



## Optimasi Penerapan *Green Supply Chain Management* Menggunakan POM-QM For Windows Dalam Meminimalkan Limbah Produksi Batik Royyan Tuban

Daniar Casta Cabase<sup>1</sup>, Rizky Dermawan<sup>2</sup>, Virginia Mandasari<sup>3</sup>

Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis,  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Email: [21012010125@student.upnjatim.ac.id](mailto:21012010125@student.upnjatim.ac.id)<sup>1</sup>, [rd.soemanagara@gmail.com](mailto:rd.soemanagara@gmail.com)<sup>2</sup>,  
[mandasarivirginia@gmail.com](mailto:mandasarivirginia@gmail.com)<sup>3</sup>

### ABSTRACT

*This research aims to optimize Green Supply Chain Management (GSCM) implementation in production waste management at Batik Royyan Tuban by integrating the Economic Order Quantity (EOQ) method based on POM-QM for Windows software. The research method used is a case study with a mixed approach: descriptive and quantitative analysis. Data were collected through observations, interviews, and primary and secondary documentation. The results show that the application of EOQ with an annual demand of 19,800 units results in an optimal order quantity of 890 units per order with a total annual inventory cost of Rp 2,224,860. This strategy reduces ordering frequency, optimizes storage space, reduces raw material waste, and supports energy efficiency and carbon emission reduction. The integration of EOQ and GSCM has significantly impacted operational efficiency and environmental sustainability in the batik industry sector.*

**Keywords:** *Economic Order Quantity; operational efficiency; GSCM; batik industry; textile waste.*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan penerapan Green Supply Chain Management (GSCM) dalam pengelolaan limbah produksi di Batik Royyan Tuban melalui integrasi metode Economic Order Quantity (EOQ) berbasis perangkat lunak POM-QM for Windows. Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus dengan pendekatan campuran: analisis deskriptif dan kuantitatif. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi primer dan sekunder. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan EOQ dengan permintaan tahunan 19.800 unit menghasilkan jumlah pemesanan optimal sebesar 890 unit per order dengan total biaya persediaan tahunan sebesar Rp 2.224.860. Strategi ini menekan frekuensi pemesanan, mengoptimalkan ruang penyimpanan, mengurangi limbah bahan baku, serta mendukung efisiensi energi dan pengurangan emisi karbon. Integrasi EOQ dan GSCM terbukti memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi operasional dan keberlanjutan lingkungan di sektor industri batik.

**Kata Kunci:** Economic Order Quantity; Efisiensi Operasional; GSCM; Industri Batik; Limbah Tekstil

## Pendahuluan

Pada dekade terakhir, kesadaran global terhadap keberlanjutan lingkungan, sosial, dan ekonomi mengalami percepatan yang sangat signifikan. Isu perubahan iklim, kerusakan ekosistem, dan eksploitasi berlebih atas sumber daya alam kini menuntut respons terpadu dari seluruh pemangku kepentingan, mulai dari masyarakat sipil, sektor swasta, hingga lembaga pemerintahan di berbagai tingkat. Pendekatan keberlanjutan tidak lagi dipandang semata sebagai agenda lingkungan, melainkan telah melebur menjadi strategi pembangunan lintas dimensi yang mencakup aspek ekonomi, sosial, dan ekologis (Lee et al., 2024). Dalam kerangka ini, sektor manufaktur khususnya industri tekstil menjadi salah satu sorotan utama, karena di satu sisi memberikan kontribusi besar terhadap perekonomian nasional dan penciptaan lapangan kerja, namun di sisi lain menghasilkan beban lingkungan yang tidak sedikit, baik dalam bentuk limbah padat maupun cair yang sering kali mengandung senyawa beracun (BPS 2021) (Kementrian Perdagangan RI 2022).

Perkembangan paradigma “hijau” dalam rantai pasokan merespons kebutuhan untuk mengintegrasikan prinsip ramah lingkungan ke seluruh proses produksi dan distribusi—yang kini dikenal sebagai *Green Supply Chain Management* (GSCM). GSCM menekankan pentingnya setiap tahap rantai pasok mulai dari pemilihan bahan baku, pengolahan, transportasi, hingga penanganan limbah akhir dengan mengadopsi praktik yang meminimalkan dampak ekologis sambil tetap menjaga daya saing perusahaan. Melalui pengelolaan sumber daya yang efisien, optimalisasi penggunaan energi, dan penerapan kebijakan distribusi yang rendah emisi, perusahaan mampu menurunkan biaya operasional sekaligus memenuhi ekspektasi konsumen yang semakin peka terhadap aspek keberlanjutan (Amrozi, Ramadhan, and Maulana 2022) (Woods Institute for the Environment. 2024).

Lebih jauh, GSCM bukanlah konsep terisolasi, melainkan dapat diperkaya dengan kerangka Green Economy dan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs). Green Economy menekankan pertumbuhan ekonomi yang rendah karbon, hemat sumber daya, dan merata dalam distribusi manfaat sosial. Khususnya, SDG 12 menargetkan pola konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab, sehingga perusahaan tekstil diarahkan untuk menggunakan bahan organik, memaksimalkan daur ulang, dan meminimalkan limbah berbahaya (Gabriel, M., Luque 2019). Sinergi antara GSCM, *Green Economy*, dan SDGs ini diharapkan tidak hanya meningkatkan reputasi serta kinerja lingkungan perusahaan, tetapi juga mendorong kesejahteraan sosial-ekonomi masyarakat luas.

Implementasi GSCM ternyata juga berimplikasi positif terhadap kinerja finansial dan operasional perusahaan (*Firm Performance*). Inovasi yang timbul dari pengurangan limbah, efisiensi energi, dan pengelolaan sumber daya memperkecil beban biaya, meningkatkan produktivitas, serta memperkuat posisi tawar di pasar domestik dan internasional. Sahar et al (2020) mencatat bahwa perusahaan yang

berhasil mengintegrasikan prinsip GSCM dalam operasionalnya menunjukkan penurunan biaya pemesanan dan penyimpanan, sekaligus peningkatan kepuasan pelanggan berkat keandalan rantai pasok yang lebih baik.

