TRIGONOMETRI
ISSN 3030-8496

Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 8 No 1 Tahun 2025
Prefix DOI : 10.3483/trigonometri.v1i1.800

TINJAUAN LITERATUR: PENGEMBANGAN KEMASAN RAMAH LINGKUNGAN DALAM INDUSTRI KOSMETIK

Vania Salsabilla
Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman.

Email: vania.salsabilla@mhs.unsoed.ac.id

Abstrak: Tinjauan ini mengintegrasikan penelitian tentang perkembangan industri kosmetik dengan penekanan pada desain kemasan ramah lingkungan, yang bertujuan untuk memenuhi tantangan lingkungan dan permintaan konsumen akan solusi berkelanjutan. Tinjauan ini bertujuan untuk menyoroti material berkelanjutan dan strategi desain ramah lingkungan. Penelitian ini akan menilai integrasi penilaian siklus hidup (LCA) dan ekonomi sirkular, menganalisis pengaruh perilaku konsumen, menilai kerangka peraturan, dan mengidentifikasi tantangan dalam menerapkan kemasan ramah lingkungan. Analisis sistematis terhadap studi yang mencakup Eropa, Asia, dan Amerika dilakukan menggunakan metodologi empiris, kualitatif, dan LCA untuk memetakan inovasi dan dinamika pasar. Temuan menunjukkan bahwa material yang dapat terurai secara hayati dan berbasis bio dapat meningkatkan kinerja lingkungan tetapi menghadapi tantangan terkait biaya dan kompatibilitas. Alat penilaian siklus hidup memungkinkan pengurangan dampak yang terfokus tetapi dibatasi oleh kendala geografis dan cakupan. Penerimaan konsumen dipengaruhi secara positif oleh kesadaran lingkungan tetapi terhambat oleh sensitivitas harga dan pengetahuan yang dirasakan. Kerangka peraturan mendorong kepatuhan tetapi bervariasi secara global dan memerlukan keselarasan dengan insentif inovasi. Dimensi-dimensi ini secara kolektif menekankan kompleksitas dalam memajukan kemasan berkelanjutan di sektor kosmetik. Integrasi material inovatif, keterlibatan konsumen, kepatuhan terhadap regulasi, dan prinsip ekonomi sirkular sangat penting untuk implementasi desain ramah lingkungan yang efektif. Tinjauan ini menekankan pentingnya pendekatan multidisiplin yang lebih komprehensif untuk mengatasi hambatan ekonomi dan sosial. Tujuannya adalah untuk memberikan informasi bagi penelitian di masa mendatang dan membimbing para pemangku kepentingan industri menuju solusi pengemasan yang dapat diterapkan secara luas dan bertanggung jawab terhadap lingkungan.
Kata Kunci: Inovasi material; kosmetik; kemasan; ramah lingkungan kemasan

Article History
Received: Desember 2025
Reviewed: Desember 2025
Published: Desember 2025

Plagirism Checker No 726
Prefix DOI : 10.8734/trigonometri.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Tashdiq

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

TRIGONOMETRI
ISSN 3030-8496

Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 1 No 2 Tahun 2024.
Prefix DOI : 10.3483/trigonometri.v1i1.800

Abstract: *This review integrates research on the development of the cosmetics industry with an emphasis on eco-friendly packaging design, aiming to meet environmental challenges and consumer demand for sustainable solutions. The review aims to highlight sustainable materials and eco-friendly design strategies. The research will assess life cycle assessment (LCA) and circular economy integration, analyze the influence of consumer behavior, assess the regulatory framework, and identify challenges in implementing eco-friendly packaging. A systematic analysis of studies spanning Europe, Asia, and the Americas was conducted using empirical, qualitative, and LCA methodologies to map innovation and market dynamics. Findings indicate that biodegradable and bio-based materials can improve environmental performance but face challenges related to cost and compatibility. Life cycle assessment tools enable focused impact reduction but are limited by geographic and scope constraints. Consumer acceptance is positively influenced by environmental awareness but hampered by price sensitivity and perceived knowledge. Regulatory frameworks encourage compliance but vary globally and require alignment with innovation incentives. These dimensions collectively emphasize the complexity of advancing sustainable packaging in the cosmetics sector. The integration of innovative materials, consumer engagement, regulatory compliance, and circular economy principles are critical to the effective implementation of eco-friendly design. This review emphasizes the importance of a more comprehensive, multidisciplinary approach to addressing economic and social barriers. The goal is to inform future research and guide industry stakeholders toward widely applicable and environmentally responsible packaging solutions.*

