara, serta peningkatan terhadap emisi. PT Hindoli merupakan salah satu industri produksi CPO dengan kapasitas produksi 120 ton TBS/jam. Industri ini berlokasi di Provinsi Muli banyuasin. Aktivitas kegiatan industri mulai dari proses budidaya kelapa sawit, pemupukan serta perawatan di kebun, proses pengolahan CPO di industri, penggunaan energi, listrik, air bersih, pengolahan limbah dan lainnya memiliki potensi yang berdampak terhadap lingkungan, hal ini karena dalam prosesnya memerlukan beberapa bahan atau material yang bisa menghasilkan dampak terhadap lingkungan serta peningkatan emisi (Rinaldo & Yani, 2023). PT

Menurut (Rao, 2013), manufaktur berkelanjutan adalah sistem yang mengintegrasikan masalah desain produk dan proses dengan masalah manufaktur, perencanaan, dan pengendalian untuk mengidentifikasi, mengukur, menilai, dan mengelola aliran limbah lingkungan dengan tujuan mengurangi dampak lingkungan sekaligus berusaha memaksimalkan efisiensi sumber daya. Ketiga aspek berbeda dari manufaktur berkelanjutan tersebut kemudian disebut sebagai *triple-bottom-line* (TBL).

Tinjauan TBL membantu perusahaan tidak hanya melihat nilai ekonomi yang mereka hasilkan, tetapi juga memungkinkan untuk memasukkan nilai lingkungan dan sosial ke dalam penilaian aktivitas mereka (Rojek-Nowosielska, 2015). Dalam hal ini, penerapan konsep berkelanjutan dengan mengadopsi *Value stream mapping* (VSM) yang sesuai, sebuah alat dalam lean manufacturing untuk mengidentifikasi pemborosan, telah diusulkan. Konsep lean adalah sistem utama untuk

meningkatkan kinerja operasional dengan mengatasi tiga masalah yang mendasar: menghilangkan pemborosan, menghilangkan variabilitas, dan meningkatkan hasil.

VSM, menurut (Rother & Shook, 1999) didefinisikan sebagai pemetaan semua tindakan, baik yang bernilai tambah maupun yang tidak bernilai tambah yang diperlukan untuk membawa suatu produk melalui aliran produksi dari bahan mentah hingga produk jadi. Namun, metodologi VSM konvensional hanya memeriksa kendala ekonomi yang ditangkap sebagai evaluasi berbasis waktu (waktu siklus, waktu tunggu, waktu menganggur, dll.) dan tidak memperhitungkan kinerja lingkungan dan sosial.

(Faulkner & Badurdeen, 2014) menyarankan VSM berkelanjutan (Sus-VSM) untuk mengevaluasi kinerja keberlanjutan yang mengikuti perspektif TBL. Indikator dari TBL dimasukkan ke dalam metrik Sus-VSM yang sesuai dengan studi kasus di perusahaan manufaktur *crude palm oil*. Metrik yang sesuai diidentifikasi menggunakan simbol visual sebagai analisis awal kinerja keberlanjutan. Tinjauan manufaktur lebih lanjut dilakukan pada metrik lingkungan untuk memberikan evaluasi kinerja berkelanjutan lebih lanjut. Metode integrasi Sus-VSM dan *Life Cycle Assessment* (LCA) telah diusulkan oleh (Ben et al., 2015). LCA merupakan pendekatan untuk menilai dampak lingkungan yang terkait dengan siklus hidup produk atau layanan dari ekstraksi bahan baku hingga pengolahan akhir masa pakai (Djatna & Prasetyo, 2019).

