

## KETAHANAN RANTAI PASOK PRODUK KESEHATAN ESENSIAL DI INDONESIA: KETERSEDIAAN, DISTRIBUSI HINGGA LAST-MILE, DAN PENCEGAHAN STOCKOUT

Brahma Deva Joyo Nusantara<sup>1</sup>, Shzalfa Azzahra<sup>2</sup>, Riswandy Wasir<sup>3</sup>  
[brahmadeva258@gmail.com](mailto:brahmadeva258@gmail.com)<sup>1</sup>, [shzalf2@gmail.com](mailto:shzalf2@gmail.com)<sup>2</sup>, [riswandywasir@upnvj.ac.id](mailto:riswandywasir@upnvj.ac.id)<sup>3</sup>

Institut Desain dan Bisnis Bali

### ABSTRAK

Ketahanan rantai pasok produk kesehatan esensial menjadi elemen krusial dalam menjamin ketersediaan obat, vaksin, alat kesehatan, dan bahan medis habis pakai, terutama dalam konteks negara kepulauan seperti Indonesia yang menghadapi tantangan geografis dan risiko bencana. Gangguan distribusi, khususnya pada tahap last-mile delivery, seringkali menyebabkan stockout di fasilitas pelayanan kesehatan dan berdampak pada terganggunya layanan kesehatan esensial. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi supply chain resilience dalam menjaga ketersediaan essential health products, mengidentifikasi faktor pendukung dan penghambat distribusi end-to-end hingga last-mile, serta merumuskan strategi penguatan sistem dalam kondisi rutin maupun krisis di Indonesia. Metode yang digunakan adalah systematic literature review mengacu pada pedoman PRISMA 2020 dengan rentang publikasi 2020–2025. Pencarian dilakukan melalui Google Scholar, jurnal nasional terakreditasi (SINTA), serta jurnal internasional akses terbuka. Dari 1.356 artikel yang teridentifikasi, sebanyak 15 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis dalam sintesis akhir. Hasil menunjukkan bahwa ketahanan rantai pasok dibentuk oleh redundansi dan diversifikasi pemasok, fleksibilitas distribusi, kolaborasi lintas sektor, transformasi digital, serta penguatan tata kelola dan investasi jangka panjang. Penguatan sistem secara terintegrasi diperlukan untuk mencegah stockout dan menjamin keberlanjutan layanan kesehatan esensial di Indonesia.

**Kata Kunci:** Ketahanan Rantai Pasokan, Produk Kesehatan Esensial, Pengiriman Tahap Terakhir, Kekurangan Stok, Indonesia.

### ABSTRACT

*Healthcare supply chain resilience plays a crucial role in ensuring the availability of essential health products, including medicines, vaccines, medical devices, and consumables, particularly in an archipelagic country such as Indonesia that faces geographical challenges and disaster risks. Disruptions in distribution, especially at the last-mile delivery stage, frequently result in stockouts at healthcare facilities and negatively affect essential health services. This study aims to analyze supply chain resilience strategies in maintaining the availability of essential health products, identify enabling and constraining factors in end-to-end and last-mile distribution, and formulate system strengthening strategies for both routine and crisis conditions in Indonesia. A systematic literature review was conducted following PRISMA 2020 guidelines, covering publications from 2020 to 2025. Articles were retrieved from Google Scholar, nationally accredited journals (SINTA), and open-access international journals. Of the 1,356 identified articles, 15 met the inclusion criteria and were included in the final synthesis. The findings indicate that resilience is shaped by supplier redundancy and diversification, distribution flexibility, cross-sector collaboration, digital transformation, and strengthened governance with long-term investment strategies. An integrated and adaptive approach is essential to prevent stockouts and ensure the sustainable availability of essential health products in Indonesia.*

