



Evaluasi Pengelolaan Produk Rantai Dingin pada Pedagang Besar Farmasi X Berdasarkan Pedoman CDOB 2020

Wuri Ariestika Sari^{1*}, Eri Amalia²

¹Program Studi Profesi Apoteker, Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran, Indonesia

²Departemen Farmasetika dan Teknologi Farmasi Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran, Indonesia

*Korespondensi penulis: wuri19001@mail.unpad.ac.id

Abstract. Cold Chain Products are pharmaceutical preparations sensitive to temperature, requiring consistently maintained temperature conditions from production, storage, and transportation to the final consumer. Environmental changes, such as temperature fluctuations and direct sunlight exposure, can reduce product quality, leading to the loss of the product's therapeutic potential. Therefore, Pedagang Besar Farmasi (PBF) play a crucial role throughout the distribution chain of cold chain products to ensure that the quality and effectiveness of the products are maintained. This study aims to evaluate the implementation of cold chain product management at a PBF in Tasikmalaya City according to the applicable guidelines, namely the Good Distribution Practices (CDOB). The study employs observation and interview methods, with evaluation using a research tool in the form of a checklist developed based on aspects of cold chain product management according to the 2020 CDOB guidelines. Based on the evaluation of cold chain product management implementation according to CDOB, a PBF in Tasikmalaya City has successfully implemented CDOB aspects well.

Keywords: Cold Chain Products, CDOB, Pharmaceutical Wholesalers (PBF).

Abstrak. Produk rantai dingin (*Cold Chain Product*) merupakan sediaan farmasi yang sensitif terhadap suhu, sehingga membutuhkan kondisi suhu yang perlu dijaga secara konsisten mulai dari tahap produksi, penyimpanan, transportasi, dan proses penyaluran kepada konsumen akhir. Perubahan lingkungan seperti fluktuasi suhu dan paparan sinar matahari langsung dapat menurunkan kualitas produk, hingga hilangnya potensi terapi produk. Oleh karena itu, Pedagang Besar Farmasi (PBF) memainkan peran penting sepanjang rantai distribusi produk rantai dingin untuk dapat menjamin bahwa mutu serta efektivitas produk tetap terjaga. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi pelaksanaan pengelolaan produk rantai dingin pada salah satu PBF di Kota Tasikmalaya sesuai dengan pedoman yang berlaku, yaitu Cara Distribusi Obat yang Baik (CDOB). Penelitian menggunakan metode observasi dan wawancara dengan evaluasi menggunakan alat penelitian berupa daftar isian (*form checklist*) yang dikembangkan berdasarkan aspek-aspek pengelolaan produk rantai dingin pada pedoman CDOB 2020. Berdasarkan evaluasi pelaksanaan pengelolaan produk rantai dingin berdasarkan CDOB, salah satu PBF di Kota Tasikmalaya telah mengimplementasikan aspek-aspek CDOB dengan baik.

Kata kunci: Produk Rantai Dingin, CDOB, Pedagang Besar Farmasi (PBF).

1. LATAR BELAKANG

Produk rantai dingin (*Cold Chain Product*) yaitu sediaan-sediaan yang sensitif terhadap suhu, sehingga membutuhkan kondisi suhu yang perlu dijaga secara konsisten mulai dari tahap produksi, penyimpanan, transportasi, dan proses penyaluran kepada konsumen (Mojtaba et al., 2021). Produk rantai dingin farmasi diantaranya vaksin, insulin, beberapa produk onkologi dan sediaan hormonal, serta sediaan antibiotik tertentu. Monitoring terhadap kondisi penyimpanan produk farmasi rantai dingin merupakan aspek penting untuk menjaga kondisi suhu agar senantiasa sesuai dengan rentang spesifikasi dan stabilitas produk. Pemantauan suhu,

kelembapan, integritas kemasan, kondisi alat penyimpanan, serta kalibrasi peralatan monitoring perlu dilakukan secara berkala. Fluktuasi suhu dapat menurunkan kualitas produk, sehingga dapat menyebabkan penurunan kualitas hingga hilangnya potensi terapi produk (Feyisa et al., 2021; Tsang et al., 2018).