Keywords: *Material innovation; packaging; cosmetic; eco-friendly*

PENDAHULUAN

Abad ke-20 menandai era perluasan yang pesat dan kemajuan ilmiah, ditunjukkan dengan munculnya perusahaan-perusahaan ternama seperti Estée Lauder, L'Oréal, dan Shiseido, yang menjadi peneroka dalam penelitian, pengembangan, dan pemasaran kosmetik (Rico et al., 2024). Dalam beberapa dekade terakhir, Industri kosmetik mengimplementasikan penerapan – penerapan berkelanjutan, salah satunya dengan pengembangan kemasan produk kosmetik yang telah menjadi pembahasan penting lantaran melonjaknya keinginan konsumen akan alternatif kemasan produk yang ramah lingkungan. Tekanan ini memaksa perusahaan kosmetik untuk meningkatkan keberlanjutan lingkungan mereka melalui strategi peningkatan kemasan baru yang memberikan kontribusi signifikan terhadap dampak lingkungan, khususnya limbah (Scope et al., 2024). Berbagai isu keberlanjutan dapat diatasi sejak awal pada fase perancangan produk baru melalui penerapan desain yang ramah lingkungan (L'Haridon et al., 2023).

TRIGONOMETRI
ISSN 3030-8496
Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 1 No 2 Tahun 2024.
Prefix DOI : 10.3483/trigonometri.v1i1.800

Kemasan berkelanjutan didefinisikan sebagai kemasan yang mengurangi dampak lingkungan sepanjang siklus hidupnya dengan menggunakan bahan yang dapat diperbarui, didaur ulang, atau dapat terurai secara alami, seraya tetap menjaga integritas produk dan daya tarik bagi konsumen (Kaestner et al., 2023). Di sisi lain, meskipun terdapat keterbatasan, industri kosmetik selalu merangkul ide-ide baru untuk mengembangkan desain produk yang ramah lingkungan. Sangat penting untuk memiliki pendekatan komprehensif yang mempertimbangkan estetika, fungsionalitas, dan lingkungan. Hal ini akan menyebabkan kemasan mengarah pada desain yang sulit untuk didaur ulang atau digunakan kembali (Klein et al., 2025).

Penelitian terbaru mengungkapkan adanya kesenjangan pengetahuan mengenai integrasi efektif bahan yang dapat terurai secara hayati dan berbasis hayati, penerimaan konsumen terhadap kemasan berkelanjutan, dan kerangka peraturan yang mengatur transisi ini (Mifsud, 2023). Dalam hal fase konsumsi, penggunaan kembali, pengubahan fungsi, atau pengubahan fungsi kemasan yang telah digunakan sebelumnya lebih disukai daripada pengubahan fungsi kemasan pada saat pembelian akhir. Terakhir, perusahaan perlu mempertimbangkan jejak karbon dari berbagai metode distribusi (Martins & Marto, 2023). Penelitian menyoroti penggunaan bioplastik dan material lain yang terbuat dari limbah pertanian dimana memiliki potensi besar (Bogataj et al., 2023). Paradigma ini menyoroti pentingnya persepsi dalam mendorong adopsi kemasan berkelanjutan, dan menggabungkan inovasi material dan pendekatan desain dengan faktor regulasi dan pasar (Putri et al., 2025).

Studi ini memberikan tinjauan pustaka komprehensif tentang topik inovasi dalam kosmetik, dengan mengidentifikasi kesenjangan dalam literatur yang ada, khususnya terkait dengan penerapan prinsip-prinsip desain ramah lingkungan pada produk kosmetik. Tinjauan ini juga memberikan kerangka kerja konseptual untuk membantu UMKM dalam bertransisi ke model bisnis baru dengan menggunakan desain produk kosmetik ramah lingkungan sebagai strategi diferensiasi dan respons terhadap perubahan lingkungan pasar (Damarani et al., 2025). Beberapa artikel dan ulasan telah menguraikan perkembangan dan penggunaan metodologi *literature review* di bidang kosmetik. Meninjau artikel dari basis data Google Scholar dan Publish or Perish, dan memilih yang relevan guna memenuhi kriteria yang diperlukan. Pencarian ini menggunakan istilah "*ecodesign*", "*packaging*", dan "*cosmetics*". Kemudian kata kunci ini dapat diperluas untuk mempersempit pencarian menjadi subjudul tertentu. Pencarian mencakup artikel jurnal yang ditulis dalam bahasa Inggris, dan diterbitkan antara tahun 2019 sampai dengan 2025.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi tentang kemasan berkelanjutan dalam produk kosmetik telah berkembang dari pemahaman awal tentang dampak lingkungan dan kebutuhan akan material ramah lingkungan menjadi pendekatan yang lebih kompleks yang mencakup penilaian siklus hidup, kerangka peraturan, perilaku konsumen, dan strategi ekonomi sirkular (Scope et al., 2024). Studi-studi ini berfokus pada evaluasi dampak lingkungan dari kemasan konvensional dan eksplorasi alternatif yang dapat terurai secara hayati (Ryu et al., 2023). Seiring waktu, penelitian telah berkembang untuk membahas penerimaan konsumen, desain inovatif, dan integrasi ke dalam strategi dan kebijakan perusahaan. Karya terbaru menyoroti kemajuan

TRIGONOMETRI
ISSN 3030-8496
Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 1 No 2 Tahun 2024.
Prefix DOI : 10.3483/trigonometri.v1i1.800

teknologi, aplikasi ekonomi sirkular, dan metrik keberlanjutan multidimensional sebagai panduan untuk pengembangan kemasan kosmetik di masa depan (Lu, 2025).