Konteks Indonesia menampilkan potensi sekaligus tantangan bagi sektor tekstil. Menurut data Badan Pusat Statistik, kontribusi sektor manufaktur termasuk tekstil terhadap PDB nasional meningkat sepanjang periode 2020–2021, dengan nilai ekspor mencapai USD 12,8 miliar pada 2021 meski dalam tekanan pandemi (BPS 2021) (Kementerian Perdagangan RI 2022). Namun, skala produksi yang besar ini berbanding lurus dengan volume limbah industri. Data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) pada 2023 melaporkan bahwa limbah tekstil menyumbang 2,88 % dari total limbah nasional, sedangkan limbah cair industri tekstil mencapai 7,15 %, dimana angka tersebut menunjukkan tren peningkatan berkelanjutan dan risiko pencemaran tinggi jika tidak diintervensi (SIPSN 2023).

Prediksi Bappenas (2024) bahkan memperkirakan limbah tekstil Indonesia dapat mencapai 2,3 juta ton per tahun, dengan potensi lonjakan hingga 70 % tanpa penerapan strategi pencegahan yang memadai (Komunikasi LCDI 2022). Karakter limbah industri tekstil yang kerap mengandung pewarna sintetis dan logam berat menimbulkan ancaman serius bagi ekosistem air, tanah, dan kesehatan manusia (Pujotomo, Sriyanto, and Widyawati 2018). Dengan demikian, diperlukan pendekatan holistik yang memadukan GSCM, kebijakan lingkungan, serta teknologi kuantitatif untuk melakukan mitigasi dampak secara sistematis.

Dalam praktiknya, integrasi teknologi dalam GSCM terbukti sangat membantu. Salah satu contoh adalah pemanfaatan perangkat POM-QM for Windows berbasis metode *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk menganalisis dan mengoptimalkan alur pasokan. EOQ, yang diperkenalkan oleh F. W. Harris pada 1915, dirancang untuk menentukan kuantitas pemesanan yang paling ekonomis dengan meminimalkan biaya penyimpanan dan pemesanan—prinsip yang dapat diaplikasikan untuk mengurangi pemborosan sumber daya dalam rantai pasok hijau (Putra, Arifin, and Parlindungan 2023). (Cholil and Madelan 2022) menegaskan kemampuan alat ini dalam mendukung penjadwalan produksi, distribusi, dan pengelolaan limbah secara lebih efisien, sehingga memperkuat upaya GSCM di industri tekstil.

Kasus khusus di Kabupaten Tuban, pusat industri batik tradisional menggambarkan urgensi penerapan GSCM yang terintegrasi dengan kecanggihan teknologi. Salah satu IKM unggulan, Batik Royyan Tuban, telah berhasil menggabungkan motif tradisional dengan inovasi desain modern, meraih pangsa pasar domestik dan internasional. Namun, peningkatan kapasitas produksi diikuti oleh volume limbah cair 15–20 liter per siklus pewarnaan (3–4 kali per minggu) yang belum dikelola secara optimal, berpotensi merusak lingkungan dan reputasi perusahaan (Pujotomo, Sriyanto, and Widyawati 2018) (Ariyanti 2018).

Kesenjangan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa banyak UKM batik belum memaksimalkan praktik *green logistics* dan *reverse logistics* dalam GSCM karena kurangnya kebijakan lingkungan yang terintegrasi serta minimnya dukungan teknologi (Putri, Prabawani, and Suryoko 2022); Patradhiani et al. (2023). Indikator performa seperti pengelolaan limbah cair, daur ulang limbah padat, dan efisiensi biaya pengolahan limbah masih membutuhkan perbaikan signifikan. Selain itu, sedikit studi yang mengeksplorasi peran alat kuantitatif seperti POM-QM dalam konteks industri batik, padahal potensi teknologi ini dapat memberikan solusi praktis untuk meningkatkan efisiensi operasional dan keberlanjutan (Cholil and Madelan 2022).

Dengan latar tersebut, penelitian ini menitikberatkan pada optimasi GSCM melalui penerapan modul POM-QM for Windows untuk meminimalkan limbah produksi Batik Royyan Tuban. Tujuannya adalah menghasilkan model manajemen rantai pasok yang efisien dan berkelanjutan, mengurangi biaya operasional, meningkatkan kualitas produk, dan memperkuat citra perusahaan sebagai pelopor praktek ramah lingkungan di industri batik (Nia Budi, Muhammad Faisal Afa, and Zainal Fanani 2020). Rangkaian kegiatan meliputi kajian literatur GSCM dan Green Economy, analisis data kuantitatif menggunakan metode EOQ, serta studi kasus implementasi dan rekomendasi strategi.

Secara keseluruhan, kebutuhan mendesak untuk mengadopsi GSCM yang didukung teknologi tercermin dalam tantangan lingkungan, sosial, dan ekonomi yang dihadapi industri tekstil Indonesia. Melalui penelitian ini, diharapkan terwujud kerangka kerja holistik yang memadukan prinsip-prinsip sustainability, inovasi teknologi, dan kebijakan terintegrasi, sehingga Batik Royyan Tuban dan pelaku IKM sejenis dapat beroperasi lebih efisien, ramah lingkungan, dan kompetitif di pasar global.

### Tinjauan Pustaka

Manajemen operasional merupakan fungsi inti dalam organisasi yang mengatur perencanaan, pengendalian, dan pengawasan proses produksi untuk mencapai efisiensi, efektivitas, serta keberlanjutan. Heizer dan Render (2017) menjelaskan bahwa manajemen operasional berfokus pada transformasi input menjadi output yang bernilai tambah melalui strategi efisiensi, kualitas, fleksibilitas, dan inovasi. Dalam perkembangannya, konsep modern seperti Lean Manufacturing dan Total Quality Management (TQM) semakin dilengkapi dengan praktik berorientasi lingkungan. Hal ini selaras dengan teori Triple Bottom Line yang diperkenalkan Elkington (1997), dimana kinerja operasional perusahaan tidak hanya diukur dari aspek ekonomi, tetapi juga sosial dan lingkungan. Dengan demikian, manajemen operasional yang berkelanjutan menjadi landasan penting dalam memperkuat daya saing jangka panjang (Ahmad, 2018; Suryahanjaya et al., 2024).