Dalam penelitian ini, pendekatan LCA digunakan untuk mengevaluasi dampak lingkungan pada tingkat proses pembuatan produk. Dampak lingkungan mencakup emisi yang dihasilkan ke lingkungan melalui konsumsi sumber daya,

serta selama beberapa tahap siklus hidup produk seperti pengumpulan sumber daya, penggunaan kembali, daur ulang, dan pembuangan limbah (Djatna & Prasetyo, 2019). Metode LCA dapat mengidentifikasi dan menghitung keberlanjutan penggunaan sumber daya alam, pembuangan beban pencemaran pada lingkungan serta mengevaluasi dan menerapkan kemungkinan perbaikan lingkungan. Kajian LCA dilakukan di PT X dengan tujuan untuk mengidentifikasi input (sumber daya) yang digunakan dan output (produk, produk samping, limbah dan emisi) yang dihasilkan dari daur hidup produksi CPO, menghitung besaran dampak yang ditimbulkan ke lingkungan, dan serta memberikan rekomendasi alternatif perbaikan untuk mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan (Rinaldo & Yani, 2023).

Penggunaan metode LCA memiliki empat pilihan utama untuk menentukan batas-batas sistem yang digunakan berdasarkan standar ISO 14044 didalam sebuah studi LCA :

- a. *Cradle to grave* : termasuk bahan dan rantai produksi, energi semua proses dari ekstraksi bahan baku melalui tahap produksi, transportasi dan penggunaan hingga produk akhir dalam siklus hidupnya.
- b. *Cradle to gate* : meliputi semua proses dari ekstraksi bahan baku melalui tahap produksi (proses dalam pabrik), digunakan untuk menentukan dampak lingkungan dari suatu produksi sebuah produk.
- c. *Gate to grave* : meliputi proses dari penggunaan pasca produksi sampai pada akhir-fase kehidupan siklus hidupnya, digunakan untuk menentukan dampak lingkungan dari produk tersebut setelah meninggalkan pabrik.

d. *Gate to gate* : meliputi proses dari tahap produksi saja, digunakan untuk menentukan dampak lingkungan dari langkah produksi atau pada satuan unit proses dari cakupan terkecil (Adiwinata & Rahayuningsih, 2021)

Pada penelitian ini scope kajian LCA meliputi *gate to gate*, yaitu dimulai dari proses pengolahan bahan baku dimasukkan hingga produk *crude palm oil* dihasilkan. Hasil dari analisa LCA dapat dijadikan acuan bagi perusahaan untuk memilih alternatif perbaikan sebagai upaya meminimalisir emisi udara yang ditimbulkan pada proses produksi *crude palm oil*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif untuk mengurangi potensi dampak pencemaran dan meningkatkan efisiensi produksi dengan cara yang lebih ramah lingkungan.

Penerapan penggabungan LCA dan Sus-VSM dilakukan untuk memungkinkan proses perbaikan lean berfokus pada tindakan perbaikan lingkungan tertentu sambil memantau dampak lingkungan selama inisiatif perbaikan lean (Ben et al., 2015). Langkah-langkah penerapan Sus-VSM secara umum sama dengan VSM konvensional, yaitu mengidentifikasi produk dan aliran produk, memetakan kondisi terkini (*Current State*), menganalisis perbaikan di masa mendatang (*Future Improvement*), memetakan kondisi masa mendatang (*Future State*), dan menerapkan rencana kondisi masa mendatang (*Future State Plan*) (Rother & Shook, 1999).

1.2 Identifikasi Masalah

Belum adanya analisa *sustainability metrics* (ekonomi, lingkungan, sosial) dan analisa siklus hidup produk (LCA) selama proses produksi *crude palm oil* di PT Hindoli dalam menentukan dampak lingkungan dan perbaikan dimasa mendatang.