**Keywords:** Supply Chain Resilience, Essential Health Products, Last-Mile Delivery, Stockout, Indonesia.

## PENDAHULUAN

Ketahanan rantai pasok (supply chain resilience) merupakan komponen penting dalam menjamin ketersediaan produk kesehatan esensial bagi pelayanan kesehatan rutin maupun penanganan krisis. Produk seperti obat esensial, vaksin, alat kesehatan, dan bahan medis habis pakai harus tersedia secara tepat waktu, dalam jumlah cukup, dan dengan mutu yang terjaga agar fungsi pelayanan kesehatan tidak terganggu. Dalam konteks sistem kesehatan, gangguan pada satu titik rantai pasok dapat menimbulkan dampak berantai terhadap ketersediaan layanan, terutama bila hambatan terjadi pada distribusi hingga tahap last-mile. Literatur menunjukkan bahwa ketahanan rantai pasok kesehatan dibangun melalui sejumlah dimensi penting, seperti redundansi persediaan, diversifikasi pemasok, transparansi digital, proaktivitas, dan distribusi yang adil (1,2).

Urgensi penguatan ketahanan rantai pasok kesehatan semakin nyata dalam beberapa tahun terakhir. Indonesia sebagai negara kepulauan menghadapi tantangan distribusi yang kompleks karena kondisi geografis, variasi kapasitas infrastruktur, dan tata kelola yang terdesentralisasi. Data kebencanaan menunjukkan bahwa Indonesia mengalami ribuan kejadian bencana pada tahun 2023, yang berpotensi mengganggu transportasi, distribusi, dan akses logistik kesehatan, terutama di wilayah terpencil dan kepulauan (3). Pengalaman pandemi COVID-19 juga mempertegas bahwa lonjakan permintaan, pembatasan transportasi, lemahnya kapasitas produksi, dan hambatan distribusi dapat secara langsung mengancam kesinambungan pasokan produk kesehatan esensial (4).

Pada tingkat operasional, risiko stockout masih menjadi persoalan penting dalam sistem logistik kesehatan. Kekosongan stok dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti ketidaktepatan peramalan kebutuhan (forecasting), lambatnya pengadaan, kelemahan manajemen penyimpanan, serta distribusi yang belum berjalan efektif hingga tahap last-mile. Studi di tingkat fasilitas pelayanan kesehatan menunjukkan bahwa pengelolaan logistik obat masih menghadapi ketidaksesuaian antara kebutuhan dan penerimaan obat, sehingga efektivitas perencanaan, pengadaan, penyimpanan, dan distribusi menjadi sangat menentukan (5). Pada saat yang sama, upaya membangun ketahanan pasok juga dipengaruhi oleh keputusan investasi, manfaat tambahan dari sistem yang lebih resilien, dan kemampuan pelaku rantai pasok untuk berkolaborasi dalam menghadapi gangguan (6).

Di sisi lain, kajian mengenai supply chain resilience telah berkembang pesat, tetapi sebagian besar masih didominasi oleh pembahasan konseptual atau berfokus pada sektor industri secara umum. Dalam konteks Indonesia, kajian tentang produk kesehatan esensial juga masih lebih banyak menyoroti aspek ketersediaan, keterjangkauan, dan kualitas obat, sementara sintesis yang secara khusus mengaitkan strategi ketahanan rantai pasok dengan distribusi end-to-end, last-mile, dan pencegahan stockout masih relatif terbatas (7). Kesenjangan ini penting karena penguatan rantai pasok kesehatan tidak cukup hanya bersifat normatif, tetapi juga harus dapat diterjemahkan ke dalam strategi implementasi yang kontekstual dan terukur.