Supply Chain Management (SCM) selanjutnya dipandang sebagai koordinasi strategis aliran barang, informasi, dan keuangan dari pemasok hingga pelanggan akhir (Hugos, 2024). SCM modern tidak hanya menekankan pada efisiensi biaya dan waktu, tetapi juga pada kolaborasi lintas fungsi serta integrasi sistem informasi untuk meningkatkan kecepatan respons terhadap dinamika pasar. Perspektif Resource-Based View (Barney, 1991) menegaskan bahwa kemampuan unik perusahaan dalam mengelola rantai pasok dapat menjadi sumber keunggulan kompetitif yang sulit ditiru. Oleh karena itu, SCM yang terintegrasi mampu menciptakan nilai tambah melalui ketepatan waktu, kualitas produk, dan kepuasan pelanggan (Pratiwi & Handayani, 2022).

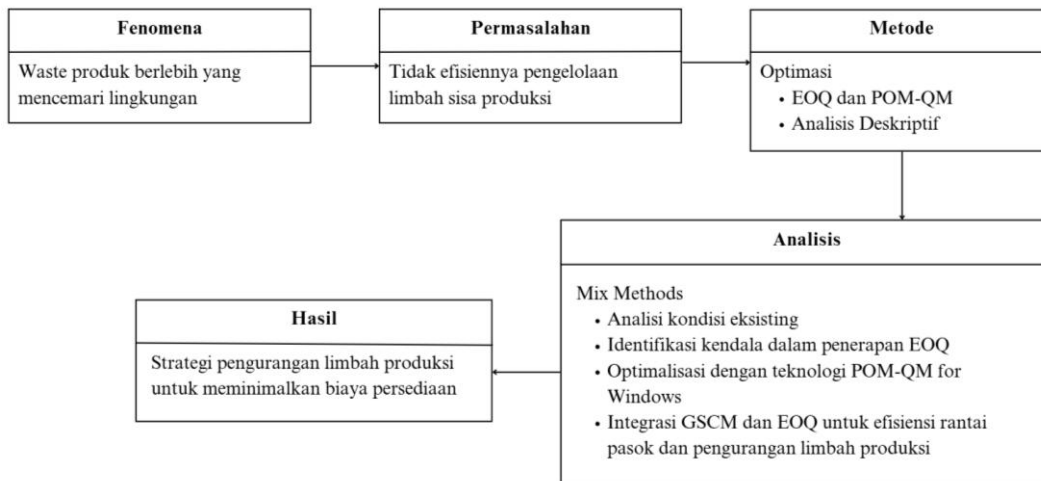
Perkembangan konsep ini kemudian melahirkan Green Supply Chain Management (GSCM) yang mengintegrasikan prinsip keberlanjutan lingkungan ke dalam setiap tahapan rantai pasok, mulai dari green procurement dan green manufacturing hingga green logistics dan reverse logistics (Srivastava, 2007; Verma et al., 2018). Pendekatan ini sejalan dengan prinsip circular economy yang menekankan efisiensi sumber daya dan minimisasi limbah. Penelitian empiris menunjukkan bahwa penerapan GSCM tidak hanya berkontribusi pada pengurangan dampak lingkungan, tetapi juga berpengaruh positif terhadap kinerja finansial perusahaan, baik melalui penghematan biaya maupun peningkatan reputasi (Sahar et al., 2020; Patradhiani et al., 2023).

Dalam kaitannya dengan manajemen persediaan, efisiensi menjadi aspek yang sangat krusial. Persediaan yang berlebihan menimbulkan risiko biaya penyimpanan, sedangkan kekurangan persediaan dapat menghambat kelancaran produksi. Untuk itu, model Economic Order Quantity (EOQ) yang diperkenalkan Harris (1915) digunakan untuk menentukan jumlah pemesanan optimal dengan menyeimbangkan biaya pemesanan dan penyimpanan. Konsep ini sangat relevan diterapkan pada industri padat karya seperti batik, karena keterbatasan ruang gudang dan bahan baku yang sensitif terhadap limbah produksi. Selain itu, variabel tambahan seperti safety stock dan reorder point mendukung perusahaan menjaga ketersediaan bahan tanpa menimbulkan overstock (Putra et al., 2023; Anenda & Utami, 2020).

Peran teknologi menjadi aspek penting dalam mendukung penerapan GSCM yang efektif. Integrasi sistem informasi real-time, pemanfaatan Internet of Things (IoT), serta perangkat lunak analitik seperti POM-QM for Windows terbukti mempercepat pengambilan keputusan berbasis data. Menurut Kumar et al. (2023), teknologi dalam SCM meningkatkan keakuratan perencanaan produksi, mengurangi kesalahan manusia, serta membantu pemantauan indikator lingkungan. Dalam konteks industri batik, penggunaan POM-QM dengan metode EOQ dapat mengoptimalkan jumlah pemesanan bahan baku, menekan biaya, sekaligus mengurangi limbah yang dihasilkan (Cholil & Madelan, 2022).

Walaupun GSCM telah banyak diterapkan pada sektor manufaktur berskala besar, penelitian di level usaha kecil dan menengah (UKM), khususnya industri batik, masih relatif terbatas. Minimnya dukungan teknologi, rendahnya kesadaran lingkungan, serta kurangnya pendekatan kuantitatif berbasis software dalam manajemen rantai pasok menunjukkan adanya celah riset yang dapat dijawab melalui studi ini. Dengan menitikberatkan pada optimasi GSCM yang terintegrasi dengan model EOQ berbantuan teknologi, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata baik dalam aspek akademis maupun praktik bisnis yang berkelanjutan. Berikut merupakan kerangka konseptual dari penelitian ini:

**Gambar 1.** Kerangka Konseptual



Sumber: Data Perusahaan

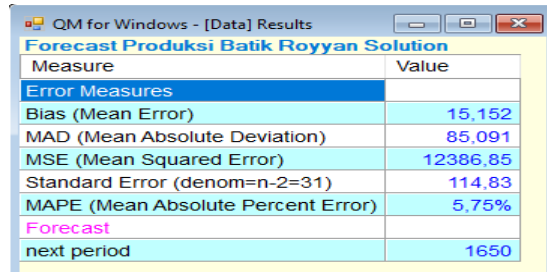
**Metode Penelitian**

Subjek penelitian mencakup pemilik dan karyawan Batik Royyan Tuban, sedangkan objeknya adalah praktik rantai pasok dan pengelolaan limbah di perusahaan. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur untuk kerangka teoretis, serta studi lapangan berupa observasi, wawancara, dan dokumentasi data primer dan sekunder di lapangan. Analisis data terbagi menjadi dua: analisis deskriptif untuk menggambarkan kondisi eksisting dan analisis kuantitatif penerapan EOQ menggunakan POM-QM for Windows guna menentukan kuantitas pesanan optimal serta mengidentifikasi kendala implementasi. Tahapan penelitian meliputi (1) identifikasi masalah melalui observasi langsung, (2) studi literatur dan lapangan, (3) pengumpulan data primer dan sekunder, (4) pengolahan data dengan perhitungan EOQ dan evaluasi GSCM, serta (5) evaluasi hasil dan penyusunan strategi rekomendasi, diakhiri dengan model implementasi dan saran tindak lanjut bagi Batik Royyan.

