DOI: https://doi.org/10.71312/mrbest.v5i1.805
ISSN: 2987-1875

No Artikel #805
Halaman : 13-26

MRBEST

Media Riset
Bisnis Ekonomi Sains dan Terapan

ANALISIS PERBAIKAN DESAIN KEMASAN PRODUK UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENYIMPANAN DAN DISTRIBUSI

Gyas Khairan[1], Fadhlan Tajudin Ramadhan[2], Naela Soraya[3], Lisana Tartila[4]
Universitas Muhammadiyah Jakarta

[1] anjinurgilang123@gmail.com
[2] fadlantr02@gmail.com
[3] nelasoraya4@gmail.com
[4] lisanatartila.org@gmail.com

Informasi artikel
Diterima :
29 Desember 2025
Direvisi :
23 Januari 2026
Disetujui :
29 Januari 2026

ABSTRACT

This study examines packaging design improvements to enhance storage and distribution efficiency in supply chains, with a focus on Indonesia as a developing country. Using a Systematic Literature Review (SLR) of 10 international journals (2020–2025), the research identifies key strategies such as volumetric analysis, stacked pallet load units (SPLUs), interlock stacking, and lean warehousing. Findings indicate that space utilization can be increased by up to 67%, with cost reductions of 15–25%. However, implementation faces challenges due to Indonesia's high humidity, limited recycling infrastructure, and lack of packaging standardization. The study concludes that a phased approach—prioritizing operational efficiency before integrating environmental sustainability—is most feasible for the Indonesian context. Practical recommendations are provided for industry, policymakers, and future research.

Keywords: *packaging design optimization, storage efficiency, sustainable logistics, supply chain management, Indonesia logistics*

PENDAHULUAN

Di balik fungsinya yang terlihat sederhana sebagai pelindung produk, kemasan sebenarnya memainkan peran yang jauh lebih kompleks dalam ekosistem bisnis modern. Kemasan dapat dipandang sebagai sebuah sistem terintegrasi yang memastikan produk dapat berpindah dengan aman dan efisien—mulai dari pabrik hingga ke tangan konsumen—melalui serangkaian proses transportasi, penanganan, dan penyimpanan (Asim et al., 2022).

Dalam lanskap manufaktur yang semakin kompetitif saat ini, membangun rantai pasok yang tangguh dan efisien bukan lagi pilihan, melainkan keharusan. Hal ini mengingat bahwa biaya yang terkait dengan inventaris dan transportasi mendominasi struktur biaya operasional perusahaan (Rajeev, 2023). Maka tidak mengherankan jika keberhasilan operasional sebuah perusahaan lebih sering diukur dari kemampuannya mengoptimalkan pengeluaran, ketimbang sekadar mengandalkan strategi peningkatan harga jual.

Desain kemasan ternyata memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap struktur biaya di berbagai tahap rantai pasok, khususnya dalam aktivitas pergudangan dan distribusi (Rajeev,

OPEN ACCESS
MRBEST *is licensed under CC BY-SA 4.0*

2023). Selama ini, literatur manajemen operasional dan SCM memang cenderung mengkaji kemasan dari perspektif ekonomis—bagaimana kemasan bisa membantu menekan biaya di setiap tahapan rantai pasok (Morashti et al., 2022). Konsep kemasan yang efektif terbukti mampu mengurangi beban inventaris sekaligus menurunkan biaya pengiriman barang

Namun, dinamika berubah seiring hadirnya era Logistik 4.0 yang membawa otomatisasi dan digitalisasi ke dalam sistem pergudangan dan distribusi (Tresca et al., 2022). Pada fase ini, kemasan tidak lagi hanya berbicara soal efisiensi ekonomi, tetapi juga tentang keberlanjutan lingkungan. Temuan riset terbaru mengungkapkan fakta mengejutkan: emisi yang dihasilkan dari aktivitas rantai pasok (Scope 3) bisa mencapai 5,5 kali lipat lebih tinggi dibanding emisi operasional langsung perusahaan, menjadikan efisiensi logistik sebagai salah satu pintu masuk penting untuk mengurangi jejak karbon (Zhang et al., 2022). Dengan kata lain, kemasan yang dirancang dengan baik tidak hanya menghemat uang, tetapi juga membantu mengurangi dampak lingkungan melalui pemanfaatan ruang yang lebih efisien, pengurangan bobot, dan optimalisasi proses pengiriman..

Menghadapi tekanan untuk meningkatkan efisiensi logistik sekaligus memenuhi ekspektasi pasar akan praktik bisnis yang lebih ramah lingkungan (Asim et al., 2022), inovasi dalam desain kemasan menjadi semakin vital. Berbagai strategi perbaikan desain—seperti membuat kemasan lebih kompak, lebih ringan, atau menerapkan standarisasi ukuran—telah terbukti memberikan dampak positif pada efisiensi distribusi dan penyimpanan. Pada akhirnya, seberapa baik sebuah produk dapat disimpan, dikirim, dan ditangani sepanjang perjalanan logistiknya sangat ditentukan oleh kualitas desain kemasannya.

Penelitian ini menekankan konteks Indonesia sebagai negara berkembang dengan tantangan logistik spesifik. Analisis literatur dilakukan untuk mengidentifikasi strategi optimalisasi desain kemasan yang relevan dan implementatif dalam kondisi infrastruktur dan kapabilitas industri lokal.

Berdasarkan analisis sistematis terhadap literatur terkini, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi strategi perbaikan desain kemasan yang terbukti meningkatkan efisiensi penyimpanan dan distribusi; (2) menganalisis feasibilitas implementasi strategi tersebut dalam konteks Indonesia; serta (3) memberikan rekomendasi praktis bagi industri dan agenda penelitian mendatang. Kontribusi studi diharapkan dapat mendukung pengambilan keputusan investasi dalam pengembangan kemasan yang berorientasi pada efisiensi operasional dan keberlanjutan.

KAJIAN LITERATUR

Peran Sentral Kemasan dalam Manajemen Operasional Modern

Kemasan bukan lagi sekadar pembungkus produk. Dalam manajemen operasional kontemporer, kemasan telah berevolusi menjadi elemen strategis yang memiliki banyak dimensi---mulai dari fungsi protektif hingga menjadi medium komunikasi visual dengan konsumen (Prasetyawati et al., 2022). Fungsi kemasan kini jauh lebih kompleks: ia berfungsi sebagai identitas merek, alat promosi, sekaligus faktor ergonomis yang memengaruhi pengalaman pengguna. Transformasi peran kemasan ini sangat terasa pada sektor UKM, di mana kemasan yang dirancang dengan baik dapat menjadi pembeda kompetitif yang signifikan dan membuka akses ke pasar yang lebih luas (Prasetyawati et al., 2022).

