

SUPPLY CHAIN MANAGEMENT UNTUK UMKM: KUNCI EFISIENSI & DAYA SAING

Rizki Prakasa Hasibuan^{1*}, Siti Aisyah Jamal², Herman³, Fritalia Afrija⁴, Nabila Husnul Khotimah⁵

^{1,2,3,4,5} Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ibnu Sina, Batam

*email: rizki.ph@uis.ac.id

Abstract

The participation of Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in Indonesia's industrial supply chains remains critically low, accounting for only 6.3% of the total 65.5 million MSMEs. This condition highlights the urgency of implementing strategic measures to enhance their integration into the national industrial ecosystem. This study aims to examine the existing conditions of MSME supply chains and to develop an efficient supply chain management (SCM) model aligned with their operational capacities. The research was conducted in two phases: (1) an assessment of current supply chain practices through a survey of 25 MSMEs in the food and handicraft sectors in Batam City, and (2) the design and simulation of an SCM model involving three partner MSMEs. The findings reveal that most MSMEs lack stable supplier networks, do not employ systematic production scheduling, and have yet to adopt information technology in their operations. To address these challenges, a Hybrid Collaborative SCM (HCSM) model comprising five core components was developed. Simulation results indicate significant improvements in delivery lead times, transportation costs, production cycle times, and a reduction in stock-out frequencies, thereby demonstrating the model's potential to enhance MSME supply chain performance.

Keywords: Retail, Supply Chain Management, UMKM, Optimalisasi

1. Pendahuluan

Berdasarkan data dari Kementerian Koperasi dan UKM keterlibatan UMKM dalam rantai pasok industri masih 6.3 persen (*Dorong UMKM Masuk Rantai Pasok Global | Indonesia Baik*, n.d.). Hasil tersebut mengungkapkan bahwa keterlibatan UMKM dalam rantai pasok industri masih sangat rendah dari total UMKM yang ada di Indonesia 65,5 juta. Pemerintah Indonesia terus berupaya UMKM terlibat dalam rantai pasok industri untuk meningkatkan peluang UMKM naik Kelas.

Industri retail UMKM telah mengalami pertumbuhan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir, didorong oleh perubahan gaya hidup konsumen dan permintaan akan produk makanan yang praktis dan terjangkau (Luh Laksmi Rahmantari et al., n.d.; Sen et al., 2021). Namun, pengelolaan rantai pasokan dalam industri ini menghadapi tantangan yang kompleks dan unik. Produk-produk UMKM memiliki masa simpan yang terbatas dan membutuhkan penanganan khusus selama proses distribusi untuk memastikan kualitas dan keamanan pangan (Mercier et al., 2017; Salam et al., 2016; Wu & Hsiao, 2021).

Rantai pasokan UMKM melibatkan banyak pihak, mulai dari pemasok bahan baku, pabrik pengolahan, fasilitas penyimpanan, pusat distribusi, hingga pengecer. Setiap mata rantai ini harus dikelola dengan baik untuk memastikan aliran produk yang lancar, efisien, dan terjamin kualitasnya. Tantangan utama yang sering dihadapi meliputi pengelolaan persediaan yang tepat, optimalisasi rute pengiriman, penanganan suhu yang ketat, dan koordinasi antara pemasok, distributor, dan pengecer (Wu & Hsiao, 2021)

Pengelolaan persediaan yang tepat merupakan kunci dalam mencegah kelebihan atau kekurangan stok produk UMKM. Kelebihan stok dapat menyebabkan pemborosan sumber daya dan biaya penyimpanan yang tinggi, sementara kekurangan stok dapat mengakibatkan kehilangan penjualan dan ketidakpuasan pelanggan. Oleh karena itu, diperlukan strategi perencanaan dan pengendalian persediaan yang akurat untuk memastikan keseimbangan antara ketersediaan produk dan permintaan pasar (Salam et al., 2016)

Optimalisasi rute pengiriman juga menjadi faktor penting dalam mengelola rantai pasokan UMKM (Sugito et al., 2021). Produk beku harus dikirim dalam waktu yang sesingkat mungkin untuk menjaga kualitas dan mengurangi risiko

kerusakan. Pemilihan rute yang efisien dan pengaturan jadwal pengiriman yang tepat dapat membantu meminimalkan waktu pengiriman, dan mengurangi biaya transportasi.