Berdasarkan konteks dan kesenjangan tersebut, kajian ini dilakukan untuk mengevaluasi ketahanan rantai pasok produk kesehatan esensial dalam menjaga ketersediaan dan distribusi hingga tahap last-mile di Indonesia. Secara khusus, kajian ini bertujuan untuk menggambarkan strategi ketahanan rantai pasok end-to-end hingga last-mile, mengidentifikasi faktor pendukung dan penghambat yang memengaruhi ketersediaan, ketepatan distribusi, dan pencegahan stockout, serta merumuskan strategi penguatan yang relevan untuk meningkatkan ketahanan rantai pasok baik dalam kondisi krisis maupun kondisi rutin.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain literature review dengan pendekatan sintesis naratif tematik untuk mensintesis bukti mengenai ketahanan rantai pasok produk kesehatan esensial, terutama terkait ketersediaan, distribusi, dan pencegahan stockout hingga tahap last-mile di Indonesia. Pendekatan ini dipilih karena sumber yang dikaji bersifat heterogen, meliputi artikel empiris dan dokumen resmi kebijakan, sehingga lebih sesuai dianalisis secara deskriptif dan tematik (8,9).

Penelusuran literatur dilakukan pada basis data PubMed, Scopus, ScienceDirect, dan Google Scholar, serta dilengkapi dengan dokumen resmi dari lembaga pemerintah dan organisasi internasional terkait, seperti Kementerian Kesehatan, BNPB, dan World Health Organization (WHO). Pencarian dibatasi pada publikasi tahun 2020–2025 dalam bahasa Indonesia atau Inggris. Kata kunci yang digunakan meliputi kombinasi istilah supply chain resilience, health supply chain, essential health products, essential medicines, last-mile delivery, stockout, drug shortage, health logistics, preparedness, dan Indonesia.

Kriteria pemilihan sumber mencakup artikel empiris, mixed methods, studi kebijakan, modeling/simulation, dan dokumen resmi yang membahas rantai pasok sektor kesehatan, khususnya obat, vaksin, alat kesehatan, atau produk farmasi; berfokus pada ketersediaan, distribusi, stockout, keamanan distribusi, atau last-mile delivery; serta relevan dengan sistem kesehatan publik dan konteks Indonesia atau negara dengan karakteristik serupa. Sumber yang berupa artikel opini, editorial, komentar, literature review, systematic review, atau tidak relevan dengan tujuan kajian dikeluarkan dari analisis. Dokumen resmi diinklusi apabila berasal dari institusi otoritatif dan berkaitan langsung dengan kebijakan, strategi, atau evaluasi rantai pasok kesehatan.

Sumber yang memenuhi kriteria kemudian ditelaah dan diekstraksi ke dalam tabel yang memuat informasi mengenai penulis, tahun, jenis sumber, fokus utama, level analisis, kontribusi pada sintesis, dan tema hasil dominan. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan sintesis naratif tematik dengan mengelompokkan temuan ke dalam empat tema utama yang relevan dengan rumusan masalah, yaitu: (1) gambaran strategi ketahanan rantai pasok end-to-end hingga last-mile; (2) faktor pendukung; (3) faktor penghambat; dan (4) strategi penguatan serta indikator evaluasi [8,9].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kajian ini disusun berdasarkan sintesis terhadap sumber-sumber yang relevan dengan ketahanan rantai pasok produk kesehatan esensial, khususnya yang berkaitan dengan ketersediaan, distribusi, dan pencegahan stockout hingga tahap last-mile. Berdasarkan penelaahan sumber yang direview, temuan dikelompokkan ke dalam beberapa tema utama yang sesuai dengan tujuan kajian. Karakteristik sumber yang direview disajikan pada Tabel 1. Secara umum, sumber-sumber tersebut membahas ketahanan rantai pasok produk kesehatan esensial dari aspek kebijakan, tata kelola, distribusi, hingga operasional last-mile.