Prinsip efisiensi menjadi tulang punggung manajemen operasional, dan hal ini berlaku pula dalam perancangan kemasan (Utama et al., 2019). Efisiensi dalam konteks kemasan tidak hanya berkaitan dengan penekanan biaya produksi, tetapi juga mencakup optimalisasi ruang penyimpanan, kemudahan distribusi, serta pengurangan pemborosan sumber daya sepanjang siklus hidup produk.

Sejalan dengan prinsip tersebut, Sebbe dkk. (2024) mengkaji permasalahan pemuatan palet (*pallet loading problem*) menggunakan pendekatan *integer linear programming* untuk

OPEN ACCESS MRBEST *is licensed under CC BY-SA 4.0*

mengoptimalkan penggunaan ruang dan biaya distribusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi pemuatan yang optimal mampu meningkatkan pemanfaatan ruang transportasi secara signifikan serta menurunkan biaya pengiriman. Temuan ini menegaskan bahwa desain kemasan dan strategi pemuatan memiliki peran penting dalam meningkatkan efisiensi penyimpanan dan distribusi.

Secara konseptual, ini menegaskan transformasi kemasan dari sekadar pembungkus menjadi instrumen strategis manajemen operasional. Temuan Prasetyawati et al. (2022) dan Utama et al. (2019) saling mendukung dengan menekankan pentingnya dimensi komunikasi visual dan efisiensi holistik, sementara Sebbe dkk. (2024) memberikan bukti kuantitatif bahwa optimasi desain kemasan secara langsung meningkatkan utilitas ruang transportasi dan mengurangi biaya logistik. Bagi konteks Indonesia, terutama UKM, integrasi pendekatan ini dapat menjadi kunci untuk meningkatkan daya saing dan efisiensi rantai pasok nasional.

Kemasan Berkelanjutan dan Efisiensi Rantai Pasok

Konsep ekonomi sirkular memberikan perspektif baru dalam perancangan kemasan yang efisien dan berkelanjutan. Hazen et al. (2021) mendefinisikan ekonomi sirkular sebagai sistem regeneratif yang bertujuan meminimalkan penggunaan sumber daya primer dan limbah melalui optimalisasi siklus material dan energi. Dalam konteks kemasan, pendekatan ini mendorong desain yang tidak hanya efisien secara operasional, tetapi juga ramah lingkungan.

Ronzoni dkk. (2022) mengkaji pemilihan jenis kemasan menggunakan pendekatan optimasi multi-objektif yang mempertimbangkan aspek ekonomi dan lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *reusable plastic containers* lebih efisien secara ekonomi dan memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dalam jangka panjang dibandingkan kemasan sekali pakai. Studi ini menegaskan bahwa efisiensi penyimpanan dan distribusi tidak dapat dipisahkan dari pertimbangan keberlanjutan.

Lebih lanjut, Malindzakova dkk. (2022) menganalisis penerapan *deposit refund scheme* dalam sistem kemasan dan menemukan bahwa meskipun memerlukan investasi awal yang besar, sistem ini memiliki potensi pengembalian investasi dalam jangka panjang. Temuan tersebut menunjukkan bahwa sistem pengelolaan kemasan dapat berkontribusi pada efisiensi distribusi sekaligus mendukung prinsip ekonomi sirkular.

Dari perspektif ekonomi sirkular, ini mengonstruksi kerangka teoritik ekonomi sirkular yang mengintegrasikan efisiensi operasional dengan keberlanjutan lingkungan. Hazen et al. (2021) menyediakan fondasi konseptual, diperkuat oleh temuan empiris Ronzoni dkk. (2022) mengenai keunggulan reusable containers, serta evaluasi sistemik Malindzakova dkk. (2022) tentang skema deposit refund. Meskipun pendekatan ini menjanjikan efisiensi jangka panjang, implementasinya di Indonesia menghadapi tantangan infrastruktur dan perilaku konsumen, sehingga memerlukan adaptasi kontekstual yang cermat.

Efisiensi Penyimpanan, Tata Letak Gudang, dan Optimasi Ruang

Efisiensi penyimpanan merupakan faktor kunci dalam sistem logistik modern, khususnya pada lingkungan gudang dengan keterbatasan ruang. Rebelo dkk. (2021) menekankan pentingnya analisis volumetrik dalam manajemen gudang sebagai pendekatan untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan tanpa perlu ekspansi fisik. Dengan memanfaatkan analisis ruang tiga dimensi, efisiensi penyimpanan dapat ditingkatkan secara signifikan. Temuan ini memperkuat hubungan antara desain kemasan, pemanfaatan ruang, dan efisiensi distribusi.

Pendekatan optimasi ruang juga berkaitan erat dengan aspek fisik dan geometri kemasan. Sawicki dan Sawicka (2023) memperkenalkan konsep *stacked pallet load units (SPLUs)* sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi ruang dalam sistem logistik. Dengan menggabungkan beberapa unit palet yang belum terisi penuh, SPLUs mampu meningkatkan kepadatan muatan tanpa mengorbankan stabilitas produk. Pendekatan ini relevan dalam perancangan kemasan yang mendukung efisiensi penyimpanan dan distribusi.

MRBEST *is licensed under CC BY-SA 4.0*

Temuan empiris tentang optimasi ruang mendemonstrasikan bahwa optimasi ruang merupakan pilar fundamental efisiensi logistik yang dapat dicapai melalui inovasi teknis. Rebelo dkk. (2021) mengadvokasi analisis volumetrik 3D sebagai solusi non-fisik untuk kapasitas gudang, sementara Sawicki dan Sawicka (2023) mengusulkan konkretisasi teknis berupa SPLUs yang meningkatkan kepadatan muatan. Bagi sektor logistik Indonesia yang sering menghadapi keterbatasan lahan dan biaya ekspansi yang tinggi, implementasi strategi ini memberikan alternatif hemat biaya untuk meningkatkan produktivitas gudang tanpa investasi infrastruktur besar.

Pengaruh Faktor Lingkungan dan Kondisi Penyimpanan

Efisiensi desain kemasan tidak hanya ditentukan oleh dimensi fisik dan material, tetapi juga oleh kondisi lingkungan selama penyimpanan dan distribusi. Almasarwah dkk. (2023) menunjukkan bahwa faktor lingkungan, khususnya kelembaban relatif, memiliki pengaruh signifikan terhadap kestabilan palet dan konfigurasi kemasan. Temuan ini mengindikasikan bahwa desain kemasan yang efisien perlu mempertimbangkan kondisi iklim dan lingkungan penyimpanan, terutama di wilayah beriklim tropis.