Pengelolaan produk rantai dingin memiliki persyaratan yang ketat dalam aspek penyimpanan serta transportasi dalam manajemen rantai pasok. Peraturan BPOM Nomor 6 Tahun 2020 mengenai Cara Distribusi Obat yang Baik mengatur ketentuan mengenai persyaratan khusus yang harus dipenuhi PBF yang berkaitan dengan masalah suhu pada saat penerimaan, penyimpanan, dan pengiriman. Produk rantai dingin memerlukan sarana fisik yang memadai untuk memastikan kondisi suhu dalam rentang yang telah ditetapkan di sepanjang rantai pasok. Pengendalian suhu perlu dilakukan dengan menggunakan fasilitas penyimpanan khusus, seperti *chiller/ cold room* (suhu $+2^{\circ}$ s/d $+8^{\circ}$ C) maupun *freezer/ freezer room* (suhu -15° s/d -25° C) (Zhang et al., 2021).

Berdasarkan regulasi yang tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1148 tahun 2011, Pedagang Besar Farmasi (PBF) adalah badan hukum yang berwenang untuk melakukan pengadaan, penyimpanan, dan distribusi perbekalan farmasi dalam jumlah besar sesuai dengan ketentuan hukum yang berlaku (Kemenkes, 2011). PBF memiliki peran krusial dalam manajemen dan distribusi sediaan farmasi, termasuk produk yang sensitif terhadap kondisi lingkungan seperti produk rantai dingin. Penting bagi PBF untuk memastikan kepatuhan terhadap pedoman yang berlaku, seperti Cara Distribusi Obat yang Baik (CDOB), guna menjaga kualitas dan efektivitas produk selama proses distribusi. Keberhasilan PBF dalam menjaga kualitas produk rantai dingin meningkatkan kepercayaan konsumen dan mitra bisnis terhadap produk farmasi. Keandalan PBF dalam memastikan kualitas produk tetap terjaga selama distribusi adalah faktor penting dalam menjaga integritas produk rantai dingin. Personel yang terlatih, peralatan penyimpanan dan pemantauan suhu yang dapat diandalkan, serta manajemen inventaris produk rantai dingin yang tepat adalah tiga aspek penting dari manajemen rantai dingin yang baik (Cvetanovski et al., 2020; Ogboghodo et al., 2017).

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan metode observasi dengan pemantauan dan evaluasi menggunakan alat penelitian berupa daftar isian (*form checklist*) yang tertera pada Tabel 1 yang dikembangkan berdasarkan aspek-aspek pengelolaan produk rantai dingin pada pedoman CDOB 2020. Pengumpulan data juga dilakukan melalui wawancara dengan Apoteker

Penanggung Jawab (APJ), bagian ekspedisi, dan bagian gudang di salah satu PBF Kota Tasikmalaya untuk mengonfirmasi sistem yang sedang diamati.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

PBF berperan penting menangani hingga mendistribusikan produk rantai dingin kepada sarana yang berwenang. PBF harus dapat menjamin pemeliharaan rantai dingin yang tepat secara berkesinambungan untuk memastikan mutu serta menjaga potensi produk sepanjang rantai kegiatan distribusi. Pada penelitian ini, dilakukan observasi terhadap salah satu PBF di Kota Tasikmalaya untuk mengevaluasi implementasi pengelolaan produk rantai dingin berdasarkan pedoman CDOB 2020. Seluruh proses yang terkait dengan pengelolaan produk rantai dingin mulai penerimaan, penyimpanan hingga penyaluran perlu dilakukan sesuai dengan pedoman CDOB (BPOM, 2020). Hasil evaluasi mengenai implementasi CDOB dalam manajemen produk rantai dingin di salah satu PBF Kota Tasikmalaya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Form Checklist Elemen CDOB 2020 dan Implementasi di PBF