1.3 Perumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi aliran produk dan *sustainability performance* proses produksi saat ini dilihat dari aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi (triple bottom line) seperti *cycle time, uptime, lead time, speed loss, oil losses, water consumption, raw material, power consumption, work environment* dan *pyshical load index*?
2. Apa saja aktivitas atau proses kritis yang menyebabkan ketidakefisienan dan berdampak signifikan terhadap lingkungan dianalisa dengan *borda count method*?
3. Bagaimana metode *Sustainable Value stream mapping* (Sus-VSM) dan *Life Cycle Assessment* (LCA) dapat diintegrasikan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi dampak dari aktivitas atau proses kritis tersebut?
4. Perbaikan proses seperti apa yang dapat dilakukan berdasarkan hasil analisis integrasi Sus-VSM dan LCA untuk meningkatkan kinerja keberlanjutan di pabrik kelapa sawit?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menilai aliran produk dan kinerja keberlanjutan (*sustainability performance*) proses produksi berdasarkan aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi (*triple bottom line*) yang terdiri dari *cycle time*, *uptime*, *lead time*, *speed loss*, *oil losses*, *water consumption*, *raw material*, *power consumption*, *work environment* dan *pyshical load index*.
2. Mengidentifikasi aktivitas-aktivitas kritis dalam proses produksi yang berkontribusi terhadap ketidakefisienan dan dampak lingkungan yang signifikan.
3. Mengintegrasikan metode *Sustainable Value stream mapping* (Sus-VSM) dan *Life Cycle Assessment* (LCA) sebagai alat analisis untuk mengevaluasi dan memetakan keberlanjutan proses produksi.
4. Menyusun usulan perbaikan proses produksi berdasarkan hasil integrasi Sus-VSM dan LCA guna meningkatkan kinerja keberlanjutan secara menyeluruh.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini ditujukan bagi beberapa pihak sebagai berikut :

a. Bagi Penulis

Dapat menambah wawasan, pengetahuan dan kemampuan dalam mengaplikasikan ilmu-ilmu Teknik Industri yang didapat selama berada di bangku kuliah dalam memecahkan masalah nyata yang ada di perusahaan atau di dunia industri.

b. Bagi Akademik

Dapat menjadi acuan atau sumber bacaan ilmu pengetahuan bagi adik-adik Teknik Industri Universitas Tridinanti Palembang.

c. Bagi Perusahaan

Sebagai bahan pertimbangan perusahaan dalam menentukan tindakan korektif untuk menjaga dan mengendalikan kualitas *crude palm oil* yang dapat memberikan dampak positif bagi keberlangsungan perusahaan.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian meliputi :

1. Objek Penelitian dilakukan di PT Himdoli Sungai Lilin yang berlokasi di Jl. Palembang-Jambi KM Kab. Musi banyuasin.
2. Penelitian ini berfokus pada proses produksi *crude palm oil* di PT Himdoli Sungai lilin.

1.7 Sistematika Penelitian

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang pengambilan judul, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi sumber-sumber referensi dan kutipan dari berbagai sumber terkait dengan permasalahan utama yang dibahas dan dikaji.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi kajian metode pendekatan yang dilakukan dalam bahasan penelitian, bab ini akan memberikan kemudahan dalam melaksanakan pembahasan.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi pembahasan secara lengkap atas segala hasil dan kajian secara menyeluruh yang saling berkaitan dengan rumusan permasalahan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang dihasilkan dari pembahasan yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwinata, F., & Rahayuningsih, M. (2021). *ANALISIS DAUR HIDUP (LIFE CYCLE ASSESSMENT) PENGOLAHAN KOPI BUBUK ROBUSTA SECARA BASAH DI INDUSTRI KECIL MENENGAH (IKM) BELOE KLASIK LAMPUNG*. 15(4), 1175–1182.
<https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i4.1176>
- Ben, S. V. R., Asokan, R. P., & Ruben, R. Ben. (2015). Life cycle assessment integrated value stream mapping framework to ensure sustainable manufacturing : a case study. *Clean Technologies and Environmental Policy*.
<https://doi.org/10.1007/s10098-015-1016-8>
- Bergman, T. L. ., & Levine, A. S. . (2019). *Fundamentals of Heat and Mass transfer, 8th edition*.
- Cengel, Y. A., Michael A. Boles, & Kanoglu, M. (2020). Gas Power Cycles. In *Thermodynamics and Heat Power*. <https://doi.org/10.1201/b17736-13>
- Damanik, O. . A. R., Afina, vera M., & Haulian, B. A. (2017). Analisa Pendekatan Lean Manufacturing Dengan Metode Vsm (Value Stream Mapping) Untuk Mengurangi Pemborosan Waktu (Studi Kasus Ud. Almaida). *Profisiensi*, 5(1), 1–6.
- Djatna, T., & Prasetyo, D. (2019). *Integration of Sustainable Value Stream Mapping (Sus . VSM) and Life-Cycle Assessment (LCA) to Improve*

Sustainability Performance. 9(4), 1337–1343.