Pendekatan teknis dalam optimasi juga dikembangkan melalui metode algoritmik. Švaco dkk. (2023) mengembangkan algoritma *branch and bound* untuk menyelesaikan permasalahan pemuatan palet dengan mempertimbangkan batasan nyata seperti stabilitas dan kekuatan dinamis. Studi ini menegaskan bahwa optimasi desain kemasan harus memperhatikan aspek keselamatan dan keandalan selama proses distribusi.

Analisis terhadap faktor lingkungan menggarisbawahi bahwa efektivitas desain kemasan sangat bergantung pada variabel lingkungan dan batasan teknis distribusi. Almasarwah dkk. (2023) mengidentifikasi kelembaban relatif sebagai variabel kritis dalam konteks tropis, sementara Švaco dkk. (2023) menyajikan algoritma branch and bound yang mengakomodasi batasan stabilitas dan keamanan. Untuk Indonesia dengan karakteristik iklim tropis dan infrastruktur distribusi yang heterogen, temuan ini mengingatkan pentingnya desain kemasan yang kontekstual dan robust terhadap kondisi lapangan yang bervariasi.

Efisiensi Operasional dan Konteks Negara Berkembang

Selain pendekatan teknis, efisiensi kemasan juga berkaitan dengan pengelolaan operasional gudang. Prasetyawan dkk. (2020) menunjukkan bahwa penerapan *lean warehousing* mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas gudang melalui pengurangan aktivitas yang tidak bernilai tambah. Dalam konteks desain kemasan, pendekatan ini menegaskan pentingnya kemasan yang mendukung alur logistik yang sederhana dan efisien.

Dalam konteks negara berkembang, Gan dkk. (2022) menemukan bahwa peningkatan efisiensi logistik berkelanjutan berkorelasi positif dengan pembangunan ekonomi yang berkualitas. Temuan ini mengindikasikan bahwa perbaikan desain kemasan untuk meningkatkan efisiensi penyimpanan dan distribusi tidak hanya berdampak pada kinerja operasional, tetapi juga memiliki implikasi ekonomi yang lebih luas.

Namun demikian, penerapan kemasan berkelanjutan menghadapi tantangan tersendiri. Bauer dkk. (2021) menyoroti adanya *trade-off* dalam desain ulang kemasan fleksibel berlapis, di mana peningkatan kemampuan daur ulang dapat menurunkan efisiensi pengemasan dan umur simpan produk. Hal ini menunjukkan perlunya keseimbangan antara efisiensi logistik dan keberlanjutan lingkungan dalam perancangan kemasan.

Dalam konteks negara berkembang, ini mengkonkretisikan bahwa efisiensi kemasan tidak terbatas pada aspek teknis tetapi terintegrasi dengan manajemen operasional dan pembangunan ekonomi makro. Prasetyawan dkk. (2020) menawarkan solusi internal melalui lean warehousing, Gan dkk. (2022) mengaitkannya dengan pertumbuhan ekonomi nasional, dan Bauer dkk. (2021) mengingatkan akan kompleksitas trade-off antara keberlanjutan dan fungsionalitas. Bagi Indonesia sebagai negara berkembang, sinergi ketiga dimensi ini menjadi

OPEN ACCESS MRBEST *is licensed under CC BY-SA 4.0*

kunci dalam merancang kebijakan kemasan yang seimbang, efisien, dan berkelanjutan tanpa mengorbankan kualitas produk.

Pendekatan Metodologis dalam Analisis Desain Kemasan

Selain aspek konseptual dan strategis yang telah diuraikan, perkembangan metodologi analitis dalam studi desain kemasan juga memberikan kontribusi signifikan terhadap upaya peningkatan efisiensi penyimpanan dan distribusi. Pendekatan-pendekatan metodologis terkini menawarkan kerangka kerja yang lebih komprehensif dan kuantitatif untuk mengevaluasi berbagai parameter kinerja kemasan.

Mukama et al.(2024) mengembangkan metodologi pengujian empiris yang komprehensif untuk desain kemasan berkelanjutan dalam rantai dingin buah delima. Studi mereka mengintegrasikan empat kelompok parameter utama: (1) parameter struktural seperti kekuatan kompresi dan rasio ventilasi; (2) parameter distribusi termasuk densitas muatan dan efisiensi ruang penyimpanan; (3) parameter fungsional seperti tingkat pendinginan dan seragaman distribusi udara; serta (4) parameter keberlanjutan berupa penggunaan material per unit produk dan emisi karbon terkait produksi-distribusi. Pendekatan multi-parameter ini memungkinkan evaluasi yang holistik terhadap trade-offs antara berbagai tujuan desain kemasan, menyediakan dasar analitis yang kuat untuk pengambilan keputusan desain yang lebih informatif.

Secara paralel, Mansur et al. (2025) mengusulkan kerangka analitis multi-objek untuk optimasi rantai pasok berkelanjutan yang dapat diadaptasi dalam konteks desain kemasan. Kerangka kerja menawarkan pendekatan sistematis untuk menganalisis trade-offs antara berbagai tujuan kompetitif dalam desain kemasan, termasuk aspek ekonomi, operasional, dan lingkungan. Pendekatan ini relevan untuk konteks desain kemasan karena memungkinkan analisis trade-offs yang sistematis antara efisiensi ekonomi, kinerja operasional, dan keberlanjutan lingkungan.

Kedua pendekatan metodologis ini saling melengkapi: studi Mukama et al. (2024) menyediakan parameter-parameter empiris yang diperlukan untuk evaluasi kinerja kemasan, sementara kerangka Mansur et al. (2025) menawarkan alat analitis untuk mengoptimalkan konfigurasi desain berdasarkan parameter-parameter tersebut. Kombinasi pendekatan empiris dan analitis ini membentuk landasan metodologis yang kokoh untuk penelitian tentang perbaikan desain kemasan, khususnya dalam konteks pencapaian efisiensi penyimpanan dan distribusi yang optimal sekaligus berkelanjutan.

Dari sisi metodologis, ini mengidentifikasi evolusi metodologis menuju evaluasi desain kemasan yang lebih sistematis dan kuantitatif. Mukama et al. (2024) menghasilkan parameter empiris holistik melalui pengujian multi-dimensi, sementara Mansur et al. (2025) menyediakan alat optimasi MILP untuk navigasi trade-offs kompleks. Sinergi metodologi ini membuka peluang bagi penelitian Indonesia untuk menghasilkan desain kemasan yang terukur, adaptif, dan optimal sesuai kondisi lokal, mengingat variabilitas produk, infrastruktur, dan kebijakan yang khas.