Penanganan suhu yang ketat merupakan aspek krusial dalam rantai pasokan UMKM. Produk beku harus dipertahankan pada suhu yang tepat selama proses distribusi untuk mencegah pembusukan atau kerusakan (Sen et al., 2021). Kegagalan dalam mempertahankan suhu yang tepat dapat menyebabkan penurunan kualitas produk, bahkan membahayakan kesehatan konsumen (Salam et al., 2016). Oleh karena itu, perusahaan harus menggunakan teknologi pendingin yang tepat, seperti kendaraan berpendingin, fasilitas penyimpanan bersuhu rendah, dan peralatan pemantauan suhu yang canggih.

Kolaborasi dan koordinasi antara pemasok, distributor, dan pengecer juga memegang peranan penting dalam keberhasilan rantai pasok (HASIBUAN & KUSRINI, 2020). Aliran informasi yang lancar dan komunikasi yang baik di antara pihak-pihak ini dapat membantu mengantisipasi perubahan permintaan, mengoptimalkan perencanaan produksi, dan memastikan ketersediaan produk di tingkat pengecer. Selain itu, koordinasi yang baik juga dapat mengurangi risiko kesalahan pengiriman, keterlambatan, atau kerusakan produk (Ellram & Ueltschy Murfield, 2019; Gardner et al., 2019; Schiele, 2019; Shishodia et al., 2019; Sugito et al., 2021).

Penelitian ini mengkaji proses bisnis rantai pasok (*supply chain*) pada UMKM dan merancang model *supply chain management* yang efisien untuk meminimalkan waktu pengiriman dan biaya transportasi. Urgensinya terletak pada upaya meningkatkan efisiensi, mengurangi pemborosan, serta menjamin ketersediaan produk berkualitas guna meningkatkan kepuasan pelanggan dan daya saing UMKM. Selain memberikan manfaat praktis bagi pelaku usaha, penelitian ini juga berkontribusi pada pengembangan ilmu di bidang manajemen rantai pasok dan logistik, khususnya untuk penanganan produk beku atau bersuhu rendah.

2. Landasan Teori

2.1 Supply Chain Management pada UMKM

Supply Chain Management (SCM) adalah pendekatan sistematis untuk mengelola seluruh aliran informasi, material, dan jasa dari pemasok hingga konsumen akhir. Ellram dan Murfield (2019) mendefinisikan SCM sebagai koordinasi dan integrasi dari semua aktivitas bisnis dalam jaringan pemasok, produsen, distributor, dan pelanggan. Rantai pasok terdiri dari lima

komponen utama: perencanaan, pengadaan, produksi, distribusi, dan pengembalian.

UMKM memiliki karakteristik khusus dalam pengelolaan rantai pasok, yaitu skala operasi kecil, keterbatasan sumber daya finansial dan teknologi, namun memiliki fleksibilitas tinggi (Sen et al., 2021). Tantangan utama SCM pada UMKM meliputi ketidakstabilan pemasok, keterbatasan sistem informasi, kurangnya perencanaan produksi terstruktur, dan biaya logistik tinggi (Wu & Hsiao, 2021).

2.2 Model Kolaboratif dalam Supply Chain

Kolaborasi dalam rantai pasok merupakan proses dimana organisasi bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama. Schiele (2019) menjelaskan bahwa kolaborasi melibatkan berbagi informasi, risiko, dan keuntungan antar mitra. *Lean Supply Chain* berfokus pada eliminasi pemborosan melalui pengurangan lead time, minimasi inventory, dan peningkatan kualitas.

Digitalisasi dalam rantai pasok, menurut Mercier et al. (2017), mencakup penggunaan sistem informasi terintegrasi, teknologi IoT, dan real-time monitoring. Untuk UMKM, diperlukan pendekatan digitalisasi ringan menggunakan aplikasi berbasis cloud yang mudah diakses dan sistem *inventory management* sederhana.

2.3 Hybrid Collaborative Supply Chain Management (HCSM)

Model HCSM menggabungkan tiga pendekatan: *Lean Supply Chain* untuk eliminasi pemborosan, kolaborasi lokal dengan pemasok dalam radius geografis terbatas, dan digitalisasi ringan menggunakan teknologi sederhana. Model ini terdiri dari lima komponen: pemetaan *supplier* lokal, perencanaan produksi, pengelolaan inventori berbasis FIFO, integrasi logistik lokal, dan sistem umpan balik pelanggan.

