

Penerapan Konsep Ekonomi Sirkular Dalam Pengolahan Limbah Cair Menjadi Pupuk Daun dan Pupuk Buah untuk Mendukung Industri Pupuk Berkelanjutan

Rachmat Yustiawan Hadi¹, Wulung Aditya², Cayo Pungki Andrianto³, Mohamad Imam Suhadi⁴, Resa Hidayat Pramasdeka⁵, Dimas Bhranta Putera Adi⁶, Ni Luh Putu Hariastuti⁷

rachmatvustiawan@gmail.com^{1*}, wulungaditya.teknikindustri@gmail.com²
cayopungki85@gmail.com³, imamsuhadi14022@seskoal.ac.id⁴
resa.hidayatp@gmail.com⁵, dimasbhranta7@gmail.com⁶, putu_hrs@itats.ac.id⁷

Magister Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}

***Corresponding author: Rachmat Yustiawan Hadi¹**

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan penerapan konsep ekonomi sirkular dalam pengolahan limbah cair industri Monosodium Glutamate (MSG) menjadi produk pupuk daun dan pupuk buah sebagai upaya mendukung industri pupuk yang berkelanjutan. Limbah cair yang mengandung unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku pupuk cair berbasis organik. Analisis dilakukan terhadap nilai Benefit-Cost Ratio (B/C Ratio), Payback Period (PP), dan Break-Even Point (BEP) dengan pendekatan data keuangan dari produksi PT. ABC pada tahun 2025. Hasil menunjukkan bahwa B/C Ratio untuk pupuk daun mencapai 425% dan pupuk buah 234%, keduanya jauh di atas ambang kelayakan minimum sebesar 100%. Waktu pengembalian modal hanya 0,96 tahun (11,5 bulan), serta nilai BEP tercapai pada 3 liter pupuk daun (Rp 116.000) dan 2 liter pupuk buah (Rp 60.000). Temuan ini membuktikan bahwa pengolahan limbah cair industri menjadi pupuk cair tidak hanya layak secara finansial, tetapi juga mendukung prinsip keberlanjutan dan efisiensi sumber daya dalam kerangka ekonomi sirkular. Oleh karena itu, kegiatan ini direkomendasikan untuk terus dilanjutkan dan dikembangkan.

Kata Kunci : Ekonomi sirkular, pupuk cair, B/C Ratio, Payback Period, Break-Even Point.

A. PENDAHULUAN

Industri *Monosodium Glutamate* (MSG) merupakan salah satu sektor industri kimia pangan yang berkembang pesat dan menghasilkan limbah cair organik dalam jumlah besar sebagai hasil samping dari proses fermentasi. Limbah cair tersebut umumnya mengandung unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dalam kadar tertentu yang berpotensi untuk dimanfaatkan kembali, khususnya sebagai bahan baku pupuk cair, baik untuk fase pertumbuhan vegetatif (pupuk daun) maupun generatif (pupuk buah dan bunga). Namun, dalam praktiknya, limbah cair ini lebih sering menjadi sumber pencemaran lingkungan karena belum banyak dimanfaatkan secara optimal.

Dalam konteks pengelolaan limbah industri, konsep ekonomi sirkular menawarkan pendekatan sistematis untuk mentransformasi limbah menjadi sumber daya baru yang bernilai guna. The Ellen MacArthur Foundation (2019) mendefinisikan ekonomi sirkular sebagai sebuah kerangka kerja yang dirancang untuk menghilangkan limbah dan polusi, memperpanjang umur produk dan bahan, serta menjaga regenerasi sistem alam. Dengan kata lain, ekonomi sirkular mendorong efisiensi material dan energi melalui pendekatan *zero waste* dan *resource looping*.

Menurut Kristianto dkk. (2021), ekonomi sirkular juga mengusung tujuan pembangunan berkelanjutan dengan menekankan pentingnya pola konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab. Di Indonesia, Bappenas. (2022) telah menyusun kerangka 9R dalam implementasi ekonomi sirkular, yang terdiri dari: *refuse, rethink, reduce, reuse, repair, refurbish, remanufacture, repurpose, recycle*, dan *recover*. Melalui pendekatan ini, limbah cair industri MSG dapat direkayasa ulang untuk memperoleh nilai tambah sebagai pupuk cair berbasis organik, sehingga tidak hanya mengurangi beban limbah tetapi juga mendukung pengembangan industri pupuk yang berkelanjutan.