No.	Elemen CDOB	Implementasi
Dokumentasi		
1.	Protap penerimaan, penyimpanan, dan pengiriman	✓
2.	Protap penanganan produk rantai dingin apabila tempat penyimpanan mengalami gangguan/kerusakan (<i>contingency plan</i>)	✓
3.	Protap penanganan produk rantai dingin jika terjadi kerusakan, kadaluarsa dan tidak layak jual	✓
4.	Petunjuk penyimpanan kepada pelanggan	✓
Personil		
1	Terdapat pelatihan secara sistematis dan berkala bagi personil yang terlibat dalam penanganan produk rantai dingin	✓
Bangunan dan Penyimpanan		
1.	Terdapat tempat terpisah untuk penyimpanan produk rantai dingin	✓
2.	Tempat penyimpanan sesuai dengan kriteria (<i>minimal chiller</i>)	✓
3.	Dilengkapi dengan <i>temperature data logger</i> yang dapat memberi informasi bahwa produk rantai dingin tidak pernah mengalami perubahan suhu yang merusak mutunya	✓
4.	Penyimpanan produk rantai dingin dilengkapi dengan alarm yang menunjukkan terjadinya penyimpangan suhu	✓

5.	Hendaknya mampu merekam secara terus-menerus dan dengan sensor yang terletak pada satu titik atau beberapa titik yang paling akurat mewakili profil suhu selama operasi normal	✓
6.	Suhu minimal dimonitor 3 (tiga) kali sehari setiap pagi, siang, dan sore serta harus didokumentasikan.	✓
7.	Penyimpanan produk rantai dingin dalam <i>chiller</i> dan <i>freezer</i> tidak terlalu padat sehingga sirkulasi udara dapat dijaga	✓
8.	Mempunyai generator otomatis yang berfungsi dengan baik, dilakukan oleh petugas yang dapat menjamin generator berfungsi dengan baik selama 24 jam	✓
Pemeliharaan Fasilitas Penyimpanan		
1	<ul style="list-style-type: none"> a. Pemeliharaan harian: monitor suhu 3 kali sehari dan didokumentasikan. b. Pemeliharaan mingguan: memastikan tidak ada bunga es, membersihkan bagian luar, memastikan sambungan listrik terpasang dengan baik c. Pemeliharaan bulanan: membersihkan bagian dalam penyimpanan 	✓
Penerimaan		
1.	Pada saat penerimaan, penerima harus melakukan pemeriksaan terhadap: <ul style="list-style-type: none"> a. nama produk rantai dingin yang diterima; b. jumlah produk rantai dingin yang diterima; c. kondisi fisik produk rantai dingin; d. nomor bets; e. tanggal kadaluarsa; f. kondisi alat pemantauan suhu 	✓
Penyaluran		
1.	Distribusi menggunakan wadah kedap yang di dalamnya terdapat <i>ice pack</i> atau <i>dry ice</i> agar dapat menjaga suhu selama transportasi	✓
2.	Selama transportasi ditangani sesuai dengan ketentuan	✓

Semua personil yang terlibat dalam pengelolaan produk rantai dingin, harus menerima pelatihan menyeluruh mengenai penanganan produk rantai dingin. Personil dan pelatihan personil merupakan salah satu aspek penting dalam pengelolaan produk rantai dingin, pelatihan personil yang tidak memadai dapat mengakibatkan kegagalan dalam penanganan dan pengambilan tindakan terhadap pengelolaan produk rantai dingin yang memengaruhi kualitas produk rantai dingin (Hibbs et al., 2018; Maglasang et al., 2018). Penanganan produk rantai dingin pada salah satu PBF di Kota Tasikmalaya ditangani oleh personil yang terqualifikasi