Kemasan berkelanjutan dalam produk kosmetik merupakan area yang kompleks, melibatkan inovasi material, perilaku konsumen, pengaruh regulasi, serta integrasi ekonomi sirkular. Penelitian mayoritas terfokus pada material biodegradable dan berbasis bio sebagai alternatif (Bogataj et al., 2023). Plastik konvensional memiliki manfaat lingkungan, tantangan kinerja, dan pertimbangan ekonomi yang harus diperhatikan. Persepsi konsumen dan faktor perilaku sangat penting dalam adopsi kemasan berkelanjutan, sementara kerangka peraturan dan penilaian siklus hidup memandu praktik dan inovasi industri (Mifsud, 2023). Topik yang dibahas meliputi penerapan prinsip ekonomi sirkular, kemajuan teknologi dalam desain kemasan, dan keseimbangan antara kebutuhan estetika, fungsional, dan ekologis.

A. Bahan-Bahan Berkelanjutan dan Inovasi dalam Kemasan Kosmetik

Penelitian ekstensif sedang mengeksplorasi material berbasis bio, mudah terurai secara hayati, dan material komposit seperti asam polilaktat, serat limbah jeruk, dan bioplastik untuk mengurangi dampak lingkungan sekaligus mempertahankan sifat fungsional dan estetika. Kemajuan teknologi mengatasi tantangan kompatibilitas material, kinerja mekanik, dan biaya, mendorong industri kosmetik menuju solusi pengemasan yang ramah lingkungan (Saha et al., 2020).

B. Persepsi, Perilaku, dan Penerimaan Konsumen terhadap Kemasan Berkelanjutan

Kesadaran lingkungan, sensitivitas harga, kepercayaan merek, dan penerimaan kemasan isi ulang memengaruhi kesediaan konsumen untuk membeli kosmetik ramah lingkungan. Menyoroti tantangan dan pendorong perubahan kebiasaan konsumen menuju kosmetik ramah lingkungan (Prakash et al., 2024).

C. Kerangka Regulasi dan Penilaian Dampak Lingkungan

Ulasan dan studi kasus menekankan pentingnya regulasi UE dan global yang mengatur kosmetik, seperti daya daur ulang, kimia keamanan, dan standard pelabelan. Silaian siklus hidup quantifies environmental impact from materials and design choices, forming an environmental strategy (Ren et al., 2022).

D. Ekonomi Sirkular dan Strategi Desain Berkelanjutan

Integrasi prinsip ekonomi sirkular ditekankan melalui strategi seperti penggunaan kembali, daur ulang, dan pemanfaatan sumber daya. Penelitian ini mengungkapkan tantangan dalam kemasan kosmetik yang berkaitan dengan persyaratan fungsional dan higienis, sekaligus mengidentifikasi peluang untuk mengubah limbah pertanian menjadi produk bernilai dan mengadopsi model bisnis sirkular (Simboli et al., 2024).

Literatur menunjukkan bahwa sebagian besar topik sepakat bahwa inovasi material, edukasi konsumen, kepatuhan terhadap regulasi, dan prinsip-prinsip ekonomi tertentu penting untuk kosmetik. Material yang dapat terurai secara hayati direkomendasikan oleh sebagian peneliti sebagai solusi dan mengakui kendala saat ini dalam hal tenaga kerja, biaya, dan pangsa pasar . Perilaku konsumen sering berubah, dengan faktor emosional, ekonomi, dan spiritual yang memengaruhi penerimaan di berbagai wilayah dan demografi. Regulasi dan integrasi ekonomi sirkular penting, tetapi implementasi dan dampaknya bervariasi, seiring perubahan konteks geopolitik dan industri.