Pengolahan limbah cair menjadi pupuk cair organik tidak hanya relevan dalam konteks lingkungan, tetapi juga memiliki nilai strategis dalam mendukung ketahanan pangan nasional dan efisiensi biaya produksi pertanian. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi penerapan konsep ekonomi sirkular dalam pengolahan limbah cair industri MSG menjadi pupuk daun dan pupuk buah, serta mengevaluasi kontribusinya terhadap pengembangan industri pupuk berkelanjutan di Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan finansial dari pengolahan limbah cair industri *Monosodium Glutamate* (MSG) menjadi produk pupuk daun dan pupuk buah. Fokus utama penelitian mencakup perhitungan nilai *Benefit-Cost Ratio* (B/C Ratio), penentuan *Payback Period* (PP), serta analisis *Break-Even Point* (BEP) guna mengetahui sejauh mana produk hasil olahan limbah tersebut layak untuk dikembangkan secara komersial. Studi ini dibatasi pada produk pupuk daun dan buah yang diproduksi oleh PT. ABC, dengan pendekatan analisis keuangan berbasis data fiskal tahun 2025, khususnya akumulasi data terbaru pada periode April-Mei 2025. Metode yang digunakan meliputi analisis *B/C Ratio*, *Payback Period*, dan BEP sebagai tolak ukur kelayakan investasi dan potensi pengembangan produk berkelanjutan dari limbah industri.

B. LANDASAN TEORI

Ekonomi sirkular (*circular economy*) adalah pendekatan sistemik yang bertujuan menggantikan model ekonomi linear “ambil–buat–buang” dengan sistem regeneratif yang menekankan pengurangan limbah, penggunaan ulang, dan sirkulasi kembali sumber daya. Menurut Kirchherr, Reike, dan Hekkert (2017), ekonomi sirkular mencakup berbagai strategi seperti *reuse*, *recycle*, *remanufacture*, dan *recovery* untuk mempertahankan nilai material dalam siklus produksi dan konsumsi. Velenturf et al. (2024) menekankan bahwa ekonomi sirkular merupakan solusi untuk tantangan keberlanjutan global melalui efisiensi sumber daya. Suárez-Eiroa et al. (2024) menambahkan bahwa ekonomi sirkular bertujuan menjaga ekstraksi sumber daya dan produksi limbah tetap dalam batas daya dukung planet. Dengan demikian, ekonomi sirkular menjadi kerangka penting dalam pengolahan limbah, termasuk limbah cair industri, menjadi produk bernilai tambah seperti pupuk daun dan pupuk buah.

Benefit-Cost Ratio (B/C Ratio) merupakan salah satu metode penilaian kelayakan investasi yang digunakan untuk membandingkan total nilai manfaat (*benefit*) terhadap total biaya (*cost*) dari suatu proyek. Metode ini menunjukkan seberapa besar keuntungan yang diperoleh dari setiap satu satuan biaya yang dikeluarkan. Rumus umum *B/C Ratio* adalah:

$$B/C \text{ Ratio} = \frac{\text{Total Benefit (PV)}}{\text{Total Cost (PV)}} \quad (1)$$

di mana PV adalah *Present Value* dari manfaat dan biaya. Jika nilai *B/C Ratio* lebih besar dari 1 ($B/C > 1$), maka proyek dinyatakan layak secara ekonomi dan memberikan nilai tambah (Gittinger, 1982; Haron & Azlan, 2020).

Payback Period (PP) adalah metode evaluasi investasi yang menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan nilai investasi awal melalui arus kas bersih (*net cash inflow*). Metode ini digunakan secara luas karena kesederhanaannya, terutama dalam proyek-proyek dengan risiko tinggi. Rumus dasar *Payback Period* jika arus kas tiap tahun sama adalah:

$$PP = \frac{\text{Investasi Awal}}{\text{Cash Inflow Tahunan}} \quad (2)$$

Jika arus kas tidak tetap, maka waktu pengembalian dihitung secara kumulatif hingga total arus kas masuk menyamai investasi awal. *Payback* yang lebih cepat menunjukkan tingkat risiko yang lebih rendah (Ross et al., 2016; Hidayat & Yuliana, 2022).