## Hasil dan Pembahasan

### 1. Perhitungan *Forecasting*

Gambar 2. Forecast Produksi

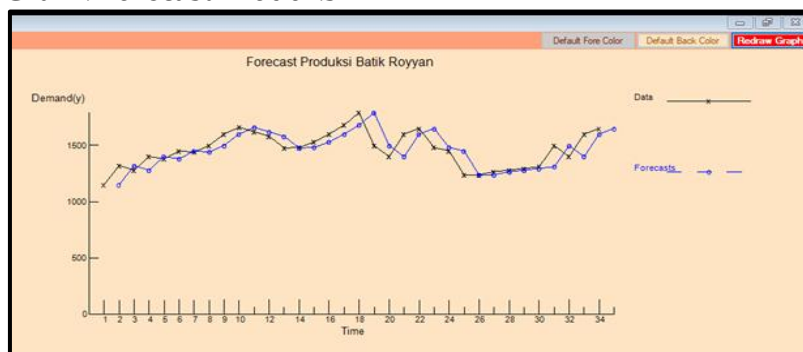


Measure	Value
<b>Error Measures</b>	
Bias (Mean Error)	15,152
MAD (Mean Absolute Deviation)	85,091
MSE (Mean Squared Error)	12386,85
Standard Error (denom=n-2=31)	114,83
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	5,75%
<b>Forecast</b>	
next period	1650

Sumber: Pengolahan Data

Tabel peramalan dengan metode *Exponential Smoothing* menunjukkan estimasi permintaan Batik Royyan Tuban pada bulan ke-37 (Januari 2025) sebesar 1.650 unit; angka ini digunakan sebagai proyeksi rata-rata permintaan bulanan selama tahun 2025, sehingga total kebutuhan tahunan diperkirakan mencapai 19.800 unit. Metode *Exponential Smoothing* dipilih karena memiliki kemampuan adaptif dalam memprioritaskan data terbaru melalui parameter smoothing ( $\alpha$ ), yang secara eksponensial menurunkan bobot data historis seiring waktu. Keunikan pengolahan data dengan metode ini terletak pada fleksibilitasnya dalam mengakomodasi noise atau fluktuasi ringan tanpa memerlukan identifikasi pola musiman (*seasonality*) atau tren jangka panjang secara eksplisit, seperti pada model ARIMA atau *Decomposition*. Selain itu, proses perhitungannya tidak memerlukan struktur model kompleks sehingga efisien secara komputasional, namun tetap mampu menghasilkan estimasi yang akurat. Keandalan model diperkuat dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 5,75%, yang berada di bawah ambang batas toleransi kesalahan 10%, sehingga menjadikannya layak digunakan sebagai dasar input dalam perhitungan *Economic Order Quantity* (EOQ) dan perencanaan persediaan yang berbasis permintaan historis.

Gambar 3. Grafik Forecast Produksi



Sumber: Pengolahan Data

Grafik “Forecast Produksi Batik Royyan” memperlihatkan perbandingan antara data produksi aktual (garis hitam) dan hasil peramalan Exponential Smoothing (garis biru) selama 36 bulan (Jan 2022–Des 2024) pada sumbu waktu per bulan (1–36) dan volume produksi (0–2.000 unit). Garis biru secara konsisten meniru pola fluktuasi garis hitam termasuk lonjakan dan penurunan permintaan yang menunjukkan kemampuan model menangkap dinamika jangka pendek meski tanpa pola musiman tajam. Koherensi visual ini didukung oleh MAPE 5,75%, menandakan tingkat kesalahan rendah dan andal untuk perencanaan kapasitas. Estimasi permintaan bulan ke-37 sebesar 1.650 unit (19.800 unit per tahun) lalu dijadikan dasar perhitungan EOQ guna mengoptimalkan jumlah pemesanan bahan baku, meminimalkan biaya persediaan, dan mendukung efisiensi operasional serta keberlanjutan rantai pasok

## 2. Perhitungan EOQ

Setelah memperoleh estimasi kebutuhan bahan baku tahunan, tahap selanjutnya adalah menerapkan model Economic Order Quantity (EOQ) untuk menentukan jumlah pemesanan optimal yang dapat menyeimbangkan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Dengan mempertimbangkan risiko overstock seperti tingginya biaya gudang, kerusakan, dan sisa bahan serta risiko stockout yang dapat mengganggu kelancaran produksi, perhitungan EOQ dilakukan menggunakan perangkat lunak POM-QM for Windows versi 5.0. Dari input kebutuhan tahunan dan parameter biaya, software ini memberikan rekomendasi jumlah pesanan per batch, frekuensi pemesanan dalam setahun, dan estimasi total biaya persediaan jika skema EOQ tersebut diimplementasikan.

**Gambar 4.** Tampilan Input Parameter Perhitungan EOQ Menggunakan Software POM-QM for Windows 5.0

Reorder point		Order Quantity (0=EOQ)
<input checked="" type="radio"/> No reorder point <input type="radio"/> Compute reorder point		0
<b>EOQ Bahan Baku Kain Batik</b>		
Parameter	Value	
Demand rate(D)	19800	
Setup/ordering cost(S)	50000	
Holding/carrying cost(H)	2500	
Unit cost	0	

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan perhitungan Economic Order Quantity (EOQ) dengan memasukkan estimasi permintaan tahunan sebesar 19.800 unit, biaya pemesanan Rp 50.000 per order, dan biaya penyimpanan Rp 2.500 per unit per tahun, diperoleh jumlah pemesanan optimal sebesar 890 unit per kali order. Dengan demikian, perusahaan perlu melakukan pemesanan sekitar 22–23 kali dalam

setahun, dan total biaya persediaan yang merupakan penjumlahan antara biaya pemesanan dan biaya penyimpanan—akan mencapai sekitar Rp 2.225.000 per tahun jika skema pemesanan ini diterapkan secara konsisten.