Gardner et al. (2019) menjelaskan keunggulan pendekatan kolaboratif: *sustainability* melalui penggunaan pemasok lokal, *cost efficiency* dalam transportasi, *flexibility* dalam adaptasi perubahan, *risk mitigation* melalui diversifikasi, dan *community development* untuk pemberdayaan ekonomi lokal.

2.4 Pengukuran Kinerja Supply Chain

Hasibuan dan Kusri (2020) mengidentifikasi indikator kinerja yang relevan untuk UMKM: waktu pengiriman, biaya transportasi per unit, *lead time* produksi, dan frekuensi kehabisan stok. Shishodia et al. (2019) menyarankan pengukuran efisiensi melalui perbandingan sebelum-sesudah implementasi, *benchmarking*, dan analisis *cost-benefit*.

Sugito et al. (2021) menjelaskan manfaat teknologi informasi dalam SCM UMKM: peningkatan visibilitas rantai pasok, koordinasi yang lebih baik, pengambilan keputusan lebih cepat, pengurangan kesalahan manual, dan efisiensi komunikasi yang meningkat.

3. Metode Penelitian

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed method dengan desain sequential explanatory, yang terdiri dari dua tahap utama: analisis kondisi eksisting rantai pasok UMKM dan pengembangan serta simulasi model *Hybrid Collaborative Supply Chain Management* (HCSM). Penelitian dilakukan di Kota Batam, Kepulauan Riau, dengan fokus pada UMKM sektor makanan dan kerajinan.

3.2 Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh UMKM sektor makanan dan kerajinan di Kota Batam. Sampel dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan kriteria: (1) telah beroperasi minimal 2 tahun, (2) memiliki aktivitas supply chain yang jelas, dan (3) bersedia berpartisipasi dalam penelitian. Total sampel penelitian adalah 25 UMKM untuk tahap survei dan 3 UMKM mitra untuk tahap simulasi model.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

3.3.1 Data Primer

Data primer dikumpulkan melalui:

1. Wawancara terstruktur dengan pemilik atau manajer UMKM menggunakan kuesioner yang mencakup aspek pengadaan bahan baku, proses produksi, distribusi, teknologi informasi, dan pelayanan pelanggan
2. Observasi lapangan untuk memverifikasi kondisi operasional, meliputi pencatatan alur kerja produksi, metode pengiriman, dan proses pencatatan stok harian

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari dokumen Standar Prosedur Operasional (SOP), laporan keuangan, dan data historis penjualan 3 bulan terakhir dari UMKM yang menjadi objek penelitian.

3.4 Tahapan Penelitian

3.4.1 Tahap I: Analisis Kondisi Eksisting

1. Pemetaan proses bisnis menggunakan teknik business process mapping untuk mengidentifikasi aliran rantai pasok UMKM saat ini

2. Analisis kondisi *supply chain* melalui evaluasi terhadap komponen pengadaan bahan baku, produksi, distribusi, dan teknologi informasi
3. Identifikasi masalah dan *bottleneck* dalam rantai pasok UMKM melalui analisis gap

3.4.2 Tahap II: Pengembangan dan Simulasi Model HCSM

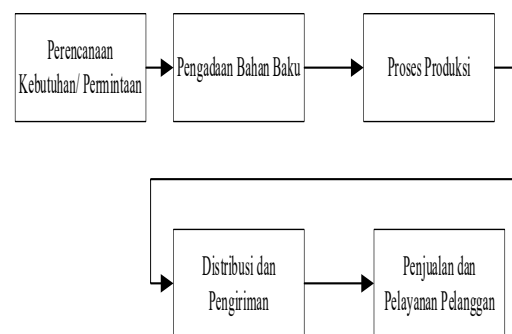
1. Perancangan model HCSM berdasarkan temuan tahap I dengan mengintegrasikan konsep lean supply chain, kolaborasi lokal, dan digitalisasi ringan
2. Implementasi simulasi model HCSM pada 3 UMKM mitra selama 2 minggu
3. Evaluasi efektivitas model melalui pengukuran indikator kinerja sebelum dan sesudah implementasi

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Data

4.1.1 Proses Bisnis Manajemen Rantai Pasok Saat Ini pada UMKM

Survei dilakukan terhadap 25 UMKM sektor makanan dan kerajinan di Kota Batam. Data dikumpulkan melalui wawancara terstruktur dan observasi. Berikut gambar proses bisnis UMKM di kota Batam dari hasil survei.