Sintesis Kajian Literatur

Berdasarkan kajian literatur tersebut, dapat disimpulkan bahwa perbaikan desain kemasan untuk meningkatkan efisiensi penyimpanan dan distribusi merupakan isu multidimensional yang melibatkan aspek teknis, operasional, lingkungan, dan ekonomi. Meskipun berbagai pendekatan optimasi telah dikembangkan, masih terdapat keterbatasan penelitian yang secara spesifik mengkaji implementasinya dalam konteks negara berkembang seperti Indonesia. Kesenjangan ini menjadi dasar bagi penelitian ini untuk menganalisis perbaikan desain kemasan yang sesuai dengan karakteristik dan kondisi logistik nasional.

Studi menunjukkan bahwa penggunaan ruang penyimpanan dan kapasitas distribusi dapat ditingkatkan secara signifikan dengan menggunakan berbagai metode optimasi desain kemasan, termasuk pendekatan matematis dan algoritmik. Konfigurasi penataan produk dan dimensi kemasan yang optimal terbukti dapat meningkatkan efektivitas dan kecepatan proses

MRBEST *is licensed under CC BY-SA 4.0*

penanganan barang, serta mengurangi kebutuhan akan kontainer dan palet. Hasil menunjukkan bahwa desain kemasan memiliki peran strategis dalam meningkatkan kinerja logistik secara keseluruhan.

Kajian desain kemasan saat ini semakin menekankan keberlanjutan lingkungan. Ada hubungan antara efisiensi kemasan dan implementasi konsep logistik berkelanjutan, pengurangan konsumsi material, dan emisi karbon. Namun, ada dilema atau trade-off antara efisiensi ruang, ketahanan kemasan, biaya produksi, dan dampak lingkungan, menurut penelitian yang dilakukan. Kondisi ini menunjukkan bahwa perbaikan desain kemasan tidak dapat dilakukan secara parsial. Sebaliknya, pendekatan yang mengambil beberapa tujuan secara bersamaan diperlukan.

Kerangka konseptual dan metodologi untuk optimasi kemasan telah berkembang pesat, tetapi sebagian besar penelitian masih berfokus pada negara maju dengan sistem logistik yang stabil dan terstandarisasi. Hal ini menyebabkan temuan penelitian ini tidak dapat diterapkan pada negara berkembang seperti Indonesia, yang memiliki karakteristik logistik yang berbeda, seperti keterbatasan infrastruktur, variasi produk yang tinggi, dan kondisi penyimpanan daur ulang yang buru.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari desain kemasan yang sesuai dengan konteks Indonesia dan mengevaluasi bagaimana hal itu berdampak pada efisiensi penyimpanan dan distribusi karena keterbatasan tersebut menunjukkan bahwa penelitian yang lebih kontekstual diperlukan. Oleh karena itu, diharapkan bahwa penelitian ini akan membantu pengembangan literatur serta memberikan dasar untuk keputusan praktis tentang cara membuat kemasan yang efektif dan berkelanjutan.

Kajian literatur menyimpulkan bahwa desain kemasan optimal merupakan isu multidimensional yang memadukan efisiensi operasional, keberlanjutan lingkungan, dan pertimbangan ekonomi. Temuan dari berbagai studi mengkonvergensi pada pentingnya pendekatan multi-objektif yang mengakomodasi trade-offs inheren. Namun, mayoritas penelitian terkonsentrasi pada konteks negara maju, sehingga menghasilkan kesenjangan aplikasi bagi negara berkembang seperti Indonesia yang menghadapi keterbatasan infrastruktur, variabilitas produk, dan sistem daur ulang yang lemah. Penelitian ini didesain untuk mengisi celah tersebut dengan menghasilkan rekomendasi desain kemasan yang sensitif terhadap kondisi lokal, sehingga dapat meningkatkan efisiensi logistik nasional tanpa mengabaikan keunikan konteks Indonesia.

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) untuk menganalisis perbaikan desain kemasan produk guna meningkatkan efisiensi penyimpanan dan distribusi. Metode ini memungkinkan identifikasi pola tematik dan perbandingan deskriptif temuan dari penelitian terdahulu secara terstruktur. Penelitian dilakukan melalui tiga tahapan: (1) perumusan kriteria pencarian dan seleksi literatur; (2) ekstraksi dan sintesis tematik; serta (3) analisis komparatif deskriptif antar studi.

Sumber Data dan Kriteria Seleksi

Data dikumpulkan dari 10 jurnal internasional terpilih yang diterbitkan pada periode 2020-2025. Kriteria seleksi literatur meliputi: (a) relevansi langsung dengan efisiensi penyimpanan dan distribusi kemasan; (b) ketersediaan data empiris yang dapat dibandingkan; (c) penggunaan metodologi pengujian yang jelas; dan (d) kebaruan temuan (recency). Kedua sumber utama yang menjadi acuan awal adalah studi Mukama et al. (2024) tentang kemasan buah delima dan Mansur et al. (2025) tentang optimasi rantai pasok darah, yang kemudian diperluas hingga mencapai 10 jurnal terpilih.

MRBEST *is licensed under CC BY-SA 4.0*

DOI: https://doi.org/10.71312/mrbest.v5i1.805 No Artikel #805
ISSN: 2987-1875 Halaman : 13-26

Teknik Analisis Data

Analisis tematik digunakan untuk mengidentifikasi pola desain kemasan yang konsisten di berbagai konteks industri. Pola-pola tersebut dikelompokkan berdasarkan parameter efisiensi seperti kekuatan struktural, densitas muatan, dan kinerja termal. Analisis komparatif deskriptif dilakukan dengan mengidentifikasi pola kinerja dari masing-masing studi, termasuk kecenderungan peningkatan kapasitas penyimpanan, pengurangan konsumsi material, dan penurunan tingkat kehilangan produk selama distribusi. Analisis gap dilakukan dengan mengidentifikasi keterbatasan studi-studi yang dikaji dalam menerapkan temuan mereka pada konteks negara berkembang, termasuk tantangan implementasi yang mungkin dihadapi di Indonesia.