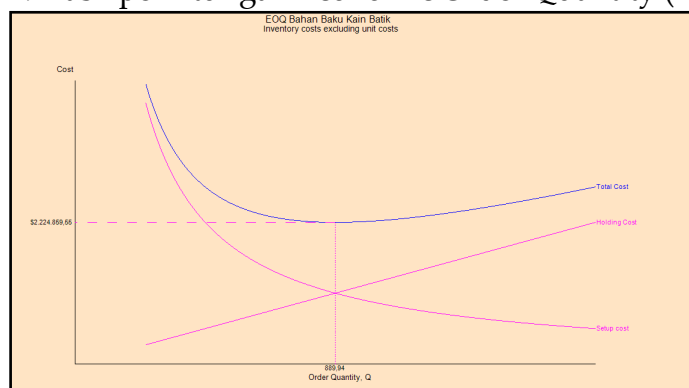
**Gambar 5.** Interpretasi Hasil Output Perhitungan EOQ Bahan Baku Kain Batik

Parameter	Value	Parameter	Value
Demand rate(D)	19800	Optimal order quantity (Q*)	889,94
Setup/ordering cost(S)	50000	Maximum Inventory Level (Imax)	889,94
Holding/carrying cost(H)	2500	Average inventory	444,97
Unit cost	0	Orders per period (N)	22,25
		Annual Setup cost	1112430,0
		Annual Holding cost	1112430,0
		Total Inventory (Holding + Setup) Cost	2224860,0
		Unit costs (PD)	0
		Total Cost (including units)	2224860,0

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan perhitungan EOQ, pemesanan optimal sebanyak 890 unit per order mampu menyeimbangkan biaya pemesanan dan penyimpanan sehingga total biaya persediaan tahunan dapat ditekan menjadi sekitar Rp 2.224.860; dengan jumlah ini, perusahaan cukup melakukan 22 kali pemesanan dalam setahun, yang menjamin ketersediaan bahan baku secara teratur tanpa menimbun stok berlebih atau sering kehabisan, serta memudahkan pengelolaan gudang, penjadwalan produksi, dan pengendalian biaya operasional secara lebih efisien dan berkelanjutan.

**Gambar 6.** Grafik Hasil perhitungan Economic Order Quantity (EOQ)



Sumber: Pengolahan Data

Hasil perhitungan EOQ menunjukkan bahwa titik pemesanan optimal untuk bahan baku kain batik adalah sebesar 889,94 unit per order, di mana total biaya persediaan tahunan mencapai minimum Rp 2.224.860. Pada titik ini, kurva biaya pemesanan yang menurun seiring meningkatnya ukuran pesanan dan kurva biaya

penyimpanan yang meningkat secara berlawanan bertemu, sehingga menghasilkan keseimbangan biaya terbaik. Jika jumlah pesanan melebihi nilai EOQ, beban biaya penyimpanan akan melonjak, sementara jika pesanan terlalu kecil, frekuensi pemesanan yang lebih sering akan mendorong biaya administrasi naik. Dengan mengikuti rekomendasi 889,94 unit per pemesanan dan menjadwalkan sekitar 22–23 kali order per tahun, perusahaan dapat menghindari pemborosan biaya, mengurangi risiko penumpukan stok, dan menjaga kelancaran produksi tanpa kekurangan bahan.

### 3. Analisis EOQ

Sebelum penerapan EOQ, Batik Royyan mengelola persediaan bahan baku secara konvensional berdasarkan intuisi dan pengalaman pemilik, dengan frekuensi pemesanan tinggi (36–48 kali per tahun) dan jumlah pesanan yang bervariasi (400–500 unit). Akibatnya, perusahaan kerap mengalami over-stok saat permintaan menurun, menimbulkan biaya penyimpanan yang tidak terkontrol dan limbah serta under-stok saat permintaan melonjak, yang mengganggu kelancaran produksi dan menurunkan kepuasan pelanggan. Tanpa titik pesanan yang rasional, total biaya persediaan menjadi tinggi dan arus kas tertekan akibat pembelian yang tidak terencana.

Setelah perhitungan EOQ dengan POM-QM, diperoleh jumlah pemesanan optimal sebesar 889,94 unit per order, frekuensi pesanan turun menjadi sekitar 22,25 kali per tahun, serta biaya pemesanan dan penyimpanan tahunan masing-masing sebesar Rp 1.112.430, sehingga total biaya persediaan menjadi Rp 2.224.860 dengan rata-rata stok 444,97 unit. Penerapan ini menstabilkan pasokan, memangkas frekuensi pemesanan hampir setengahnya, dan mengoptimalkan ruang gudang, sekaligus mendukung pengurangan limbah bahan baku dan jejak karbon dari aktivitas logistik, memberikan efisiensi biaya sekaligus kontribusi positif terhadap praktik keberlanjutan.