TRIGONOMETRI
ISSN 3030-8496
Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 1 No 2 Tahun 2024.
Prefix DOI : 10.3483/trigonometri.v1i1.800

Dibandingkan dengan plastik konvensional, potensi material yang berasal dari bahan alami dan lingkungan, seperti PLA, komposit asam polilaktat, dan bioplastik, untuk mengurangi jumlah kelembapan di lingkungan menjadi semakin nyata (Bogataj et al., 2023). Bioplastik dikenal karena kemampuannya mengurangi dampak lingkungan sekaligus mempertahankan kinerja fungsional (Simboli et al., 2024), dianggap penting untuk mengurangi polusi plastik dengan beralih ke polimer berbasis hayati dan mudah terurai. Terdapat sejumlah besar orang yang menyatakan bahwa lingkungan tersebut lebih menguntungkan, meskipun biayanya lebih tinggi (Cinelli et al., 2019). Sedangkan aspek lainnya yang ditekankan adalah biaya dan tantangan produksi yang menghambat adopsi secara luas, dan kesiapan komposit ramah lingkungan untuk produksi massal (Dube & Dube, 2023). Perbedaan fokus eksperimen, baik pada skala laboratorium maupun industri, serta konteks produksi geografis dan persyaratan spesifik produk, menjelaskan variasi dalam kelayakan dan kinerja material.

Penelitian yang dilakukan oleh Morel et al., (2024) tentang bioplastik sebagai pengganti plastik tradisional mengkaji penerapan desain kemasan berkelanjutan di sektor makanan dan kosmetik, dengan menekankan pertimbangan lingkungan, ekonomi, dan regulasi. Temuan tersebut menyoroti strategi-strategi penting, termasuk inovasi material, kepatuhan terhadap regulasi, dan adaptasi pasar, dalam transisi dari kemasan berbasis minyak bumi tradisional ke alternatif bioplastik berkelanjutan. Industri telah mulai mengintegrasikan praktik pengemasan berkelanjutan melalui adopsi material yang dapat terurai secara hayati dan berbasis bio, bersamaan dengan implementasi strategi manajemen terstruktur untuk mengatasi tantangan produksi dan biaya.

Menurut Morel et al., (2024), strategi industri melibatkan penggunaan bahan yang dapat terurai secara hayati seperti PLA (asam polilaktat) dan PE (polietilen) berbasis bio, meningkatkan efisiensi rantai pasokan melalui prinsip ekonomi sirkular, dan mematuhi standar keberlanjutan global seperti EN 13432 dan CEN/TS 16137:2011. Studi ini menyoroti bahwa integrasi dukungan pemerintah melalui kerangka peraturan, dedikasi perusahaan terhadap inovasi, dan meningkatnya permintaan konsumen akan produk berkelanjutan sangat penting untuk mendorong adopsi kemasan bioplastik di sektor kosmetik dan makanan. Peraturan ini menetapkan kriteria eksplisit untuk kandungan berbasis bio dan kemampuan terurai secara hayati, memastikan bahwa produk aman dan ramah lingkungan, sekaligus memfasilitasi transisi cepat ke kemasan berkelanjutan melalui sertifikasi dan insentif.

Kerangka regulasi, khususnya di Uni Eropa, memainkan peran penting dalam memandu praktik pengemasan berkelanjutan dan memastikan standar keselamatan dan lingkungan (Schempp et al., 2023). Regulasi berperan sebagai pendorong utama bagi peningkatan dan inovasi di berbagai industri (Sproesser et al., 2024). Beberapa studi mencatat penegakan peraturan global yang tidak merata dan adanya kesenjangan, khususnya di pasar negara berkembang, yang membatasi dampak peraturan terhadap keberlanjutan kemasan (Ekananda & Sumendar, 2023)(Seo, 2023). Studi lain menekankan perlunya standar yang lebih jelas untuk material baru, seperti kemasan yang dapat dimakan atau dapat terurai secara hayati (Dini, 2024). Variasi regional dalam kematangan peraturan, kapasitas penegakan hukum, dan kesiapan industri menjelaskan perbedaan dampak dan kepatuhan terhadap standar keberlanjutan.

pengetahuan tentang kemasan kosmetik dengan mengintegrasikan ekonomi sirkular dan penilaian siklus hidup (LCA) sebagai kerangka kerja teoretis. Hal ini mendukung konsensus yang berkembang bahwa keseimbangan harus ada di seluruh siklus hidup produk, mulai dari pemilihan bahan baku hingga pengemasan akhir (Ren et al., 2022).

Artikel berjudul "SPOT: Metodologi dan Alat Berbasis Penilaian Siklus Hidup Strategis untuk Desain Ramah Lingkungan Produk Kosmetik" oleh L'Haridon et al., (2023) meneliti pentingnya penilaian lingkungan yang komprehensif dalam meningkatkan kinerja keberlanjutan melalui prinsip-prinsip desain ramah lingkungan. Studi ini mengkaji integrasi inovatif L'Oréal terhadap Penilaian Siklus Hidup (LCA) ke dalam pengembangan produk kosmetik skala besar, mengevaluasi pengaruh metodologi SPOT terhadap kinerja lingkungan di seluruh formulasi, pengemasan, manufaktur, dan distribusi. Hasilnya menunjukkan bahwa manajemen dan perencanaan yang terorganisir, didukung oleh tujuan perusahaan, indikator kinerja utama (KPI), dan insentif keuangan, memfasilitasi pergeseran menuju produk yang dirancang ramah lingkungan. Transisi ini mengatasi masalah lingkungan melalui penilaian berbasis batas planet dan meningkatkan kinerja keberlanjutan perusahaan dengan mencapai 97% produk yang dirancang ramah lingkungan pada tahun 2022, seraya mempertahankan kualitas dan inovasi.