Tabel 1. Karakteristik sumber yang direview

No	Sumber	Jenis sumber	Fokus utama	Level analisis	Kontribusi pada sintesis	Tema hasil dominan
1	Snowdon et al. (2022) (1)	Artikel	Fitur utama ketahanan rantai pasok kesehatan	Sistem/kebijakan	Memberikan dasar konseptual untuk ketahanan rantai pasok kesehatan	Strategi ketahanan; faktor pendukung

2	BKPK (2024) Dokumen resmi (2)	Penguatan pemenuhan esensial fasilitas kesehatan primer	Kebijakan obat nasional di	Menunjukkan arah kebijakan Indonesia terkait ketersediaan obat esensial	Gambaran strategi; strategi penguatan	
3	World Health Organization (2025) (3)	Sistem informasi logistik <i>last-mile</i> untuk obat dan produk kesehatan	Global/ indikator	Memberikan kerangka indikator kebutuhan untuk memantau distribusi <i>last-mile</i>	Strategi penguatan; dan indikator evaluasi data	
4	WHO South-East Asia Region (2023) (4)	Laporan resmi	Penguatan pengadaan publik, efisiensi, transparansi, dan kualitas distribusi produk medis	Regional/ kebijakan	Menguatkan pentingnya kapasitas pengadaan publik dan kolaborasi lintas negara	Faktor pendukung; strategi penguatan
5	Kementerian Kesehatan RI (2023) (5)	Dokumen resmi	Penguatan sistem logistik farmasi real-time dan target ketersediaan obat esensial di puskesmas	Kebijakan nasional	Menunjukkan indikator ketersediaan esensial dan arah penguatan logistik kesehatan	Gambaran strategi; indikator evaluasi
6	Dinillah & Nurmiati (2024) (6)	& Artikel	Implementasi manajemen logistik obat di puskesmas	Fasilitas pelayanan di primer	Memberikan bukti operasional tentang perencanaan, penyimpanan, distribusi, dan ketidaksesuaian permintaan-penerimaan obat	Faktor penghambat; gambaran distribusi

#### Uraian hasil analisis tematik

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa strategi ketahanan rantai pasok produk kesehatan esensial dijalankan melalui pendekatan end-to-end yang mencakup seluruh tahapan dari pengadaan, penyimpanan, hingga distribusi ke fasilitas pelayanan kesehatan. Pendekatan ini menekankan integrasi antar proses untuk memastikan kesinambungan aliran produk. Distribusi last-mile dibahas sebagai tahap krusial yang menentukan ketersediaan produk di tingkat layanan, terutama dalam menjangkau fasilitas kesehatan primer dan wilayah dengan keterbatasan akses. Aktor utama yang terlibat meliputi pemerintah, fasilitas pelayanan kesehatan, distributor, serta sektor swasta. Fokus strategi dalam literatur mencakup penguatan pengadaan, penyimpanan, distribusi, pemanfaatan digitalisasi, peningkatan kolaborasi, serta penguatan tata kelola sistem.

Faktor pendukung ketahanan rantai pasok diidentifikasi pada berbagai level sistem. Faktor yang mendukung ketersediaan produk kesehatan esensial meliputi adanya regulasi dan komitmen pemerintah pada level kebijakan, serta kapasitas pengelolaan logistik pada

level organisasi. Ketepatan distribusi didukung oleh koordinasi antar pemangku kepentingan, fleksibilitas dalam sistem distribusi, serta efisiensi proses logistik. Pencegahan stockout didukung oleh ketersediaan sistem informasi yang mampu meningkatkan visibilitas stok dan mendukung perencanaan kebutuhan. Secara keseluruhan, faktor pendukung tersebut berada pada level kebijakan, organisasi, sistem informasi, logistik, dan operasional.

Faktor penghambat juga ditemukan pada berbagai level. Hambatan terhadap ketersediaan produk kesehatan esensial meliputi keterbatasan implementasi kebijakan dan lemahnya koordinasi antar aktor pada level kebijakan dan organisasi. Ketepatan distribusi terhambat oleh kendala logistik dan distribusi, termasuk keterbatasan infrastruktur dan akses wilayah. Pencegahan stockout terhambat oleh ketidaksesuaian antara perencanaan dan realisasi kebutuhan serta keterbatasan kapasitas penyimpanan pada level operasional. Selain itu, keterbatasan sistem informasi dan kurangnya integrasi data menjadi hambatan pada level sistem informasi dalam pemantauan stok secara real-time.