Gambar 1. Proses Bisnis UMKM Di Kota Batam

Gambar 1 di atas menunjukkan alur umum rantai pasok UMKM, dimulai dari Perencanaan Kebutuhan/Permintaan, Pengadaan Bahan Baku, Proses Produksi, Distribusi dan Pengiriman, hingga Penjualan dan Pelayanan Pelanggan. Namun, dalam implementasinya di lapangan, setiap tahapan tersebut masih menghadapi berbagai kendala

yang signifikan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.1, yang merangkum temuan utama dari masing-masing komponen rantai pasok UMKM.

Tabel 1. Kondisi Rantai Pasok UMKM Saat Ini

Komponen Rantai Pasok	Temuan Utama
Pengadaan Bahan Baku	72% belum memiliki pemasok tetap
Produksi	60% belum menggunakan sistem penjadwalan
Distribusi	68% masih manual tanpa integrasi logistik
Teknologi Informasi	80% belum menggunakan sistem digital/ERP

Kondisi rantai pasok UMKM yang teridentifikasi menunjukkan bahwa mayoritas pelaku usaha masih berada pada tahap tradisional dan informal. Hal ini berdampak pada:

- Lead time* tinggi: Rata-rata waktu antara pemesanan dan pengiriman ke konsumen mencapai 3–5 hari.
- Biaya logistik tidak efisien: Tidak ada penggabungan pengiriman, menyebabkan ongkos kirim mahal per satuan produk.
- Risiko ketidaksesuaian stok: Karena tidak adanya perencanaan dan sistem informasi, sering terjadi kelebihan atau kekurangan stok.
- Kurangnya keandalan pasok: Tanpa pemasok tetap, risiko keterlambatan dan ketidakterjaminan mutu bahan baku menjadi tinggi.

4.2 Hasil

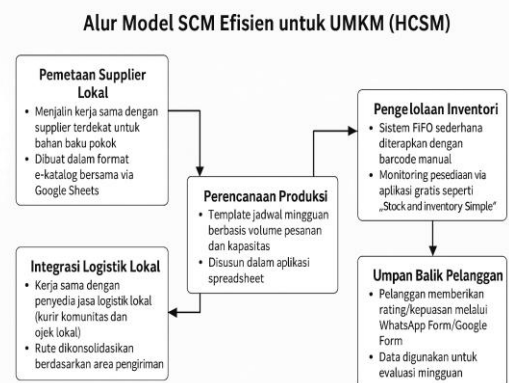
4.2.1 Usulan Model Rantai Pasok pada UMKM

Permasalahan yang ditemukan pada UMKM Kota Bata, maka dikembangkan model usulan yang disebut *Hybrid Collaborative SCM*

(HCSM). Model ini merupakan hasil kombinasi dari tiga pendekatan utama, yaitu:

- Lean Supply Chain* untuk menghilangkan pemborosan dan meningkatkan efisiensi.
- Kolaborasi Lokal, yakni integrasi pelaku UMKM dengan pemasok dan penyedia jasa logistik lokal.
- Digitalisasi Ringan, yaitu penggunaan alat bantu digital yang sederhana, murah, dan mudah diakses.

Berikut gambar model HCSM yang diusulkan:



Gambar 2. Alur Model HSCM Usulan Pada UMKM

Gambar 2 menjelaskan lima tahapan utama dalam model manajemen rantai pasok yang dirancang khusus untuk meningkatkan efisiensi operasional UMKM. Setiap tahapan saling terintegrasi untuk mengurangi waktu proses, menekan biaya, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Berikut komponen dari model usulan:

- 1. Pemetaan *Supplier* Lokal**
 - UMKM diminta menyusun daftar pemasok tetap dalam radius geografis maksimal 20 km dari lokasi produksi.
 - Daftar tersebut dituangkan dalam *Google Sheets* dengan informasi jenis bahan baku, harga, dan jadwal ketersediaan.
 - Model ini memfasilitasi hubungan jangka panjang antara produsen dan pemasok, serta membantu negosiasi harga.
- 2. Perencanaan Produksi**
 - Setiap UMKM diberi template jadwal produksi mingguan yang memuat