Strategi ekonomi sirkular, termasuk penggunaan kembali, pengisian ulang, daur ulang, dan pemulihan sumber daya, sangat penting untuk mengembangkan kemasan kosmetik yang berkelanjutan. Terdapat kesepakatan bahwa Analisis Siklus Hidup (LCA) adalah metodologi yang berharga untuk menilai dampak lingkungan dan memandu desain ramah lingkungan dalam kemasan kosmetik, serta membantu mengidentifikasi titik kritis dan mengoptimalkan penggunaan material (Civancik-Uslu et al., 2019). Metodologi ini selaras dengan inisiatif industri seperti SPICE dan EcoBeautyScore, memfasilitasi peningkatan berkelanjutan dan kepatuhan terhadap kemajuan keberlanjutan terbaru. Studi ini menyoroti perlunya menggabungkan metodologi desain ramah lingkungan berbasis penilaian siklus hidup yang komprehensif dan strategi manajemen yang efektif dalam industri kosmetik untuk mencapai tujuan lingkungan dan menunjukkan bahwa transformasi berkelanjutan yang signifikan dimungkinkan di sektor kecantikan (L'Haridon et al., 2023).

Mengenai perlunya desain yang dapat didaur ulang dan keterlibatan konsumen untuk mencapai sistem tertutup (Lakhan & Ng, 2025), LCA memfasilitasi perbandingan dan pengambilan keputusan strategis serta semakin banyak diterapkan pada tingkat produk dan proses. Perbedaan pendapat mengenai tingkat implementasi telah diidentifikasi, dengan beberapa laporan menunjukkan adopsi praktik sirkular yang terbatas, hambatan teknologi, dan tantangan dalam penerimaan konsumen (Bossart, 2025). Terdapat studi telah dilakukan tentang efektivitas sistem pengisian ulang dan kesiapan industri untuk mengembangkan model sirkular (Kazançoğlu et al., 2024). Perbedaan dalam implementasi dan keberhasilan ekonomi sirkular dapat dikaitkan dengan variasi dalam kematangan teknologi, budaya konsumen, infrastruktur pasar, dan strategi

Variabilitas dalam indikator keberlanjutan, metode penilaian, dan definisi desain ramah lingkungan di berbagai studi menghambat perbandingan dan sintesis hasil, sehingga menimbulkan tantangan metodologis bagi pengembangan pengetahuan kumulatif dan penerapan praktis (Kazançoğlu et al., 2024). Penilaian siklus hidup yang komprehensif atau analisis dampak lingkungan jangka panjang

TRIGONOMETRI
ISSN 3030-8496
Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 1 No 2 Tahun 2024.
Prefix DOI : 10.3483/trigonometri.v1i1.800

membatasi pemahaman tentang manfaat dan pertimbangan keberlanjutan sepanjang masa pakai suatu produk. Perbedaan ini menghambat kemampuan untuk menilai secara komprehensif efektivitas desain berkelanjutan (Rathore et al., 2023). Beberapa studi kurang memahami secara mendalam interaksi kompleks antara kerangka peraturan, pendorong pasar, dan adopsi desain berkelanjutan, sehingga mengurangi relevansi praktis dan validitas eksternal temuan bagi pemangku kepentingan industri yang menghadapi faktor-faktor ini (Klein et al., 2025). Penelitian empiris yang terbatas tentang pemasaran, komunikasi, dan motivasi perilaku yang efektif untuk meningkatkan penerimaan dan partisipasi konsumen dalam inisiatif pengemasan berkelanjutan menghambat pemahaman tentang bagaimana mengatasi kesenjangan niat-perilaku dalam transisi ekonomi sirkular (Rainatto et al., 2024).

Penelitian tentang perkembangan industri kosmetik, yang berfokus pada desain kemasan ramah lingkungan, menunjukkan pendekatan multifaset yang mencakup inovasi material, perilaku konsumen, kerangka peraturan, dan metodologi penilaian siklus hidup (Klein et al., 2025). Kekuatan dari penelitian ini meliputi evaluasi komprehensif terhadap material yang dapat terurai secara hayati dan integrasi prinsip ekonomi sirkular, disertai dengan studi kasus terperinci untuk menunjukkan aplikasi praktis (Dube & Dube, 2023). Namun, keterbatasannya berasal dari bias regional, variabilitas dalam ketelitian metodologis, dan kesenjangan dalam penelitian penerimaan konsumen. Lebih lanjut, meskipun banyak penelitian menyoroti kemajuan teknologi, terdapat lebih sedikit penelitian komprehensif yang membahas dimensi ekonomi dan sosial dari adopsi kemasan berkelanjutan (Dos Anjos, 2024). Sintesis ini secara kritis mengkaji dimensi-dimensi tersebut untuk menyoroti keadaan pengetahuan saat ini dan mengidentifikasi area yang membutuhkan penelitian lebih lanjut.