Validitas temuan dijamin melalui triangulasi sumber dan konsistensi tematik. Setiap temuan dievaluasi atas kesesuaiannya dengan konteks aplikasi yang berbeda, serta dikroscek dengan standardisasi terminologi antar jurnal. Teknik ini memastikan bahwa rekomendasi yang dihasilkan didasarkan pada konsensus temuan empiris dari literatur terpilih.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Rangkuman Karakteristik Penelitian

Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Pendekatan Metodologi	Objek Penelitian	Hasil Kunci
Sebbe dkk. (2024)	Pallet Loading Problem: A Case Study in the Automotive Industry	Model optimisasi matematika 0-1 integer linear programming	Perusahaan suku cadang otomotif	Implementasi model optimisasi berhasil memangkas biaya pengiriman hingga €338 ribu setiap tahunnya
Sawicki & Sawicka (2023)	Design Optimization of Stacked Pallet Load Units	Model binary programming	10 dataset PLU (8-20 unit per set)	Penerapan SPLU mampu menghemat kebutuhan ruang sampai 3 kali lipat dibanding PLU standar
Almasarwah dkk. (2023)	Pallet Loading Optimization Considering Storage Time and Relative Humidity	Algoritma heuristik dua tahap	52 dataset riil dari DHL	Tingkat kelembaban memberikan pengaruh 25% terhadap kestabilan palet, lebih besar dibanding durasi penyimpanan yang hanya 10%
Rebelo dkk. (2021)	The Relevance of Space Analysis in Warehouse Management	Riset aksi & analisis volumetrik	Gudang perusahaan pangan	Penerapan analisis volume berhasil menambah kapasitas gudang 9,77% dan menghemat biaya eksternal €180.000 per tahun
Ronzoni dkk. (2022)	Economic and Environmental Optimization of Packaging Containers Choice	Model optimisasi multi-objektif	Rantai pasok katering makanan	RPC terbukti lebih ramah lingkungan dan ekonomis ketimbang CCB maupun PPC
Malindzakova dkk. (2022)	Economic-Environmental Performance of Reverse Logistics	Analisis finansial & pemodelan matematis	Sistem DRS Slovakia	Modal investasi sistem DRS bisa balik modal dalam waktu 10 tahun lewat biaya admin €543,50 per ton

MRBEST *is licensed under CC BY-SA 4.0*

DOI: https://doi.org/10.71312/mrbest.v5i1.805 No Artikel #805
ISSN: 2987-1875 Halaman : 13-26

Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Pendekatan Metodologi	Objek Penelitian	Hasil Kunci
Prasetyawan dkk. (2020)	Implementation of Lean Warehousing	Value stream mapping & PAM	Perusahaan kemasan plastik	Penerapan lean warehousing mendongkrak indikator utilisasi dan produktivitas gudang
Švaco dkk. (2023)	Solving Pallet Loading Problem with Real-World Constraints	Algoritma branch and bound	Simulasi berbagai konfigurasi palet	Algoritma mampu menghasilkan susunan palet yang memperhitungkan faktor kestabilan dan kekuatan dinamis
Gan dkk. (2022)	Evaluation of Green Logistics Efficiency	Model DEA tiga tahap	11 kota di Provinsi Jiangxi	Efisiensi teknis menyeluruh sangat dipengaruhi efisiensi skala; mutu logistik berbanding lurus dengan pembangunan ekonomi berkualitas
Bauer dkk. (2021)	Recyclability and Redesign Challenges in Multilayer Flexible Food Packaging	Tinjauan literatur & analisis kesenjangan	Kemasan fleksibel berlapis	Penggunaan poliolefin dengan lapisan penghalang minimal meningkatkan daur ulang namun menurunkan efisiensi pengemasan

Sumber : Diolah penulis

Tabel 2. Perbandingan Efektivitas Intervensi Optimalisasi Kemasan

Tipe Intervensi	Tingkat Kerumitan	Penghematan Ruang (%)	Pengurangan Biaya (%)	Dampak Lingkungan	Kepraktisan untuk Indonesia
Optimisasi matematika (Sebbe dkk., 2024; Sawicki & Sawicka, 2023)	Tinggi	60-67	15-20	Rendah	Sedang (butuh SDM terampil)
Analisis volumetrik & layout gudang (Rebelo dkk., 2021)	Rendah-Sedang	9.77	15-25	Rendah	Tinggi
Penggunaan RPCs (Ronzoni dkk., 2022)	Sedang-Tinggi	10-15	5-10 (jangka panjang)	Tinggi	Sedang (infrastruktur daur ulang terbatas)
Sistem DRS (Malindzakova dkk., 2022)	Sangat Tinggi	Minimal	0-5 (setelah ROI)	Sangat Tinggi	Rendah (investasi awal sangat besar)
Pola interlock stacking (Almasarwah dkk., 2023)	Rendah	5-10	5-8	Rendah	Tinggi

MRBEST *is licensed under CC BY-SA 4.0*

DOI: https://doi.org/10.71312/mrbest.v5i1.805 No Artikel #805
ISSN: 2987-1875 Halaman : 13-26

Tipe Intervensi	Tingkat Kerumitan	Penghematan Ruang (%)	Pengurangan Biaya (%)	Dampak Lingkungan	Kepraktisan untuk Indonesia
Lean warehousing (Prasetyawan dkk., 2020)	Sedang	8-12	10-15	Rendah	Sangat Tinggi

Sumber : Diolah penulis

Tema 1: Maksimalisasi Pemanfaatan Ruang

Pemanfaatan ruang secara optimal menjadi salah satu fokus utama dalam riset kemasan logistik kontemporer. Penelitian Rebelo dkk. (2021) membuktikan bahwa metode analisis volumetrik dalam penataan gudang mampu meningkatkan daya tampung hingga 9,77% jika dibandingkan dengan pendekatan konvensional berbasis luas area. Hasil ini sejalan dengan kajian Almasarwah dkk. (2023) yang menemukan bahwa teknik penumpukan interlock meningkatkan stabilitas palet meski sedikit mengurangi efisiensi volume. Pendekatan optimisasi matematis yang ditawarkan Sebbe dkk. (2024) serta Sawicki & Sawicka (2023) menunjukkan kemungkinan pengurangan kebutuhan ruang transportasi hingga tiga kali lipat melalui optimalisasi unit pemuatan. Secara analitis, temuan-temuan ini merefleksikan prinsip efisiensi ruang dalam teori manajemen logistik, di mana optimalisasi volume bukan hanya tentang menampung lebih banyak barang, tetapi juga mempertimbangkan stabilitas dan keamanan produk selama transportasi, yang sangat krusial untuk Indonesia dengan infrastruktur transportasi yang belum merata.

Lebih spesifik lagi, konsep stacked pallet load units (SPLUs) yang dikembangkan Sawicki & Sawicka (2023) memperlihatkan efisiensi ruang yang mengesankan dengan menggabungkan beberapa pallet load units (PLUs) yang ukurannya masih di bawah kapasitas penuh. Model binary programming yang mereka rancang berhasil menghemat ruang dengan mempertimbangkan berat, tinggi, serta tingkat kerapuhan barang. Temuan ini sangat aplikatif untuk industri manufaktur di Indonesia yang kerap menghadapi kendala keterbatasan ruang gudang dan kapasitas angkut. Berdasarkan Tabel 2, analisis menunjukkan bahwa meskipun SPLUs menawarkan penghematan ruang hingga 60-67%, tingkat kerumitan implementasinya yang tinggi dan kebutuhan akan SDM terampil menjadi tantangan signifikan untuk konteks Indonesia, sehingga perlu dikombinasikan dengan pendekatan yang lebih sederhana seperti analisis volumetrik yang memiliki tingkat kepraktisan tinggi.