Break-Even Point (BEP) adalah titik impas di mana total pendapatan sama dengan total biaya, sehingga perusahaan tidak memperoleh keuntungan maupun mengalami kerugian. BEP penting untuk mengetahui batas minimum volume penjualan agar usaha tidak rugi. Rumus BEP dalam unit adalah:

$$BEP \text{ (unit)} = \frac{\text{Biaya Tetap}}{\text{Harga Jual per Unit} - \text{Biaya Variabel per Unit}} \quad (3)$$

Sedangkan dalam nilai rupiah:

$$BEP \text{ (Rp)} = BEP \text{ (unit)} \times \text{Harga Jual per Unit} \quad (4)$$

BEP membantu perusahaan menentukan titik aman produksi dan strategi penetapan harga (Horngren et al., 2015; Nugroho & Suryani, 2020).

Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan perkembangan signifikan dalam penerapan konsep *green manufacturing* dan *circular economy* (CE), khususnya dalam konteks UMKM dan pengelolaan limbah. Studi Thopte et al. (2025) memperkenalkan konsep *Regenerative Business Practices* yang mendorong UMKM menuju CE *net-positive*, sementara Lampinen et al. (2025) menekankan pentingnya faktor sosio-kultural dalam membentuk ekosistem industri CE secara regional. Pendekatan praktis juga tampak dalam *roadmap* CE untuk negara kepulauan Afrika dan Samudra Hindia (Montocchio et al., 2025) serta pemanfaatan limbah kulit pisang oleh UMKM (Putri et al., 2022) untuk menghasilkan pupuk organik ramah lingkungan. Implementasi CE berbasis kearifan lokal juga terlihat pada masyarakat Baduy (Hidayatullah & Purwanto, 2024), yang secara alami telah menjalankan prinsip berkelanjutan. Studi lainnya menyoroti potensi CE dalam model bisnis hijau (Susilo et al., 2023), inovasi daur ulang bata plastik (Tanuwijaya et al., 2020), dan pengolahan limbah tahu menjadi produk baru (Yulistika et al., 2021). Di tingkat komunitas, model dinamik pengelolaan sampah desa (Sapanli et al., 2023) dan penguatan ekonomi nelayan melalui pemanfaatan limbah (Thirafi et al., 2023) memperkuat penerapan CE secara inklusif. Peran teknologi juga penting, seperti digitalisasi sistem bank sampah (Palahudin et al., 2024) dan desain aplikasi *food waste recycling* (Shirley, 2024). Sementara itu, kendala kolaborasi dalam pengelolaan sampah industri (Janah et al., 2025) menunjukkan bahwa *governance* menjadi faktor penentu keberhasilan CE. Kajian *supply chain* (Nindiya & Kusumastuti, 2024) dan pengaruh *eco-innovation* serta sustainable manufacturing (Lubis & Faridy, 2024) memperlihatkan bagaimana desain rantai pasokan dan manufaktur hijau dapat memperkuat CE, meski kontribusi variabelnya masih terbatas. Potensi CE juga tercermin dalam nilai ekonomi daur ulang limbah di Toba (Otivriyanti et al., 2023), meskipun masih terdapat tantangan keekonomian seperti pada pengolahan limbah popok bayi (Purwati et al., 2023). Secara keseluruhan, hasil studi ini menegaskan bahwa transformasi menuju *green manufacturing* memerlukan pendekatan kolaboratif, inovatif, serta integrasi teknologi dan budaya lokal agar transisi ke ekonomi sirkular dapat berjalan efektif dan berkelanjutan.

C. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kuantitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus yang dilakukan di PT. ABC, perusahaan pengolah *Monosodium Glutamate* (MSG), untuk mengevaluasi kelayakan finansial pengolahan limbah cair menjadi pupuk daun dan pupuk buah berbasis konsep ekonomi sirkular. Data yang digunakan meliputi data primer berupa observasi proses dan wawancara dengan pihak teknis dan keuangan, serta data sekunder seperti laporan produksi, harga jual pupuk, dan laporan keuangan tahun fiskal 2025 (periode April-Mei). Analisis kelayakan dilakukan menggunakan tiga metode utama, yaitu *Benefit-Cost Ratio* (B/C Ratio), *Payback Period* (PP), dan *Break-Even Point* (BEP). B/C Ratio digunakan untuk membandingkan nilai manfaat dan biaya proyek. *Payback Period* menghitung jangka waktu pengembalian investasi awal berdasarkan arus kas masuk. Sementara itu, BEP digunakan untuk menentukan titik impas produksi dan nilai penjualan minimum agar usaha tidak mengalami kerugian. Suatu proyek dinyatakan layak jika B/C Ratio > 1, waktu pengembalian investasi wajar, dan BEP dapat dicapai dalam kapasitas produksi yang tersedia. Penelitian ini mengintegrasikan prinsip ekonomi sirkular 9R dalam pemanfaatan limbah organik sebagai bahan baku pupuk cair guna mendukung efisiensi produksi pertanian dan pengembangan industri pupuk berkelanjutan.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Akumulasi Tahun Fiskal 2025 (April dan Mei 2025, atau Data 2 Bulan)