Tabel 1. Analisis kekuatan dan kelemahan dalam setiap aspek

Aspek	Kekuatan	Kelemahan
Inovasi Material dan Biodegradabilitas	Penelitian mendalam yang mengeksplorasi material yang dapat terurai secara hayati dan berbasis bio, seperti asam polilaktat (PLA), komposit nanoselulosa, bioplastic, dan biokomposit dari limbah jeruk, telah menunjukkan peningkatan sifat mekanik dan efisiensi degradasi dibandingkan dengan plastik konvensional (Lu, 2025).	Meskipun sifat material yang menjanjikan, biaya tetap menjadi penghalang yang signifikan, dengan polimer yang dapat terurai secara hayati seringkali 40-53% lebih mahal daripada plastik konvensional (Mifsud, 2023). Beberapa penelitian hanya berfokus pada material tertentu tanpa analisis perbandingan yang lebih luas di berbagai jenis kemasan kosmetik (Cinelli et al., 2019).
Penilaian Siklus Hidup (LCA) dan Metodologi Desain Lingkungan	SPOT yang merupakan alat berbasis LCA memungkinkan penilaian dampak lingkungan yang lebih mendalam dengan menggabungkan berbagai indikator menjadi indeks	Penilaian siklus hidup (LCA) biasanya hanya mempertimbangkan wilayah geografis atau jenis produk tertentu, seperti wilayah DACH atau botol sampo (Okada et al., 2021), Hal ini dapat

TRIGONOMETRI
ISSN 3030-8496
Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 1 No 2 Tahun 2024.
Prefix DOI : 10.3483/trigonometri.v1i1.800

Aspek	Kekuatan	Kelemahan
	keinginan yang dapat ditindaklanjuti (L'Haridon et al., 2023). Menunjukkan efektivitas strategi desain ramah lingkungan dalam mengurangi jejak lingkungan dan menyelaraskan dengan prinsip-prinsip ekonomi sirkular (Civancik-Uslu et al., 2019).	mempersulit penarikan kesimpulan yang dapat ditindaklanjuti. Selain itu, LCA juga sulit dilakukan dalam skala besar, dan beberapa metodologi mungkin terlalu berfokus pada faktor sosial dan ekonomi, khususnya berfokus pada metrik lingkungan.
Kerangka Peraturan dan Standar Industri	Peraturan Uni Eropa (UE) dan peraturan terbaru yang sedang ditinjau memberikan konteks yang jelas untuk persyaratan kemasan berkelanjutan, menekankan pentingnya bahan daur ulang dan berbasis hayati untuk kepatuhan (Morel et al., 2024). Studi kasus industri menunjukkan adaptasi proaktif terhadap tekanan regulasi dan integrasi sertifikasi keberlanjutan (Dos Anjos, 2024).	Analisis regulasi tidak membahas secara mendalam mengenai perbedaan standar di seluruh dunia (Morel et al., 2024). Selain itu, kecepatan perubahan regulasi mungkin melampaui kemampuan industri untuk beradaptasi, terutama bagi perusahaan kecil, dan hubungan antara inovasi dan insentif inovasi belum sepenuhnya dijelaskan (Dos Anjos, 2024).

SIMPULAN

Tinjauan terkait pengembangan industri kosmetik, dengan fokus pada desain kemasan ramah lingkungan, mengungkapkan jalur yang dinamis dan beragam menuju keberlanjutan, yang dipengaruhi oleh inovasi material, perilaku konsumen, kerangka peraturan, integrasi penilaian siklus hidup, dan kecerdasan desain. Material yang dapat terurai secara hayati dan zat berbasis bio, seperti asam polilaktat, komposit nanoselulosa, dan biopolimer yang berasal dari limbah alami, telah menunjukkan profil lingkungan dan kinerja mekanik yang unggul dibandingkan dengan plastik konvensional. Namun demikian, biaya yang tinggi, tantangan dalam kompatibilitas dengan formulasi kosmetik tertentu, dan skalabilitas yang terbatas tetap menjadi hambatan signifikan untuk penggunaan yang meluas.