- kapasitas kerja, volume target, dan batas waktu pesanan.
- b) Jadwal disesuaikan berdasarkan data permintaan yang dikumpulkan melalui histori penjualan 3 bulan terakhir.
 - c) Aplikasi spreadsheet digunakan sebagai alat perencanaan utama agar dapat dibagikan ke tim produksi secara langsung.
3. Pengelolaan Inventori
 - a) Penerapan sistem FIFO (*First In First Out*) dilakukan dengan pelabelan tanggal kedatangan bahan dan barcode sederhana.
 - b) Aplikasi “*Stock and Inventory Simple*” digunakan untuk merekam jumlah stok harian dan sisa produksi.
 - c) Sistem ini membantu mengurangi risiko *expired* dan *overstock*, serta mempercepat pengambilan keputusan *restock*.
 4. Integrasi Logistik Lokal
 - a) UMKM menjalin kolaborasi dengan ojek lokal atau kurir komunitas untuk pengiriman barang ke pelanggan.
 - b) Jadwal pengiriman dikelompokkan per area tujuan menggunakan *Google Maps* untuk mengoptimalkan rute.
 - c) Sistem ini terbukti mampu menurunkan biaya logistik dan mempercepat waktu pengantaran.
 5. Umpan Balik Pelanggan

4.3 Hasil Simulasi Model HSCM

Untuk mengukur efektivitas dari model *Hybrid Collaborative Supply Chain Management* (HSCM), peneliti melakukan simulasi terbatas terhadap tiga UMKM mitra di Kota Batam yang bergerak dalam sektor makanan ringan. Simulasi dilakukan selama dua minggu dengan menerapkan seluruh komponen model HSCM secara terintegrasi, meliputi pemetaan supplier lokal, perencanaan produksi, pengelolaan inventori, integrasi logistik lokal, serta sistem umpan balik pelanggan. Hasil simulasi menunjukkan adanya peningkatan efisiensi dalam berbagai indikator operasional utama dalam rantai pasok. Berikut adalah perbandingan kondisi sebelum dan sesudah implementasi model:

Tabel 2. Sebelum dan Sesudah Implementasi Model HCSM

Indikator Operasional	Sebelum Model HCSM	Setelah Model HCSM	Efisiensi (%)
Waktu Pengiriman Rata-rata	3–5 hari	1–2 hari	50%
Biaya Transportasi /kg	Rp30.000	Rp17.000	43.3%
Waktu Produksi (lead time)	48 jam	30 jam	37.5%
Frekuensi Out of Stock	3 kali/bulan	1 kali/bulan	66%

Tabel 2 menyajikan perbandingan indikator operasional utama sebelum dan sesudah implementasi model *Hybrid Collaborative Supply Chain Management* (HSCM) pada tiga UMKM mitra. Dari sisi waktu pengiriman rata-rata, terjadi penurunan yang signifikan dari sebelumnya 3–5 hari menjadi hanya 1–2 hari. Pengurangan ini menunjukkan efisiensi sebesar 50%, yang dicapai melalui konsolidasi rute pengiriman dan kerja sama dengan kurir lokal yang terorganisir.

Selanjutnya, biaya transportasi per kilogram juga mengalami penurunan yang mencolok, dari Rp30.000 menjadi Rp17.000 per kilogram, atau sekitar 43,3% lebih rendah dibandingkan sebelum penerapan model. Efisiensi ini tercapai karena pengiriman dilakukan secara kelompok berdasarkan wilayah tujuan, bukan lagi secara satuan per pesanan.

Indikator waktu produksi (*lead time*) menunjukkan peningkatan efisiensi sebesar 37,5%. Sebelumnya, proses produksi membutuhkan waktu hingga 48 jam karena tidak adanya perencanaan terstruktur. Setelah penerapan template jadwal produksi mingguan yang disesuaikan dengan kapasitas dan permintaan aktual, waktu produksi dapat dipersingkat menjadi 30 jam.

Sementara itu, frekuensi kehabisan stok (*out of stock*) berhasil ditekan dari rata-rata 3 kali dalam sebulan menjadi hanya 1 kali. Penerapan sistem pengelolaan inventori berbasis FIFO dan pemantauan stok harian melalui aplikasi

sederhana turut mendukung efisiensi sebesar 66% pada aspek ini.