### 4. Implementasi GSCM

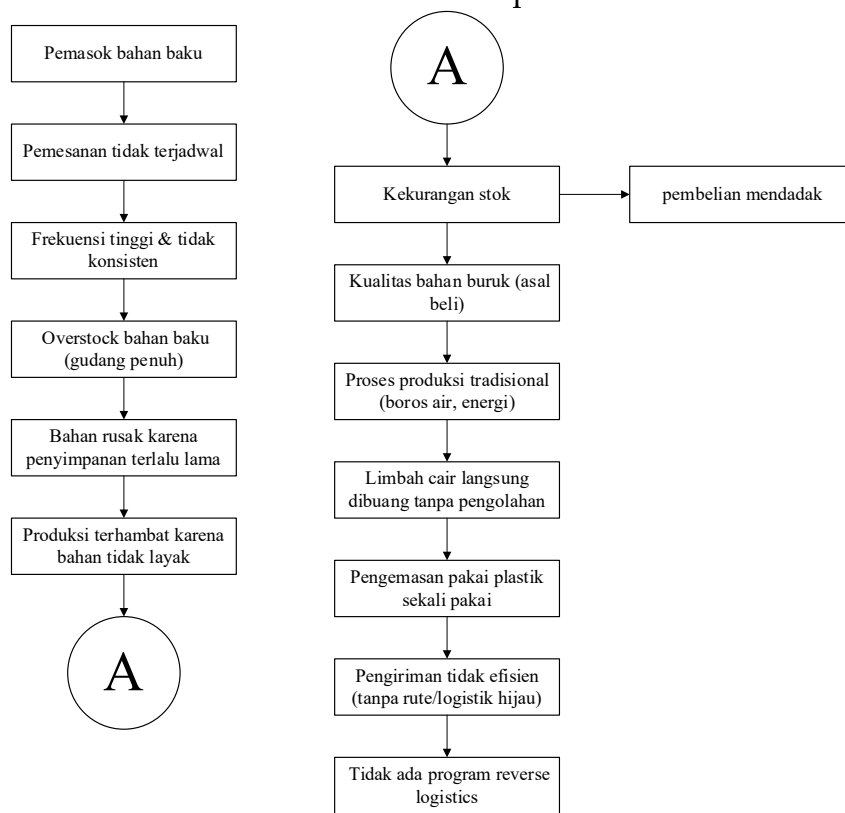
Sebelum dilakukan optimasi Green Supply Chain Management (GSCM), alur rantai pasok Batik Royyan Tuban masih berjalan secara konvensional dan sangat bergantung pada intuisi pemilik usaha. Pada tahap hulu, pemesanan bahan baku seperti kain, malam, dan pewarna dilakukan secara tidak terjadwal serta cenderung mengikuti kebutuhan mendesak produksi. Pemilihan pemasok lebih berorientasi pada harga dan ketersediaan, tanpa mempertimbangkan aspek keberlanjutan atau sertifikasi lingkungan. Akibatnya, perusahaan sering mengalami ketidakseimbangan antara kelebihan persediaan (overstock) dan kekurangan bahan (stockout).

- Hulu: Pemesanan bahan baku dilakukan tidak terjadwal dan berbasis intuisi pemilik. Pemilihan pemasok hanya mempertimbangkan harga dan

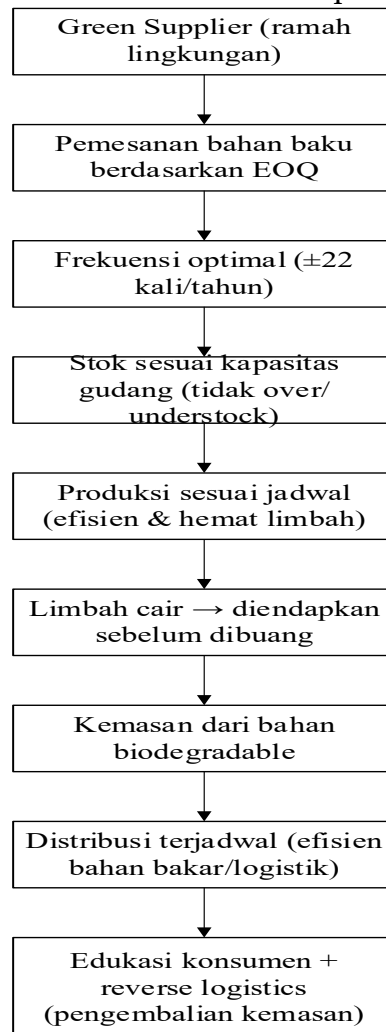
ketersediaan, belum memperhatikan aspek ramah lingkungan. Kondisi ini sering menimbulkan masalah overstock maupun stockout.

- Internal: Proses produksi masih menghasilkan limbah cair tanpa pengolahan memadai. Konsumsi air tinggi, pewarna sintetis dominan, serta penggunaan kemasan plastik sekali pakai masih umum sehingga menambah beban lingkungan.
- Hilir: Distribusi produk menggunakan jasa ekspedisi konvensional tanpa rute efisien. Belum ada sistem reverse logistics untuk mengelola kemasan bekas atau produk rusak, sehingga aspek keberlanjutan pasca produksi belum diterapkan.

Gambar 7. Rantai Pasok Sebelum Dilakukan Optimasi



Sumber: Observasi dan Wawancara Langsung

**Gambar 8.** Rantai Pasok Setelah Dilakukan Penerapan Metode EOQ

Sumber: Pengolahan Data

1. Hulu: Dari pemesanan tak terjadwal dan berbasis intuisi, beralih ke EOQ terjadwal dengan seleksi pemasok berdasarkan kriteria lingkungan.
2. Internal: Proses pewarnaan kini dilengkapi pengendapan limbah cair, penggunaan pewarna lebih ramah, dan pengemasan biodegradable.
3. Hilir: Rute distribusi dioptimalkan untuk mengurangi emisi, serta program reverse logistics aktif menampung dan mendaur ulang kemasan bekas.

##### 5. Evaluasi Penerapan Green Supply Chain Management (GSCM)

Green Supply Chain Management (GSCM) merupakan pendekatan strategis yang mengintegrasikan prinsip keberlanjutan lingkungan ke dalam setiap tahap rantai pasok, mulai dari pengadaan bahan baku, proses produksi, hingga distribusi ke konsumen akhir, dengan tujuan meningkatkan efisiensi operasional sekaligus meminimalkan dampak lingkungan (Ismaya & Suseno, 2022). Evaluasi penerapan GSCM di Batik Royyan dibagi dalam tiga tahap utama: hulu, internal, dan hilir.

Pada tahap hulu, green procurement belum diterapkan secara maksimal karena pemilihan bahan baku seperti malam dan pewarna sintetis masih berorientasi pada harga dan ketersediaan, bukan pada keberlanjutan lingkungan; belum ada kriteria lingkungan seperti penggunaan bahan alami atau sertifikasi ISO 14001 untuk pemasok. Pada tahap internal, pengelolaan limbah cair dari proses pewarnaan belum dilakukan karena tidak adanya instalasi pengolahan air limbah (IPAL), konsumsi air masih tinggi, dan penggunaan kemasan plastik sekali pakai belum digantikan dengan material biodegradable atau kain sisa produksi. Di tahap hilir, distribusi produk masih menggunakan jasa ekspedisi konvensional tanpa perencanaan rute efisien, belum adanya sistem reverse logistics, serta minimnya edukasi kepada konsumen terkait pengelolaan limbah kemasan. Perbaikan menyeluruh direkomendasikan di semua tahap, mulai dari seleksi pemasok ramah lingkungan, pembangunan sistem pengolahan limbah sederhana, pengalihan kemasan ke bahan terurai, hingga efisiensi rute pengiriman dan edukasi pelanggan. Selaras dengan itu, hasil perhitungan EOQ sebesar 889,94 unit turut mendukung GSCM, karena mampu mengurangi frekuensi pemesanan dan aktivitas logistik, sehingga menekan emisi karbon, mengefisienkan energi dan biaya, serta mencegah kelebihan stok yang berpotensi menjadi limbah. Integrasi EOQ dan GSCM ini memberikan fondasi kuat bagi Batik Royyan untuk menjadi UMKM yang efisien sekaligus bertanggung jawab terhadap keberlanjutan lingkungan (Ismaya & Suseno, 2022).