Strategi penguatan yang direkomendasikan dalam literatur mencakup peningkatan digitalisasi dan penguatan sistem informasi logistik, optimalisasi jaringan distribusi, serta peningkatan kolaborasi antar pemangku kepentingan. Area yang perlu diperkuat meliputi pengelolaan pengadaan, distribusi last-mile, integrasi data, serta kapasitas logistik dan infrastruktur. Indikator evaluasi yang digunakan untuk memantau ketahanan rantai pasok meliputi tingkat ketersediaan produk kesehatan esensial, ketepatan distribusi, serta kemampuan sistem dalam merespons gangguan.

## **DISKUSI**

Temuan pada ketiga tema menunjukkan keterkaitan yang erat, di mana dimensi ketahanan rantai pasok tidak dapat dipisahkan dari peran digitalisasi dan dukungan kebijakan. Digitalisasi berfungsi sebagai enabler yang memperkuat dimensi fleksibilitas, transparansi, dan koordinasi, sementara kebijakan menjadi kerangka yang memastikan implementasi strategi berjalan efektif. Dengan demikian, ketahanan rantai pasok kesehatan terbentuk melalui interaksi dinamis antara kapasitas sistem, inovasi teknologi, dan tata kelola.

### **1. Dimensi Utama Ketahanan Rantai Pasok Kesehatan**

Ketahanan rantai pasok kesehatan merupakan konsep multidimensional yang mencakup kemampuan sistem untuk mengantisipasi, menyerap, beradaptasi, dan pulih dari gangguan. Studi menegaskan bahwa redundansi stok, diversifikasi geografis pemasok, transparansi digital, serta distribusi yang adil menjadi fondasi utama dalam menjaga stabilitas pasokan selama pandemi. Temuan ini diperkuat dengan identifikasi redundancy, collaboration, dan robustness sebagai indikator paling berpengaruh terhadap resilience selama krisis COVID-19 (1,13).

Selain itu, dimensi adaptabilitas dan fleksibilitas sistem juga menjadi kunci. Diversifikasi sourcing regional mampu menjaga ketersediaan obat esensial meskipun terjadi ketidakstabilan politik dan inflasi. Dalam distribusi global, penelitian lain menyoroti bahwa gangguan lintas negara menyebabkan kelangkaan obat sehingga diperlukan sistem jangka panjang yang tangguh dan terintegrasi (9).

Investasi dalam ketahanan dipengaruhi oleh persepsi terhadap biaya gangguan dan manfaat tambahan yang diperoleh dari sistem yang lebih resilien (7). Dengan demikian, dimensi resilience tidak hanya bersifat operasional, tetapi juga strategis dan ekonomis. Secara keseluruhan, ketahanan rantai pasok kesehatan dibangun melalui integrasi antara kapasitas fisik, fleksibilitas organisasi, kolaborasi lintas aktor, serta kebijakan investasi yang berorientasi jangka panjang.

## 2. Peran Digitalisasi dan Inovasi dalam Meningkatkan Ketahanan

Digitalisasi berperan sebagai katalis dalam memperkuat ketahanan rantai pasok kesehatan melalui peningkatan visibilitas, akurasi data, dan efisiensi pengambilan keputusan. Digital intelligence secara signifikan meningkatkan kapabilitas inovasi organisasi, yang kemudian memperkuat supply chain resilience dan mengoptimalkan keputusan manajerial (8). Efek tidak langsung melalui inovasi bahkan lebih dominan dibandingkan efek langsung terhadap resilience.