Secara keseluruhan, data pada Tabel 1.2 membuktikan bahwa implementasi model HCSCM berdampak nyata terhadap peningkatan efisiensi waktu, biaya, serta keandalan operasional UMKM dalam menjalankan manajemen rantai pasok. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan kolaboratif dan digitalisasi ringan dapat menjadi solusi yang efektif dan aplikatif bagi UMKM dengan keterbatasan sumber daya.

5. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi bahwa sebagian besar UMKM sektor makanan dan kerajinan di Kota Batam masih menerapkan praktik rantai pasok tradisional, tanpa pemasok tetap, penjadwalan produksi, maupun sistem informasi digital. Kondisi ini menyebabkan *lead time* panjang, biaya logistik tinggi, dan frekuensi kehabisan stok yang tinggi. Untuk mengatasinya, dikembangkan model *Hybrid Collaborative Supply Chain Management* (HCSCM) yang mengintegrasikan prinsip *lean supply chain*, kolaborasi lokal, dan digitalisasi ringan. Simulasi pada tiga UMKM mitra menunjukkan peningkatan signifikan: waktu pengiriman berkurang 50%, biaya transportasi turun 43,3%, *lead time* produksi berkurang 37,5%, dan frekuensi *out of stock* menurun 66%. Temuan ini membuktikan bahwa pendekatan kolaboratif berbasis teknologi sederhana efektif meningkatkan efisiensi, daya saing, dan keberlanjutan UMKM.

Daftar Referensi

- Dorong UMKM Masuk Rantai Pasok Global | Indonesia Baik. (n.d.). Retrieved March 30, 2024, from <https://indonesiabaik.id/videografis/dorong-umkm-masuk-rantai-pasok-global>
- Ellram, L. M., & Ueltschy Murfield, M. L. (2019). Supply chain management in industrial marketing–Relationships matter. *Industrial Marketing Management*, 79, 36–45. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.03.007>
- Gardner, T. A., Benzie, M., Börner, J., Dawkins, E., Fick, S., Garrett, R., Godar, J., Grimard, A., Lake, S., Larsen, R. K., Mardas, N., McDermott, C. L., Meyfroidt, P., Osbeck, M., Persson, M., Sembres, T., Suavet, C., Strassburg, B., Trevisan, A., ... Wolvekamp, P. (2019). Transparency and sustainability in global commodity supply chains. *World Development*, 121, 163–177. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.05.025>
- Hasibuan, R. P., & Kusriani, E. (2020). Model design supplier relationship performance measurement. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences*, 19, 11–22. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/epess/issue/58175/839319#author1661469>
- Luh Laksmi Rahmantari, N., Komang Mela Tri Utari, N., Putu Dharmawan Suryagita Susila Putra, I., & Studi Kewirausahaan, P. (n.d.). Strategi pengembangan UMKM dengan metode SWOT dan QSPM (Quantitative Strategic Planning Matrix) pada UMKM Freshy Salad.
- Mercier, S., Villeneuve, S., Mondor, M., & Uysal, I. (2017). Time–temperature management along the food cold chain: A review of recent developments. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(4), 647–667. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12269>
- Salam, A., Panahifar, F., & Byrne, P. J. (2016). Retail supply chain service levels: The role of inventory storage. *Journal of Enterprise Information Management*, 29(6), 887–902. <https://doi.org/10.1108/JEIM-01-2015-0008>
- Schiele, H. (2019). Purchasing and supply management. In *Handbook of Supply Chain Management* (pp. 1–20). https://doi.org/10.1007/978-3-319-92447-2_4
- Sen, S., Antara, N., & Sen, S. (2021). Factors influencing consumers to take ready-made frozen food. *Current Psychology*, 40(6), 2634–2643. <https://doi.org/10.1007/s12144-019-00201-4>
- Shishodia, A., Verma, P., & Dixit, V. (2019). Supplier evaluation for resilient project-driven supply chain. *Computers and*

Industrial Engineering, 129, 465–478.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.02.006>

Sugito, E., Hadiguna, R. A., & Hasibuan, R. P. (2021). Identification material distribution process to improve material handling performance using risk matrix analysis (Case study at paper manufacturing). *Annales de Chimie: Science des Materiaux*, 45(5), 369–378.
<https://doi.org/10.18280/acsm.450502>

Wu, J. Y., & Hsiao, H. I. (2021). Food quality and safety risk diagnosis in the food cold chain through failure mode and effect analysis. *Food Control*, 120, 107501.
<https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2020.107501>