Riset Švaco dkk. (2023) memberikan sudut pandang tambahan lewat pengembangan algoritma branch and bound yang memasukkan batasan-batasan nyata seperti stabilitas dan kekuatan dinamis saat pengisian palet. Hasil kajian membuktikan bahwa dengan memperhitungkan faktor stabilitas, efisiensi ruang dapat dimaksimalkan tanpa mengorbankan keselamatan produk selama dalam perjalanan. Dari perspektif teoritis, pendekatan ini mencerminkan teori trade-off dalam optimasi logistik, di mana efisiensi ruang harus seimbang dengan aspek keamanan dan stabilitas, suatu pertimbangan kritis untuk Indonesia dengan kondisi jalan yang bervariasi dan seringkali tidak ideal untuk transportasi barang.

Tema 2: Strategi Pemotongan Biaya

Strategi memangkas biaya dalam logistik kemasan mencakup berbagai pendekatan, mulai dari optimalisasi desain kemasan sampai penerapan sistem reverse logistics. Sebbe dkk. (2024) menunjukkan bahwa optimalisasi pemuatan palet dapat mengurangi ongkos kirim hingga €338.000 per tahun untuk perusahaan komponen otomotif. Temuan ini bersesuaian dengan hasil Rebelo dkk. (2021) yang melaporkan penghematan mencapai €180.000 per tahun lewat optimalisasi tata letak gudang. Interpretasi terhadap temuan ini mengungkap bahwa penghematan biaya yang signifikan sejalan dengan teori efisiensi operasional dalam manajemen rantai pasok, namun berdasarkan Tabel 2, tingkat pengurangan biaya 15-25% yang

MRBEST *is licensed under CC BY-SA 4.0*

dilaporkan studi-studi tersebut perlu dikontekstualisasikan dengan skala usaha Indonesia yang mayoritas UMKM dengan sumber daya terbatas.

Penggunaan reusable plastic containers (RPCs) dibandingkan dengan cardboard containers (CCBs) dan polypropylene containers (PPCs) memperlihatkan potensi penghematan biaya jangka panjang walaupun memerlukan modal awal yang lebih besar (Ronzoni dkk., 2022). Malindzakova dkk. (2022) memaparkan bahwa sistem deposit refund scheme (DRS) untuk kemasan minuman sekali pakai memerlukan investasi awal yang cukup besar, namun modal tersebut bisa kembali dalam kurun waktu 10 tahun melalui biaya administratif. Konsep ekonomi sirkular yang mendasari kedua pendekatan ini memang ideal secara teoritis, tetapi Tabel 2 menunjukkan bahwa keduanya memiliki kepraktisan rendah hingga sedang untuk Indonesia karena infrastruktur daur ulang yang belum memadai, sehingga strategi bertahap lebih realistis diterapkan.

Prasetyawan dkk. (2020) membuktikan bahwa penerapan lean warehousing mampu meningkatkan berbagai indikator performa gudang termasuk aspek finansial. Riset ini relevan dengan situasi industri Indonesia yang sering menghadapi kesulitan dalam pengelolaan inventaris secara efisien. Pendekatan lean warehousing memiliki tingkat kepraktisan "Sangat Tinggi" untuk Indonesia seperti tercantum dalam Tabel 2, karena minimnya ketergantungan pada teknologi canggih dan lebih mengandalkan perbaikan proses yang dapat diadaptasi dengan budaya kerja lokal.

Khusus untuk konteks Indonesia, Gan dkk. (2022) menunjukkan bahwa efisiensi logistik hijau berkorelasi positif dengan pembangunan ekonomi yang berkualitas. Temuan ini mengindikasikan bahwa investasi dalam efisiensi logistik tidak hanya memangkas biaya operasional tetapi juga mendorong pertumbuhan ekonomi berkelanjutan. Korelasi positif ini mendukung teori triple bottom line dalam keberlanjutan, di mana optimalisasi kemasan tidak hanya memberikan keuntungan ekonomis tetapi juga mendukung pembangunan berkelanjutan, meski tantangan utama Indonesia adalah mengintegrasikan aspek lingkungan tanpa mengorbankan daya saing industri.

Tema 3: Tantangan dalam Implementasi

Penerapan strategi optimalisasi kemasan menghadapi berbagai kendala praktis. Bauer dkk. (2021) menggarisbawahi tantangan utama dalam mendesain ulang kemasan fleksibel berlapis agar bisa didaur ulang. Mereka menemukan bahwa pembatasan penggunaan material demi meningkatkan daur ulang (terutama poliolefin) dapat menurunkan efisiensi pengemasan dan mempersingkat umur simpan produk. Temuan ini mengilustrasikan trade-off fundamental dalam teori keberlanjutan, di mana upaya meningkatkan daur ulang seringkali berkonflik dengan efisiensi fungsi utama kemasan, suatu dilema yang perlu dipertimbangkan hati-hati untuk industri pangan Indonesia yang mengandalkan umur simpan panjang.

Almasarwah dkk. (2023) menunjukkan bahwa faktor lingkungan seperti tingkat kelembaban dan durasi penyimpanan secara signifikan mempengaruhi kestabilan palet. Penelitian ini menemukan bahwa peningkatan kelembaban relatif dapat menurunkan tinggi beban maksimum hingga 25% pada beberapa dataset. Temuan ini sangat relevan untuk konteks Indonesia yang beriklim tropis dengan kelembaban tinggi. Analisis komparatif mengindikasikan bahwa dampak kelembaban yang lebih signifikan (25%) dibanding durasi penyimpanan (10%) seperti disajikan dalam Tabel 1 mengarah pada implikasi kritis bahwa desain kemasan optimal untuk Indonesia harus memprioritaskan ketahanan terhadap kelembaban, aspek yang sering diabaikan dalam studi-studi dari negara beriklim sedang.

Sawicki & Sawicka (2023) mengidentifikasi kendala implementasi dalam pembuatan SPLUs, termasuk kesulitan menentukan kompatibilitas berbagai tipe PLUs dan keterbatasan infrastruktur untuk menangani variasi tinggi palet. Rebelo dkk. (2021) juga menemukan tantangan dalam mengubah mindset karyawan terhadap optimisasi ruang gudang dan perlunya perubahan kultur kerja. Pemahaman mendalam terhadap data mengungkap bahwa tantangan

OPEN ACCESS MRBEST *is licensed under CC BY-SA 4.0*

infrastruktur dan budaya kerja mengonfirmasi kesenjangan antara teori optimasi dan praktik lapangan di Indonesia, di mana keterbatasan teknologi dan resistensi terhadap perubahan menjadi penghambat utama implementasi solusi yang secara matematis optimal.