Pertumbuhan industri kosmetik disebabkan oleh inovasi dalam material dan desain, yang terintegrasi dengan preferensi konsumen dan regulasi. Untuk memastikan transisi yang lancar, penelitian di masa mendatang harus memperluas dimensi ekonomi dan sosial, melakukan studi konsumen di banyak bidang, dan meningkatkan komunikasi serta akuntabilitas. Tren ini akan membantu individu mencapai solusi yang bermakna untuk masalah lingkungan yang berdampak pada pasar dan regulasi, yang mengarah pada transformasi lebih lanjut dalam industri kosmetik.

TRIGONOMETRI
ISSN 3030-8496
Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Vol 1 No 2 Tahun 2024.
Prefix DOI : 10.3483/trigonometri.v1i1.800

REFERENSI

Bogataj, V. Ž., Fajs, P., Peñalva, C., & Tsatsos, G. (2023). Citrus waste fibres for natural cosmetic and bioplastic packaging. *Detritus*, *25*, 24–32. https://doi.org/10.31025/2611-4135/2023.18330

Bossart, M. (2025). Schönheit ohne Müll: die Zukunft der Kosmetikverpackung. *PACKaktuell*, *42*(2), 4–5. https://doi.org/10.51202/1664-6533-2025-2-004

Cinelli, P., Coltelli, M., Signori, F., Morganti, P., & Lazzeri, A. (2019). Cosmetic Packaging to Save the Environment: Future Perspectives. *Cosmetics*, *6*(2), 26. https://doi.org/10.3390/cosmetics6020026

Civancik-Uslu, D., Puig, R., Voigt, S., Walter, D., & Fullana-i-Palmer, P. (2019). Improving the production chain with LCA and eco-design: application to cosmetic packaging. *Resources, Conservation and Recycling*, *151*, 104475. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104475

Damarani, Z. N., Nurdianasari, R., & Maharani, S. (2025). Sustainable Innovation in Marketing: A Literature Review on Green Products and Design for Sustainability in a Manufacturing Cosmetic Company. *International Research Journal of Economics and Management Studies IRJEMS*, *4*(5), 148–154. https://doi.org/10.56472/25835238/IRJEMS-V4I5P120

Dini, I. (2024). "Edible Beauty": The Evolution of Environmentally Friendly Cosmetics and Packaging. *Antioxidants*, *13*(6), 742. https://doi.org/10.3390/antiox13060742

Dos Anjos, P. E. S. (2024). *Estratégias da indústria da beleza para implementação da economia circular* [Universidade de São Paulo. Escola Politécnica]. https://doi.org/10.11606/003218508

Dube, M., & Dube, S. (2023). Towards Sustainable Color Cosmetics Packaging. *Cosmetics*, *10*(5), 139. https://doi.org/10.3390/cosmetics10050139

Ekananda, B., & Sumendar, R. (2023). Higienitas dalam Kemasan Guna Ulang: Studi Kasus Startup Alner. *Journal Peqguruang: Conference Series*, *5*(2), 819. https://doi.org/10.35329/jp.v5i2.4862

Kaestner, L., Scope, C., Neumann, N., & Woelfel, C. (2023). Sustainable Circular Packaging Design: a Systematic Literature Review on Strategies and Applications in the Cosmetics Industry. *Proceedings of the Design Society*, *3*(JULY), 3265–3274. https://doi.org/10.1017/pds.2023.327

Kazançoğlu, İ., Köse, Ş. G., & Arslan, A. (2024). Drivers and Barriers Influencing Consumers' Intention to Purchase Cosmetics With Refillable Packaging. *Packaging Technology and Science*, *37*(6), 551–569. https://doi.org/10.1002/pts.2808

Klein, M., Oleynikova, A., Neumair, C., Tacker, M., & Apprich, S. (2025). Assessment of Sustainability Indicators for Cosmetic Product Packaging in the DACH Region. *Cosmetics*, *12*(2), 56. https://doi.org/10.3390/cosmetics12020056

L'Haridon, J., Patouillard, L., Pedneault, J., Boulay, A. M., Witte, F., Vargas-Gonzalez, M., Bonningue, P., Rollat, I., Blanchard, T., Goncalves, G., Hervio, A., & Gilbert, L. (2023). SPOT: A Strategic Life-Cycle-Assessment-Based Methodology and Tool for Cosmetic Product Eco-Design. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(19). https://doi.org/10.3390/su151914321

Lakhan, C., & Ng, K. (2025). *Consumer Attitudes Toward Refillable and Reusable Packaging: Bridging the Value-Action Gap*.

https://doi.org/10.31235/osf.io/48x5d_v1

Lu, X. (2025). Research on the Performance of Cosmetics Packaging Materials under the Background of Green Transformation. *Frontiers in Computing and Intelligent Systems*, *12*(1), 195–198. https://doi.org/10.54097/075k1560

Martins, A. M., & Marto, J. M. (2023). A sustainable life cycle for cosmetics: From design and development to post-use phase. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, *35*, 101178. https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101178