## 6. Strategi Integrasi EOQ dan GSCM

Integrasi antara Economic Order Quantity (EOQ) dan Green Supply Chain Management (GSCM) dalam penelitian ini menawarkan pendekatan berbeda dari studi sebelumnya, karena menghubungkan metode kuantitatif dalam pengendalian persediaan dengan prinsip keberlanjutan lingkungan. Selama ini, EOQ lebih sering dipandang sebatas metode matematis untuk menekan biaya persediaan, sementara GSCM diposisikan dalam kerangka konseptual tanpa dukungan perhitungan yang konkret. Penelitian ini menggabungkan keduanya menjadi suatu model terpadu yang mampu menekan biaya sekaligus mengurangi dampak lingkungan dari aktivitas produksi hingga distribusi.

Pada tahap hulu, hasil perhitungan EOQ tidak hanya dimanfaatkan untuk menentukan jumlah pemesanan yang ekonomis, tetapi juga digunakan sebagai dasar penyesuaian dengan kriteria lingkungan dalam pemilihan pemasok. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk menyelaraskan volume pemesanan dengan kapasitas pemasok yang berkomitmen pada praktik ramah lingkungan, sehingga peran EOQ meluas dari sekadar alat efisiensi menjadi instrumen seleksi strategis dalam green procurement.

Pada tahap internal, EOQ berfungsi menjaga keseimbangan bahan baku agar sesuai dengan kebutuhan optimal. Dengan jumlah yang lebih terkendali, produksi

terhindar dari kelebihan persediaan maupun overproduksi yang berpotensi menjadi limbah. Efisiensi ini turut mendukung penghematan energi, air, dan bahan kimia dalam proses pewarnaan, sehingga metode yang awalnya difokuskan pada pengendalian biaya persediaan dapat secara langsung berkontribusi pada pengurangan limbah dan peningkatan keberlanjutan operasional.

Pada tahap hilir, perhitungan EOQ membantu perusahaan menyusun jadwal distribusi yang lebih efisien, sehingga frekuensi pengiriman dapat ditekan tanpa mengganggu ketersediaan produk. Dengan cara ini, emisi karbon dari aktivitas logistik berkurang secara signifikan. Selain itu, pendekatan ini membuka peluang penerapan reverse logistics dengan biaya yang lebih terkendali, misalnya program pengembalian kemasan atau pemanfaatan kembali limbah produksi.

Dengan penggabungan antara EOQ berbasis perangkat lunak POM-QM for Windows dan prinsip GSCM, penelitian ini menghadirkan model manajemen rantai pasok yang lebih relevan bagi usaha kecil dan menengah seperti industri batik. Model ini tidak hanya menghasilkan efisiensi biaya, tetapi juga memastikan praktik produksi dan distribusi yang lebih ramah lingkungan. Pendekatan semacam ini jarang ditemukan dalam penelitian sebelumnya, sehingga memberikan kontribusi baru yang penting baik dari sisi akademis maupun praktik di lapangan.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian di Batik Royyan Tuban, dapat disimpulkan bahwa penerapan Green Supply Chain Management (GSCM) yang terintegrasi dengan metode Economic Order Quantity (EOQ) mampu meningkatkan efisiensi operasional dan kinerja lingkungan secara signifikan. Sebelum implementasi, sistem rantai pasok masih konvensional dan menghasilkan limbah tinggi, namun dengan pendekatan EOQ, jumlah pemesanan bahan baku menjadi lebih optimal, menurunkan biaya dan potensi limbah. Integrasi GSCM dan EOQ menciptakan manfaat ganda berupa efisiensi biaya dan keberlanjutan lingkungan, meskipun masih terdapat kendala seperti keterbatasan data, pemahaman staf yang rendah terhadap GSCM, dan resistensi perubahan. Oleh karena itu, disarankan agar Batik Royyan memperkuat budaya keberlanjutan di internal perusahaan, menjadikan variabel lingkungan sebagai bagian dari evaluasi operasional, menyesuaikan perencanaan permintaan terhadap tren musiman, membangun kemitraan dengan pemasok ramah lingkungan, serta mengembangkan indikator kinerja GSCM untuk memastikan keberlanjutan strategi ini dalam jangka panjang.

**Daftar Pustaka.**

- Ahmad, Gatot Nazir. 2018. *Manajemen Operasi*. Edited by Retno Ayu Kusumaningtyas. Jakarta: Bumi Aksara.
- Amrozi, Yusuf, Hafid Ramadhan, and Mokhammad Iqbal Maulana. 2022. "Responsive Strategy Versus Efficiency Strategy On New Product Launches (A Study Literature)." *Media Ekonomi* 22 (1): 45. <https://doi.org/10.30595/medek.v22i1.12681>.
- Anenda, Lulitasari Putri, and Wika Dianita Utami. 2020. "Analisis Pengendalian Persediaan Batu Bara Menggunakan Metode Economic Order Quantity." *Jurnal Algebra* 1(2): 118–127. <https://doi.org/https://doi.org/10.29080/algebra.v1i2.7>.
- Ariyanti, Fransisca Dini. 2018. "Green Supply Chain Practices in Indonesia's Industries." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 195 (1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/195/1/012028>.
- BPS. 2021. "Laporan Statistik Industri Tekstil Di Indonesia 2021." Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAyNiMx/ekspor-pakaian-jadi-konveksi-dari-tekstil-menurut-negara-tujuan-utama-2012-2020.html>.
- Cholil, Achmad Azhar, and Sugiyono Madelan. 2022. "Optimization of Production Plastic Sacks Using POM-QM Application for Windows (Case Study: PT Rajawali Tanjungsari Engineering)." *International Research Journal of Innovations in Engineering and Technology (IRJIET)* 6 (8): 15–24. <https://doi.org/10.47001/IRJIET/2022.608003>.
- Gabriel, M., Luque, M.L.D. 2019. *Sustainable Development Goal 12 and Its Relationship with the Textile Industry*. Singapore: Springer, Singapore. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-13-8787-6\\_2](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-13-8787-6_2).
- Kementerian Perdagangan RI. 2022. "Mendag Melepas Ekspor 50 Kontainer Produk TPT Ke 20 Negara." Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. 2022. <https://www.kemendag.go.id/berita/foto/mendag-melepas-ekspor-50-kontainer-produk-tpt-ke-20-negara>.
- Komunikasi LCDI. 2022. "Mengenal Fesyen Sirkular, Siklus Yang Mengubah Dinamika Dunia Mode." LCDI Low Carbon Development Indonesia Kementerian PPN/Bappenas. 2022. <https://lcdi-indonesia.id/2022/03/08/mengenal-fesyen-sirkular-siklus-yang-mengubah-dinamika-dunia-mode/>.
- Kumar, Anup, Santosh Kumar Shrivastav, Avinash K. Shrivastava, Rashmi Ranjan Panigrahi, Abbas Mardani, and Fausto Cavallaro. 2023. "Sustainable Supply Chain Management, Performance Measurement, and Management: A Review." *Sustainability (Switzerland)* 15 (6): 1–25. <https://doi.org/10.3390/su15065290>.