Dalam aspek keamanan, teknologi blockchain terbukti mampu meningkatkan transparansi dan mencegah peredaran obat palsu melalui sistem pelacakan terdesentralisasi. Sementara itu, implementasi arsitektur Zero Trust dapat memperkuat perlindungan terhadap ancaman siber yang berpotensi mengganggu sistem distribusi farmasi. Hal ini menunjukkan bahwa ketahanan modern tidak hanya bergantung pada ketersediaan stok, tetapi juga pada keamanan infrastruktur digital (14)

Optimalisasi berbasis teknologi juga terlihat bahwa integrasi model *Mixed Integer Linear Programming* dalam *cold supply chain* mampu meningkatkan efisiensi finansial secara signifikan. Selain itu, pendekatan data-driven modeling dalam distribusi juga terbukti meningkatkan fleksibilitas sistem saat terjadi gangguan. Dengan demikian, digitalisasi tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga memperluas kapasitas adaptif sistem terhadap perubahan lingkungan yang dinamis (10,12,15).

## 3. Implikasi Kebijakan dan Strategi Penguatan Ketahanan

Dalam ketahanan rantai pasok kesehatan memerlukan pendekatan sistemik yang melibatkan regulasi, investasi, dan kolaborasi multi-aktor. Lemahnya pengawasan distribusi dan ketidaktepatan lead time menyebabkan kekurangan obat esensial di rumah sakit, sehingga diperlukan kontrak berbasis kinerja dan penguatan regulasi.

Preparedness dan kolaborasi antar pemangku kepentingan berkorelasi positif dengan kualitas layanan kesehatan, terutama dalam situasi krisis. Di negara berpendapatan rendah, menegaskan pentingnya reformasi governance dan koordinasi supply-side untuk memperkuat akses dan ketahanan sistem kesehatan (16–19).

Pada situasi bencana, menunjukkan bahwa komunikasi yang efektif dan prinsip agile supply chain mampu menjaga kontinuitas distribusi obat. Sementara itu, strategi crowdsourcing dan collection-point untuk meningkatkan ketahanan last-mile saat lonjakan permintaan (11,18).

Secara keseluruhan, strategi penguatan resilience harus mencakup investasi jangka panjang, diversifikasi sumber pasokan, integrasi sistem digital, serta peningkatan kolaborasi lintas sektor. Kebijakan yang adaptif dan berbasis bukti menjadi kunci dalam membangun sistem rantai pasok kesehatan yang tangguh dan berkelanjutan.

## KESIMPULAN

Ketahanan rantai pasok kesehatan (healthcare supply chain resilience) merupakan konsep multidimensional yang mencakup aspek operasional, teknologi, tata kelola, dan kebijakan strategis, dengan dimensi utama berupa redundansi dan diversifikasi pemasok, fleksibilitas distribusi, kecepatan respons, kolaborasi lintas aktor, serta investasi jangka panjang. Transformasi digital berperan penting dalam meningkatkan visibilitas, akurasi data, dan pengambilan keputusan melalui penerapan digital intelligence, blockchain, dan keamanan siber, sementara tata kelola yang kuat dan regulasi yang adaptif menjadi prasyarat keberhasilan implementasi strategi ketahanan. Oleh karena itu, penguatan rantai pasok kesehatan perlu dilakukan secara komprehensif melalui peningkatan regulasi berbasis kinerja, diversifikasi pemasok, investasi infrastruktur logistik termasuk cold chain, serta pengembangan sistem informasi terintegrasi berbasis data real-time, disertai peningkatan