Mifsud, S. (2023). *Biodegradable polymers for cosmetic packaging: A technical and life cycle perspective*. 2015–2024. https://doi.org/10.21741/9781644902479-217

Morel, S., Mura, G., Gallarate, M., & Sapino, S. (2024). Cosmetic Packaging: European Regulatory Aspects and Sustainability. *Cosmetics*, *11*(4), 110. https://doi.org/10.3390/cosmetics11040110

Okada, T., Shibata, M., Sakata, Y., AtsushiNakajima, & Itsubo, N. (2021). Life cycle assessment (LCA) of the innovative eco-designed container for shampoo. *Cleaner and Responsible Consumption*, *3*, 100027. https://doi.org/10.1016/j.clrc.2021.100027

Prakash, G., Sharma, S., Kumar, A., & Luthra, S. (2024). Does the purchase intention of green consumers align with their zero-waste buying behaviour? An empirical study on a proactive approach towards embracing waste-free consumption. *Heliyon*, *10*(3), e25022. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25022

Putri, N. A. A., Hussein, A. S., & Ismail, T. (2025). Unpacking Consumer Behavioral Intentions in Sustainable Cosmetics: The Role of Green Brand Love and Trust. *Jurnal Ilmiah Manajemen Kesatuan*, *13*(5), 3351–3362. https://doi.org/10.37641/jimkes.v13i5.3665

Rainatto, G. M., Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Cardoso Machado, M., Chiappetta Jabbour, C. J., & Tiwari, S. (2024). How can companies better engage consumers in the transition towards circularity? Case studies on the role of the marketing mix and nudges. *Journal of Cleaner Production*, *434*, 139779. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139779

Rathore, S., Schuler, B., & Park, J. (2023). Life cycle assessment of multiple dispensing systems used for cosmetic product packaging. *Packaging Technology and Science*, *36*(7), 533–547. https://doi.org/10.1002/pts.2729

Ren, Z., Zhang, D., & Gao, Z. (2022). Sustainable Design Strategy of Cosmetic Packaging in China Based on Life Cycle Assessment. *Sustainability*, *14*(13), 8155. https://doi.org/10.3390/su14138155

Rico, F., Mazabel, A., Egurrola, G., Pulido, J., Barrios, N., Marquez, R., & García, J. (2024). Meta-Analysis and Analytical Methods in Cosmetics Formulation: A Review. *Cosmetics*, *11*(1). https://doi.org/10.3390/cosmetics11010001

Ryu, S. K., Kang, H. S., & Oh, J. Y. (2023). Development of Cosmetic Packaging for Cream Formulation with Easy Separation and Discharge. *KOREAN JOURNAL OF PACKAGING SCIENCE AND TECHNOLOGY*, *29*(2), 73–78. https://doi.org/10.20909/kopast.2023.29.2.73

Saha, T., Hoque, M. E., & Mahbub, T. (2020). Biopolymers for Sustainable Packaging in Food, Cosmetics, and Pharmaceuticals. In *Advanced Processing, Properties, and Applications of Starch and Other Bio-Based Polymers* (S. 197–214). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819661-8.00013-5

Schempp, C. M., Schwabe, K., Kurz, B., Niebel, D., & Becker-Weimann, S. Y.

(2023). Aspekte der Nachhaltigkeit in der topischen Therapie. *Die Dermatologie*, *74*(1), 21–26. https://doi.org/10.1007/s00105-022-05086-2

Scope, C., Neumann, N., Wölfel, C., & Kästner, L. (2024). *Circular Packaging in the Cosmetics Industry—A Systematic Review on Challenges and the Current State of Sustainable Strategies and Solutions* (S. 79–102). https://doi.org/10.1007/978-981-99-7532-7_5

Seo, R.-S. (2023). The Impact of ESG (Environmental, Social, and Governance) Factors and Eco-Friendly Trends on the Beauty Industry: A Big Data Analysis of the Past Year. *Journal of the Korean Society of Cosmetology*, *29*(6), 1378–1384. https://doi.org/10.52660/JKSC.2023.29.6.1378

Simboli, A., Sinibaldi, L., Taddeo, R., Rimano, M., Cutarella, L., & Casolani, V. (2024). Product Ecodesign: An Application of Bio-Based Materials in the Personal Care Packaging Industry. *Circular Economy and Sustainability*, *4*(4), 2427–2448. https://doi.org/10.1007/s43615-024-00383-5

Sproesser, G. R., Santos, L. N. dos, Cunha, L. R. S., Moraes, M. de L. Z., Costa, A. F. da, & Melara, J. F. T. (2024). Logística reversa e sustentabilidade de embalagens na indústria cosmética: um caminho para o futuro. *Revista de Gestão e Secretariado*, *15*(11), e4483. https://doi.org/10.7769/gesec.v15i11.4483