- Lee, Victor, Nicole Ardoin, and Jenny Suckale. 2024. "Empowering Youth in Frontline Communities through Climate Data." *Stanford Woods Institute for the Environment*. <https://woods.stanford.edu/news/2023-stanford-environmental-research-year-review>.
- Michael H. Hugos. 2024. *Essentials of Supply Chain Management*. Fifth. Hoboken, New Jersey, Amerika Serikat: John Wiley & Sons.
- Nia Budi, Puspitasari, Yulianto Muhammad Faisal Afa, and Rosyada Zainal Fanani. 2020. "Green Manufacturing Challenge in Small and Medium Industries (SMEs) Batik Laweyan Surakarta." *E3S Web of Conferences* 202: 1–11. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020203011>.
- Patradhiani, Rurry, Bima Anugrah, Nidya Wisudawati, and Yasmin Yasmin. 2023. "Model Penilaian Kinerja Green Supply Chain Management Dengan Pendekatan Green Supply Chain Operation Reference Untuk Mengurangi Pencemaran Lingkungan." *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri* 8 (1). <https://doi.org/10.32502/js.v8i1.5996>.
- Pratiwi, Nindar Septiani Eka, and Wiwik Handayani. 2022. "ANALISIS FLEKSIBILITAS SUPPLY CHAIN BERBASIS MAKE TO ORDER DENGAN METODE FUZZY-AHP PADA KONVEKSI UD HASBY PONOROGO" 7 (2). <https://doi.org/https://doi.org/10.31932/jpe.v7i2.1568>.
- Pujotomo, Darminto, Sriyanto, and Lenny Widyawati. 2018. "Analysis of the Barriers of Cleaner Production Implementation in Kampung Batik Semarang Using Interpretive Structural Modeling Approach." *AIP Conference Proceedings* 1977 (July 2023). <https://doi.org/10.1063/1.5042881>.
- Putra, Arya Pramandeva, Jauhari Arifin, and Daniel Parlindungan. 2023. "Aplikasi Metode EOQ Dalam Efisiensi Total Biaya Persediaan Dan Optimasi Pengendalian Persediaan Bahan Baku Thinner Di PT. XYZ." *Jurnal Serambi Engineering* 8 (3): 6680–87. <https://doi.org/10.32672/jse.v8i3.6296>.
- Putri, Ariestya Wahyu, Bulan Prabawani, and Sri Suryoko. 2022. "ANALISIS GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PADA PERUSAHAAN Pendahuluan Perubahan Dan Tantangan Yang Terjadi Saat Ini Menuntut Perusahaan Mulai Menjalankan" 11 (1): 89–93.
- Rusmawati, Zeni, and Noorlailie Soewarno. 2021. "The Role of Green Technology to Investigate Green Supply Chain Management Practice and Firm Performance." *Uncertain Supply Chain Management* 9 (2): 421–28. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2021.2.001>.
- Sahar, D. P., M. T. Afifudin, and A. B.R. Indah. 2020. "Review of Green Supply Chain Management in Manufacturing: A Case Study." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 575 (1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/575/1/012239>.
- SIPSN. 2023. "Data Dan Informasi Tentang Komposisi Sampah Di Indonesia." SIPSN (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional) - Kementerian

- Lingkungan Hidup Dan Kehutanan. 2023. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/komposisi>.
- Srivastava, Samir K. 2007. "Green Supply-Chain Management: A State-of-the-Art Literature Review." *International Journal of Management Reviews* 9 (1): 53–80. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2007.00202.x>.
- Suasri, Eni, and Dena Zuliana. 2023. "Analisis Pengendalian Internal Atas Persediaan Barang Dagang." *Jurnal Humaniora Teknologi* 9 (2): 14–22. <https://doi.org/10.34128/jht.v9i2.133>.
- Suryahanjaya, Billy, Bisma Ayodha, Kurniawan Putra, Dan Christephen, and Adi Nugroho. 2024. "Inovasi Strategi Bisnis Dalam Menghadapi Pola Konsumsi Dan Produk F&B Yang Berkelanjutan." *Prosiding SENAM 2024* 4: 38–48.
- Tangkere, Andries Jusuf, Arrazi Bin Hasan Jan, and Merlyn Mourah Karuntu. 2024. "Analisis Pengendalian Persediaan Pupuk (Studi Kasus Pada Toko Tani)." *Emba* 12 (1): 685–96.
- Verma, Deepti, Ruchi V Dixit, and Krishanveer Singh. 2018. "Green Supply Chain Management: A Necessity for Sustainable Development." *The IUP Journal of Supply Chain Management* XV, No. 1: 40–58. [https://www.iupindia.in/supplychain\\_management.asp](https://www.iupindia.in/supplychain_management.asp).
- Woods Institute for the Environment. 2024. "2023 Stanford Environmental Research: A Year in Review." *Stanford Universityford University*. <https://woods.stanford.edu/news/2023-stanford-environmental-research-year-review>.