koordinasi antar pemangku kepentingan dan rencana kontinjensi untuk menghadapi krisis, sehingga sistem mampu menjadi lebih tangguh, adaptif, dan berkelanjutan.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta atas dukungan fasilitas penelitian, serta kepada Apt. Riswandy Wasir atas bimbingan dan arahan selama proses penelitian. Apresiasi juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu, termasuk responden dan proofreader, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Snowdon A, Saunders M, Wright A. The Emerging Features of Healthcare Supply Chain Resilience: Learning from a Pandemic. *Healthc Q.* 2022;25(2):44–53. doi:10.12927/HCQ.2022.26889 PubMed PMID: 36153684.
- Kesehatan PKSK. Penguatan pemenuhan obat esensial sebagai upaya menurunkan angka kesakitan di faskes primer. Jakarta: BKPK Kementerian Kesehatan RI; 2024. Report.
- Organization WH. Routine health information system and health facility and community data for neglected tropical diseases: last-mile logistics information system for medicines and health products. Geneva: World Health Organization; 2025. Report.
- Region WHOSEA. Workshop of the public procurement agencies in the WHO South-East Asia Region on improving access to medicines. New Delhi: WHO South-East Asia Regional Office; 2023. Report.
- Indonesia KKR. Rencana Aksi Kegiatan 2020–2024 Direktorat Ketahanan Kefarmasian dan Alat Kesehatan. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2023. Report.
- Dinillah F, Nurmiati E. Analisis implementasi supply chain manajemen logistik obat di Puskesmas Kecamatan Ciputat Timur. *Journal of Information Systems and Artificial Intelligence.* 2024;5(1):187–91. doi:10.26486/jisai.v5i1.195
- Li C, Ke Y, Lu L, Xu K. Healthcare supply chain resilience investment strategy analysis based on evolutionary game. *Symmetry (Basel).* 2024;16(7):787. doi:10.3390/sym16070787
- Ma JY, Kang TW. Digital intelligence and decision optimization in healthcare supply chain management. *Sustainability.* 2025;17(15):6706. doi:10.3390/su17156706
- Melaku T, Mekonnen Z, Tucho GT, Viana J, Ardal C, Jahre M. Resilience and adaptability in paracetamol supply chains. *Logistics.* 2025;9(1):15. doi:10.3390/logistics9010015
- Potters E, Mosalla Nezhad B, Huiskes V, Hans EW, Asadi A. Enhancing pharmaceutical cold supply chain. *International Transactions in Operational Research.* 2026. doi:10.1111/itor.13589
- Pahwa A, Jaller M. Assessing last-mile distribution resilience under demand disruptions. *Transportation Research Part E.* 2023;172:103066. doi:10.1016/j.tre.2023.103066
- Amico A, Verginer L, Casiraghi G, Vaccario G, Schweitzer F. Adapting to disruptions: managing supply chain resilience through product rerouting. *Sci Adv.* 2024;10(3):eadj1194. doi:10.1126/sciadv.adj1194
- Zamiela C, Ullah N, Hossain I, Jaradat R. Enablers of resilience in the healthcare supply chain: A case study of U.S. healthcare industry during COVID-19 pandemic. *Research in Transportation Economics.* 2022;93:101174. doi:10.1016/j.retrec.2021.101174
- Ghasemshirazi S, Shirvani G, Ranjbar M, Ghaedi B. Implementing Zero Trust Architecture to Enhance Security and Resilience in the Pharmaceutical Supply Chain. 2025. Report.
- Potters E, Hans E. Integrating Medication Synchronization and Diverse Delivery Modes. 2022;1–24.
- Fithri Arrasily N, Jenny Minarsih T, Hartono B, Ghutsa Daud A. JIEE: Regulation of Drug Procurement and Supply Chain Management in Indonesian Hospitals: Implications for Drug Availability and Mitigation of Drug Shortage. Vol. 05. 2025;05(02):2025–192.
- Alali AM, Mohammed H, Al A, Hidayat N, Abu B, Alali H. International Journal of Sustainable Development and Planning The Impact of Supply Chain Preparedness on Healthcare Service

- Quality. *A Literature Review*. 17(5):1425–30.
- Mahroos R El, Yuliwulandari R, Febriawan Z, Affrita TM, Rusdi MS, Widawasista YB, et al. Medication Supply Chains During Disaster. *GLOBAL INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH*. 2024.
- Aulin P, Salamandara, Andri Y. Networking Governance in Handling Stunting in West Java [Internet]. p. 392–401. Available from: <https://doi.org/10.30589/proceedings.2024.1122>  
doi:10.30589/proceedings.2024.1122