Tabel 1. Data Jumlah Produksi, *Cost* dan Harga Jual

Items	Pupuk Daun	Pupuk Buah
Produksi (L)	2208	850
VC Bulk (Rp/L)	3657	10989
VC Pack (Rp/L)	5706	6049
FC Bulk (Rp Total)	66235	
FC Pack (Rp Total)	57599	
Harga Jual (Rp/L)	40000	40000

Sumber : Data PT. ABC, 2025

Benefit-Cost Ratio (B/C Ratio)

Tabel 2. Perhitungan *Benefit-Cost Ratio*

Items	Pupuk Daun	Pupuk Buah
Produksi (L)	2208	850
VC Bulk (Rp/L)	3657	10989
VC Pack (Rp/L)	5706	6049
FC Bulk (Rp/L)	22	22
FC Pack (Rp/L)	19	19
TC (Rp/L)	9404	17078
Harga Jual (Rp/L)	40000	40000
B/C Ratio (%)	425%	234%

Sumber : Data Diolah Excel, 2025

Dari tabel di atas, *Benefit-Cost Ratio*:

- Pupuk Daun sebesar 425% → *Feasible* (target perusahaan minimal 100%)
- Pupuk Buah sebesar 234% → *Feasible* (target perusahaan minimal 100%).

Payback Period (Dengan Membeli Mesin Pengemasan seharga 500 Juta Rupiah)

Tabel 3. Perhitungan *Payback Period*

Items	2024	2025
Est. Qty Pupuk Daun (L)		13250
Est. Qty Pupuk Buah (L)		5100
Profit Pupuk Daun (Rp/Y)		405397000
Profit Pupuk Buah (Rp/Y)		116902200
Total Profit (Rp/Y)		522299200
Investasi Awal (Rp)	500000000	
PP (Tahun)		0,96
Atau PP (Bulan)		11,5

Sumber : Data Diolah Excel, 2025

Payback Period selama 0,96 tahun atau 11,5 bulan → *Feasible* (target perusahaan maksimal 5 tahun).

Break-Even Point (BEP)

Tabel 4. Perhitungan *Break-Even Point* dalam Qty

Items	Pupuk Daun	Pupuk Buah	Total
Produksi (L)	2208	850	3058
VC Bulk (Rp/L)	3657	10989	14646
VC Pack (Rp/L)	5706	6049	11755
VC Total (Rp/L)	9363	17038	

FC Bulk (Rp Tiap SKU)	47824	18411	66235
FC Pack (Rp Tiap SKU)	41589	16010	57599
FC Total (Rp Tiap SKU)	89413	34421	
Harga Jual (Rp/L)	40000	40000	