Faulkner, W., & Badurdeen, F. (2014). Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): Methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*, 85, 8–18.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.042>

Feil, A. A., & Schreiber, D. (2017). Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. *Cadernos EBAPE.BR*, 15(3), 667–681. <https://doi.org/10.1590/1679-395157473>

Jayasundara, P. M., & Rathnayake, M. (2023). *Fruit and vegetable waste utilization and sustainability: chapter 10 - environmental impacts and sustainability assessment of fruit and vegetable waste valorization through life cycle assessment (includes an overview of life cycle assessment from laborato.*

Laurent, A., B.P., W., Bare, J., Liao, X., de Souza, D. M., Pizzol, M., Sala, S., Schreiber, H., & Thonemann, N., and V. F. (2020). . *Methodological review and detailed guidance for the life cycle interpretation phase. Journal of Industrial Ecology*. 5, 986–1003.

Lim, C. H., Bok, C. H., Ngan, S. L., How, B. S., Ng, W. P. Q., & Lam, H. L. (2023). *Evaluation of sustainable palm oil production certification via LCA. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*.

Misbahuddin, M., Aryanti, E., Purnamasari, E., Permanasari, I., Irfan, M., &

- Arminudin, A. T. (2018). Ditumpangsarikan Dengan Tanaman Pangan Fase Berbeda Di Tanah. *Jurnal Agroekoteknologi*, 8(2), 31–36.
- Ogunmilua, O. O., Guimaraes, I. M., Iyomi, E. P., & Uboho, E. (2021). *ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT USING LIFE-CYCLE ANALYSIS*. 8, 71–74.
- Olivier Jolliet, Myriam Saadé-Sbeih, Shanna Shaked, Alexandre Jolliet, P. C. (2016). *Environmental life cycle assessment*. Taylor & Francis Group, LLC.
- Purwaditama, A. (2017). *Modelling value stream mapping with rapid appraisal to increase the efficiency and productivity at wooden door multi production*. Faculty of Agroindustrial Technology and Engineering Bogor Agricultural University.
- Rao, P. N. (2013). *Sustainable Manufacturing – Principles, Applications, and Directions*.
- Rinaldo, R., & Yani, M. (2023). *Life cycle assessment produksi crude palm oil (CPO) (studi kasus : PT X Provinsi Bengkulu)*. 17(3), 651–659.
<https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i3.17131>
- Rojek-Nowosielska, M. (2015). Desired Versus Existing Csr Practices : a Research Perspective. *International Journal of Contemporary Management*, 14(4), 23–44. <https://doi.org/10.4467/24498939IJCM.15.009.4488>
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add and Eliminate Muda*. The Lean Enterprise Institute.

- Sidik, R. M. (2018). CPO Indonesia ditolak Uni Eropa, Kenapa ? *Monitoring Pangan*, 1–5.
- Sitompul, A. A., Zaharuddin, Z., & Fazri, M. (2023). Pengendalian Kualitas Curd Palm Oil Menggunakan Integrasi Metode Six Sigma-FMEA di PT Grahadura Leidong Prima. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 1(4), 343–355.
<https://doi.org/10.56211/blendsains.v1i4.244>
- Sven, H., F., K., K.-H., S., & H., K. (1999). Validation of a questionnaire for assessing physical work load. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 25(2), 105–114.
<http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed4&N EWS=N&AN=1999163930>
- Tapping, D., Luyster, T., & Shuker, T. (2002). *Value Stream Management*. Productivity Press.
- Zahid, M. A., & De Swart, H. (2015). The borda majority count. *Information Sciences*, 295, 429–440. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2014.10.044>
- Zen, M. R., Putra, A. A., Mujahidah, U., Napitupulu, M. M. M., Noviarini, C., & Rahman, M. M. (2024). Life Cycle Assessment in Crude Palm Oil Production: Optimization of Oil Extraction Rate. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 21(2), 513–526.
<https://doi.org/10.14710/presipitasi.v21i2.513-526>