Tantangan implementasi di Indonesia diperparah oleh belum adanya standarisasi kemasan, variasi ukuran produk yang sangat beragam, serta infrastruktur logistik yang masih perlu ditingkatkan (Gan dkk., 2022; Prasetyawan dkk., 2020). Ketiga faktor penghambat ini saling terkait dan membentuk lingkaran setan dalam implementasi optimalisasi kemasan di Indonesia, di mana tanpa standardisasi nasional, setiap upaya optimisasi akan terfragmentasi dan tidak mencapai skala ekonomis yang diperlukan untuk justifikasi investasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis komparatif terhadap sepuluh jurnal internasional terkini (2020–2025) melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR), penelitian ini menyimpulkan bahwa perbaikan desain kemasan merupakan strategi multifaset yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi penyimpanan dan distribusi, khususnya dalam konteks Indonesia sebagai negara berkembang. Temuan utama dapat dirangkum sebagai berikut:

Pertama, optimisasi pemanfaatan ruang melalui pendekatan teknis seperti analisis volumetrik, konfigurasi *stacked pallet load units* (SPLUs), dan algoritma *branch and bound* terbukti mampu meningkatkan utilisasi ruang gudang hingga 9,77% dan kapasitas transportasi hingga 67%. Namun, implementasi pendekatan matematis yang kompleks memerlukan SDM terampil dan infrastruktur pendukung yang memadai, sehingga analisis volumetrik dan pola *interlock stacking* lebih realistis untuk diterapkan di Indonesia dengan tingkat kepraktisan tinggi.

Kedua, strategi pemotongan biaya logistik dapat dicapai melalui optimalisasi pemuatan palet, penerapan *lean warehousing*, dan penggunaan *reusable plastic containers* (RPCs). Studi menunjukkan potensi penghematan biaya pengiriman hingga €338.000 per tahun dan peningkatan produktivitas gudang melalui eliminasi aktivitas tidak bernilai tambah. Namun, pendekatan berkelanjutan seperti RPCs dan *deposit refund scheme* (DRS) menghadapi tantangan investasi awal besar dan keterbatasan infrastruktur daur ulang di Indonesia.

Ketiga, faktor lingkungan khususnya kelembaban relatif berpengaruh signifikan (hingga 25%) terhadap stabilitas palet, lebih besar dibanding durasi penyimpanan. Hal ini mengindikasikan bahwa desain kemasan optimal untuk Indonesia harus mempertimbangkan kondisi iklim tropis dan ketahanan terhadap kelembaban tinggi.

Keempat, penelitian mengidentifikasi kesenjangan implementasi antara temuan teoritis dari negara maju dengan konteks Indonesia, yang ditandai oleh belum adanya standarisasi kemasan, variasi produk tinggi, infrastruktur logistik terbatas, dan resistensi budaya kerja. Oleh karena itu, pendekatan bertahap dengan prioritas pada efisiensi operasional sebelum integrasi keberlanjutan lingkungan dinilai paling feasible.

Kontribusi penelitian ini terletak pada:

1. Teoritis: Mengintegrasikan prinsip ekonomi sirkular dengan teori optimasi operasional dalam konteks logistik negara berkembang.
2. Praktis: Memberikan rekomendasi desain kemasan yang kontekstual, terukur, dan implementatif bagi industri manufaktur Indonesia.

Saran

Berdasarkan temuan dan keterbatasan penelitian, berikut disampaikan rekomendasi untuk berbagai pemangku kepentingan:

OPEN ACCESS MRBEST *is licensed under CC BY-SA 4.0*

Saran untuk Penelitian Mendatang

1. Kembangkan model optimisasi desain kemasan yang sensitif terhadap iklim tropis, dengan mempertimbangkan parameter kelembaban, suhu, dan durasi penyimpanan.
2. Lakukan studi empiris pada sektor unggulan Indonesia (seperti produk pertanian tropis, UMKM, dan manufaktur) untuk menguji efektivitas *analisis volumetrik*, *lean warehousing*, dan pola *interlock stacking*.
3. Rancang alat analisis kemasan berbasis digital (aplikasi mobile atau platform cloud) yang *user-friendly* untuk meminimalkan ketergantungan pada keahlian matematika tingkat tinggi.
4. Telusuri model pendanaan dan insentif untuk transisi bertahap menuju kemasan berkelanjutan yang sesuai dengan kapasitas industri lokal.

Saran Praktisi Industri

1. Terapkan pendekatan bertahap dimulai dari intervensi rendah kompleksitas seperti *analisis volumetrik*, *lean warehousing*, dan *interlock stacking* untuk mendapatkan *quick win* dalam efisiensi ruang dan biaya.
2. Bentuk konsorsium dengan pemangku rantai pasok untuk mengembangkan standar kemasan nasional yang kompatibel dengan infrastruktur logistik Indonesia.
3. Lakukan pelatihan dan perubahan mindset karyawan terkait pentingnya optimalisasi ruang dan efisiensi proses gudang.
4. Pertimbangkan pilot project penggunaan RPCs pada lini produk tertentu sebelum diimplementasikan secara menyeluruh.

Saran untuk Pembuat Kebijakan

1. Susun kebijakan insentif fiskal dan non-fiskal bagi industri yang mengadopsi praktik kemasan ramah lingkungan dan efisien.
2. Percepat pengembangan infrastruktur daur ulang dan sistem logistik reverse yang terintegrasi.
3. Tetapkan standar nasional kemasan logistik yang memuat parameter teknis minimum, terutama untuk komoditas ekspor unggulan Indonesia.
4. Dukung penelitian kolaboratif antara akademisi, industri, dan pemerintah dalam pengembangan desain kemasan yang kontekstual dan berkelanjutan.

Saran untuk Penelitian Lanjutan

1. Kombinasikan pendekatan kualitatif (studi kasus, wawancara) dengan kuantitatif (simulasi, pemodelan) untuk mendapatkan pemahaman holistik tentang tantangan implementasi di lapangan.
2. Gunakan framework multi-objective optimization (seperti MILP) yang diadaptasi dari Mansur et al. (2025) untuk menganalisis *trade-off* antara efisiensi ekonomi, kinerja operasional, dan dampak lingkungan.
3. Lakukan studi longitudinal untuk mengevaluasi dampak jangka panjang dari intervensi desain kemasan terhadap kinerja rantai pasok dan keberlanjutan lingkungan.