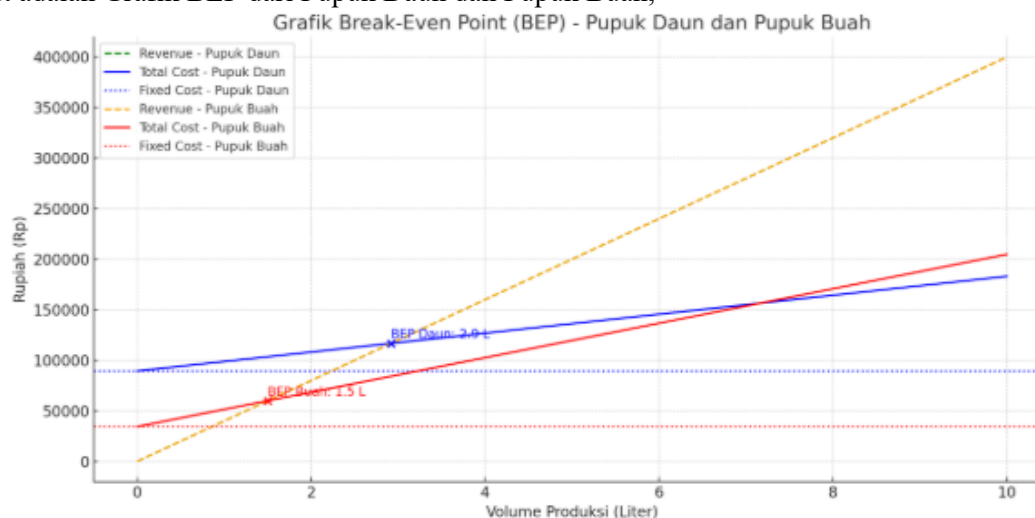
Sumber : Data Diolah Excel, 2025

$$\begin{aligned} \text{Qty BEP} &= \text{FC} / (\text{P} - \text{VC}) \\ \text{Qty BEP Pupuk Daun} &= 89413 / (40000 - 9363) = 3 \text{ L} \\ \text{Qty BEP Pupuk Buah} &= 34421 / (40000 - 17038) = 2 \text{ L} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, *Break-Even Point* (BEP) dalam *Qty* adalah:

- Pupuk Daun minimal 3 L → *Feasible* (produksi 2208 L)
- Pupuk Buah minimal 2 L → *Feasible* (produksi 850 L).

Berikut adalah Grafik BEP dari Pupuk Daun dan Pupuk Buah,



Sumber : Data Diolah, 2025

Gambar 1. Grafik BEP

Penjelasan Grafik BEP di atas,

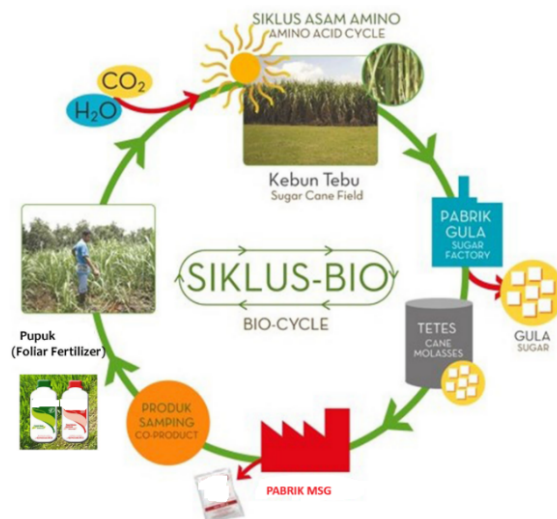
Pupuk Daun:

- Garis Hijau Putus-putus: Pendapatan (*Revenue*) = $\text{Rp } 40000 \times \text{Qty}$
- Garis Biru Penuh: Total Biaya (*Fixed + Variable*)
- Garis Biru Titik-titik: Biaya Tetap (FC = Rp 89413)
- Titik BEP: Sekitar 2,9 liter (dibulatkan 3 liter), ditandai titik potong antara pendapatan dan total biaya.
- BEP dalam Rupiah untuk Pupuk Daun Sebesar = $\text{Rp } 40000 \times 2,9 = \text{Rp } 116.000$

Pupuk Buah:

- Garis Oranye Putus-putus: Pendapatan (*Revenue*) = $\text{Rp } 40000 \times \text{Qty}$
- Garis Merah Penuh: Total Biaya (*Fixed + Variable*)
- Garis Merah Titik-titik: Biaya Tetap (FC = Rp 34421)
- Titik BEP: Sekitar 1,5 liter (dibulatkan 2 liter), juga ditandai titik potong antara pendapatan dan total biaya.
- BEP dalam Rupiah untuk Pupuk Buah Sebesar = $\text{Rp } 40000 \times 1,5 = \text{Rp } 60.000$

Berikut adalah Gambar Siklus Bio pada ekonomi sirkuler dari Pupuk Daun dan Pupuk Buah:



Sumber : PT. ABC, 2025

Gambar 2. Siklus Bio pada Ekonomi Sirkuler Limbah MSG menjadi Produk Pupuk Cair

Dengan demikian, ekonomi sirkular menjadi kerangka penting dalam pengolahan limbah, termasuk limbah cair industri, menjadi produk bernilai tambah seperti pupuk daun dan pupuk buah.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan konsep ekonomi sirkular dalam pengolahan limbah cair industri *Monosodium Glutamate* (MSG) menjadi pupuk daun dan pupuk buah merupakan pendekatan yang layak dari segi lingkungan maupun ekonomi. Nilai *Benefit-Cost Ratio* (B/C Ratio) dari produksi pupuk daun tercatat sebesar 425% dan pupuk buah sebesar 234%, yang jauh melebihi ambang batas kelayakan minimal sebesar 100%. Waktu pengembalian modal (*Payback Period*) hanya selama 0,96 tahun atau sekitar 11,5 bulan, menunjukkan efisiensi investasi yang tinggi. Analisis *Break-Even Point* (BEP) juga menunjukkan hasil yang sangat feasible, dengan kuantitas BEP minimum hanya 3 liter untuk pupuk daun dan 2 liter untuk pupuk buah, serta nilai BEP masing-masing sebesar Rp 116.000 dan Rp 60.000. Hasil ini mempertegas bahwa pendekatan ekonomi sirkular dapat menjadi kerangka penting dalam pengolahan limbah cair industri menjadi produk bernilai tambah, sekaligus mendukung transisi menuju industri pupuk yang berkelanjutan di Indonesia.

Disarankan agar kegiatan pengolahan limbah cair menjadi pupuk daun dan pupuk buah dilanjutkan dan dikembangkan, karena terbukti memberikan keuntungan dari sisi ekonomi sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappenas, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, & UNDP Indonesia. (2022). Kajian Penerapan Circular Economy di Indonesia: Strategi 9R Menuju Ekonomi Rendah Karbon dan Berkelanjutan.
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change.
- Hidayatullah, R. S., & Purwanto, I. (2024). Implementasi ekonomi sirkular pada kegiatan ekonomi berbasis kearifan lokal pikukuh masyarakat Baduy. *Al Qalam: Jurnal Ilmiah Keagamaan dan Kemasyarakatan*, 18(3), 1736–1755. <https://doi.org/10.35931/aq.v18i3.3484>
- Janah, S., Darmawan, Z. D., Ningrum, M. A., & Dewi, M. P. (2025). Collaborative governance dalam pelaksanaan program pengelolaan sampah plastik berbasis ekonomi sirkular di Industri Pengelolaan Sampah Terpadu Atasi Sampah Mandiri (IPST ASARI). *Bureaucracy Journal: Indonesia Journal of Law and Social Political Governance*, 5(1), 65–81. <https://doi.org/10.53363/bureau.v5i1.507>

- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Kristianto, Y., Setyaningsih, S., & Putri, R. (2021). Circular Economy: Strategi Pengelolaan Limbah dalam Rantai Pasok Berkelanjutan. *Jurnal Teknik Industri Indonesia*, 20(1), 15–24.
- Lampinen, M., Lehtimäki, H., & Mielonen, N. (2025). Catalyzing the circular economy: Socio cultural and spatial trajectories in industrial ecosystems. *Journal of Circular Economy*, 2(2). <https://doi.org/10.55845/BHLO9795>
- Lubis, N., & Faridy, N. F. (2024). Implementasi eco-innovation dan sustainable manufacturing terhadap pertumbuhan ekonomi sirkular UMKM di Kota Langsa. *Jurnal Bisnis dan Kewirausahaan*, 20(2), 92–100. <https://doi.org/10.31940/jbk.v20i2.92-100>
- Montocchio, C., March, A., Brokensha, R., Andriamahefazafy, M., Schuman, C., Failler, P., & Yuan, H. (2025). A circular economy roadmap for African and Indian Ocean developing island states. *Circular Economy*, 4, Article 100143. <https://doi.org/10.1016/j.cec.2025.100143>
- Nindiya, T. M., & Kusumastuti, R. D. (2024). Supply Chain Analysis Study: Pengaruh rantai pasokan terhadap kapabilitas ekonomi sirkular Indonesia. *Journal of Entrepreneurial Economic (JANE)*, 1(2), 77–89. <https://doi.org/10.61511/jane.v1i2.2024.1006>
- Oktivriyanti, G., Tilottama, R. D., Meilani, S. S., Fani, A. M., & Purwanta, W. (2023). Kajian strategi pengurangan sampah dan potensi penerapan ekonomi sirkuler pada pengelolaan sampah di Kabupaten Toba, Sumatera Utara. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2), 220–227. <https://doi.org/10.55981/jtl.2023.653>
- Palahudin, P., Awa, A., Asmin, E. A., Alam, S., Faujiah, S. N., Fadilah, S. N., & Agustin, A. (2024). Sistem manajemen bank sampah: Peran bank sampah sebagai solusi berkelanjutan bagi ekonomi sirkular. *Archive: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 146–155. <https://doi.org/10.55506/arch.v4i1.145>
- Purba, B., Kaban, N. S. B., Hutahaean, R. P. L., Zandroto, T. R., & Dirham, I. N. (2024). Konsep ekonomi sirkular model circular bisnis circular dan ekonomi karbon sirkular. *Economic Reviews Journal*, 3(3), 2029–2034. <https://doi.org/10.56709/mrj.v3i3.305>
- Purwati, S., Oktyajati, N., & Bila, I. S. (2023). Potensi implementasi ekonomi sirkular dalam pengolahan limbah popok bayi. *UNISTEK: Jurnal Teknik, Pendidikan, dan Aplikasi Industri*, 10(2), 144–152. Retrieved from <http://ejournal.unis.ac.id/index.php/UNISTEK/article/view/3923>
- Putri, A., Purisky Redaputri, A., & Rinova, D. (2022). Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai pupuk menuju ekonomi sirkular (UMKM olahan pisang di Indonesia). *Jurnal Pengabdian UMKM*, 1(2), 104–109. <https://doi.org/10.36448/jpu.v1i2.20>
- Sapanli, K., Putro, F. A. D., Arifin, S. D., Putra, A. H., Andamari, H. A., & Anggraini, U. (2023). Pengelolaan sampah rumah tangga berbasis circular economy di tingkat desa: Pendekatan sistem dinamik. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 11(2), 141–155. <https://doi.org/10.14710/jwl.11.2.141-155>
- Shirley, S. E. (2024). Perancangan purwarupa mobile app pemanfaatan food waste untuk mendorong ekonomi sirkular sebagai solusi pangan. *Insight: Jurnal Teknologi*, 6(1), 384. <https://doi.org/10.37823/insight.v6i1.384>
- Suárez-Eiroa, B., Fernández, E., Méndez-Martínez, G., & Soto-Oñate, D. (2024). Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. *Journal of Industrial Ecology*, 28(1), 12–27. <https://doi.org/10.1111/jiec.13456>
- Susilo, R. F. N., Darmawan, A. J., & Putri, Y. H. (2023). Konsep ekonomi sirkular dalam model bisnis berkelanjutan untuk membangun gaya hidup hijau masyarakat Indonesia. *Jurnal IMAGINE*, 3(1), 41–49. <https://doi.org/10.35886/imagine.v3i1.520>

- Tanuwijaya, E., Pirdo Kasih, T., & Susanto, R. (2020). Implementasi ekonomi sirkular melalui studi kelayakan pembuatan bata limbah plastik. *Syntax Literate*, 7(11), 1–12. <https://doi.org/10.36418/syntaxliterate.v7i11.12000>
- Thirafi, L., Akbarsyah, N., & Fauzan, F. (2023). Sosialisasi dan penggalan potensi penerapan ekonomi sirkular dalam upaya meningkatkan pendapatan nelayan Bojong Salawe Kabupaten Pangandaran. *Jurnal ABDINUS: Jurnal Pengabdian Nusantara*, 7(3), 785–794. <https://doi.org/10.29407/ja.v7i3.20106>
- Thopte, I., Evangelista, A., Jenner, R., & Poldner, K. (2025). Regenerative business practices: Supporting micro, small and medium enterprises' transition to a net positive circular economy. *Journal of Circular Economy*, 3(1). <https://doi.org/10.55845/GQBD2542>
- Velenturf, A. P. M., Purnell, P., & Jensen, P. D. (2024). Circular economy and sustainability: Not just resource efficiency but a wider transformation. *Journal of Cleaner Production*, 438, 140420. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140420>
- Yulistika, E., Suprihatin, S., & Purwoko, P. (2023). Potensi penerapan konsep ekonomi sirkular untuk pengembangan industri tahu yang berkelanjutan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 33(3), 254–266. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2023.33.3.254>