Penelitian ini menggarisbawahi bahwa optimalisasi desain kemasan bukan hanya persoalan teknis, tetapi juga strategis, ekonomi, dan lingkungan. Dengan pendekatan yang kontekstual, bertahap, dan kolaboratif, Indonesia dapat membangun rantai pasok yang lebih efisien, kompetitif, dan berkelanjutan, tanpa mengabaikan karakteristik unik sebagai negara berkembang dengan potensi logistik yang besar.

REFERENSI

Almasarwah, N., Abdelall, E., Suer, G., Egilmez, G., Singh, M., & Ramadan, S. (2023). *Pallet Loading Optimization Considering Storage Time and Relative Humidity*. *16*(2), 453–471.

OPEN ACCESS MRBEST *is licensed under CC BY-SA 4.0*

Asim, Z., Rashid, I., Shamsi, A., Wahaj, M., Raza, A., Hasan, S. A., Siddiqui, S. A., Aladresi, A., Sorooshian, S., & Teck, T. S. (2022). *Significance of Sustainable Packaging : A Case-Study from a Supply Chain Perspective*.

Bauer, A., Tacker, M., Uysal-unalan, I., Cruz, R. M. S., Varzakas, T., & Krauter, V. (2021). *Recyclability and Redesign Challenges in Multilayer Flexible Food Packaging — A Review*.

De, A., Gorton, M., Hubbard, C., & Aditjandra, P. (2022). Optimization model for sustainable food supply chains : An application to Norwegian salmon Optimization model for sustainable food supply chains : An application to Norwegian salmon. *Transportation Research Part E*, *161*, 102723. https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102723

Gan, W., & Yao, W. (2022). *Evaluation of Green Logistics Efficiency in Jiangxi Province Based on Three-Stage DEA from the Perspective of High-Quality Development*.

Hazen, B. T., Russo, I., Confente, I., & Pellathy, D. (2025). *Supply chain management for circular economy : conceptual framework and research agenda*. *December*. https://doi.org/10.1108/IJLM-12-2019-0332

Lau, C. C. I., & Wong, C. W. Y. (2024). *Achieving sustainable development with sustainable packaging : A natural-resource-based view perspective*. *June 2023*, 4766–4787. https://doi.org/10.1002/bse.3720

Mansur, A., Hidayat, T., Rizky, N., & Darma, I. (2025). Supply Chain Analytics A multi-objective analytical framework for sustainable blood supply chain optimization. *Supply Chain Analytics*, *11*(June), 100142. https://doi.org/10.1016/j.sca.2025.100142

Morashti, J. A., An, Y., & Jang, H. (2022). *A Systematic Literature Review of Sustainable Packaging in Supply Chain Management*.

Mukama, M., Ambaw, A., Lufu, R., & Linus, U. (2024). Sustainable package design for efficient pomegranate cold chain : Enhancing storage space , sea freight efficiency , material sustainability , and energy conservation. *Food Packaging and Shelf Life*, *46*(May), 101380. https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2024.101380

Prasetyawan, Y., Simanjuntak, A. K., Rifqy, N., & Auliya, L. (n.d.). *Implementation of Lean Warehousing to Improve Warehouse Performance of Plastic Packaging Company Implementation of Lean Warehousing to Improve Warehouse Performance of Plastic Packaging Company*. https://doi.org/10.1088/1757-899X/852/1/012101

Prasetyawati, M., Sudarwati, W., Setiawan, A., Saputra, A., Industri, J. T., Teknik, F., Jakarta, U. M., & Makanan, O. (2022). *Pelatihan pembuatan desain kemasan untuk meningkatkan pemasaran pada umkm olahan makanan di kelurahan kelapa dua wetan*.

Priharta, A., Gani, N. A., Utama, R. E., & Maulianza, M. (2022). *Integrated Financial Governance Model with Budget Realization Information System*. *10*(2), 188–193.

Rajeev, S. (2024). *Importance of Packaging in Supply Chain Management*. *15*(01), 17–23. https://doi.org/10.52711/2321-5763.2024.00003

Rebelo, C. G. S., Pereira, M. T., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Rebelo, C. G. S., Pereira, M. T., Silva, F. J. G., & Ferreira, L. P. (2021). *ScienceDirect ScienceDirect ScienceDirect The relevance of space analysis in warehouse management The relevance of space analysis in warehouse management*. *00*(2020). https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.10.064

Ronzoni, M., Accorsi, R., Manzini, R., & Mater, A. (2022). ScienceDirect ScienceDirect ScienceDirect Economic environmental optimization optimization of Economic and and environmental of packaging packaging containers containers choice choice in Food Catering Supply Chain in Food Catering Supply Chain. *Transportation Research Procedia*, *67*, 163–171. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.12.047

Sawicki, P., & Sawicka, H. (2023). *applied sciences Design Optimization of Stacked Pallet Load Units*. 1–15.

MRBEST *is licensed under CC BY-SA 4.0*

Sebbe, N. P. V, Silva, F. J. G., Barreiras, A. M. S., Pinto, I. M., Sales-contini, R. C. M., Ferreira, L. P., & Machado, A. B. M. (2024). *Pallet Loading Problem : A Case Study in the Automotive Industry Applying a Simplified Mathematical Model*.

Sun, L. (2024). *Securing Supply Chains in Open Source Ecosystems : Methodologies for Determining Version Numbers of Components Without Package Management Files*. *12*(1).

Švaco, M., Šuligoj, F., Šekoranja, B., & Vidaković, J. (n.d.). *Solving Pallet loading Problem with Real-World Constraints*. 1–8.

Tresca, G., Member, G. S., Cavone, G., Carli, R., Member, S., Cerviotti, A., Dotoli, M., & Member, S. (2022). *Automating Bin Packing : A Layer Building Matheuristics for Cost Effective Logistics*. *19*(3), 1599–1613.

Utama, R., & Jakarta, U. M. (2023). *Buku Manajemen Operasi Full* (Issue September).

Wandosell, G., Parra-meroño, M. C., & Alcayde, A. (2021). *Green Packaging from Consumer and Business Perspectives*. 1–19.

Zambujal-, J. (2024). *The Contribution of Sustainable Packaging to the Circular Food Supply Chain*. 443–456. https://doi.org/10.1002/pts.2802

Zhang, A., Faizan, M., Gong, Y., & Wang, J. X. (2022). Resources , Conservation & Recycling Overcoming barriers to supply chain decarbonization : Case studies of first movers. *Resources, Conservation & Recycling*, *186*(September 2021), 106536. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106536

MRBEST *is licensed under CC BY-SA 4.0*