dan sudah mendapatkan pelatihan terkait tanggung jawab khususnya dalam menangani produk rantai dingin. Personel yang terlibat menangani produk rantai dingin menerima pelatihan awal dan lanjutan yang relevan dengan tugas personel yang diantaranya mencakup pedoman regulasi, standar operasional prosedur mengenai penanganan produk rantai dingin, dan prosedur yang harus dilakukan jika terdapat gangguan atau keadaan darurat pada pengelolaan rantai dingin. Hasil pelatihan peserta dievaluasi dengan melaksanakan *pre-test* dan *post-test* sebagai penilaian pemahaman peserta setelah diberikan pelatihan dan hasil pelatihan didokumentasikan.

Penanganan produk rantai dingin pada salah satu PBF di Kota Tasikmalaya memiliki prosedur tetap terkait dengan pengelolaan produk rantai dingin yang mencakup ketentuan penerimaan, penyimpanan, dan penyaluran produk rantai dingin. Tersedia prosedur tetap penanganan produk rantai dingin apabila tempat penyimpanan mengalami gangguan/kerusakan (*contingency plan*), dan penanganan produk apabila kadaluarsa dan tidak layak jual. Terdapat pula ketentuan mengenai pemeliharaan fasilitas penyimpanan dan kebijakan pemetaan suhu fasilitas penyimpanan produk rantai dingin. Terkait panduan penyimpanan produk rantai dingin kepada pelanggan, terdapat petunjuk penyimpanan yang dilampirkan ketika penyaluran produk rantai dingin kepada pelanggan yang mencakup bahwa produk rantai dingin harus disimpan pada suhu 2-8°C, terlindung dari sinar matahari, dan larangan membekukan produk.

Pengelolaan produk rantai dingin mencakup penerimaan, penyimpanan, hingga penyaluran produk tersebut. Pengendalian suhu pada setiap tahap rantai pasokan sangat penting untuk memastikan mutu dan efektivitas produk tetap terjaga hingga sampai ke tangan konsumen akhir (Narayana et al., 2014).

Penerimaan

Penerimaan produk rantai dingin di salah satu PBF Kota Tasikmalaya memiliki prosedur untuk memastikan barang dalam kondisi baik dan suhu stabil. Selama proses penerimaan produk rantai dingin, penting untuk dilakukan pemeriksaan meliputi nama produk, kondisi fisik produk, jumlah produk, nomor batch, tanggal kedaluwarsa, dan kondisi alat pemantauan suhu. Saat penerimaan produk rantai dingin, petugas melakukan pengukuran suhu menggunakan termohigrometer selama 15 menit, kemudian suhu tersebut yang akan dicatat sebagai suhu penerimaan produk. Jika ditemukan ketidaksesuaian saat penerimaan produk rantai dingin seperti suhu penerimaan yang tidak memasuki rentang spesifikasi, maka akan

dilakukan koordinasi dengan Apoteker Penanggung Jawab untuk dikoordinasikan kepada industri farmasi terkait dengan melampirkan dokumen pendukung.

Penyimpanan

Produk rantai dingin yang disalurkan salah satu PBF di Tasikmalaya yaitu produk dengan spesifikasi penyimpanan pada suhu dingin (2° - 8° C). Oleh karena itu, fasilitas penyimpanan PBF menggunakan *chiller* yang mempertahankan kondisi penyimpanan pada suhu 2° - 8° C. Produk rantai dingin disimpan di atas rak dan produk terlindung dalam plastik. Penempatan produk diatur dengan baik agar sirkulasi udara atau proses pendinginan dapat bekerja dengan baik. Terdapat generator otomatis yang berfungsi dan dimonitoring oleh petugas yang dapat menjamin generator berfungsi dengan baik selama 24 jam *Chiller* dilengkapi dengan alarm peringatan suhu kritis. Pada jam di luar operasional, alarm peringatan suhu kritis diatur agar dapat terdengar dari luar area gedung. *Chiller* dilengkapi dengan *temperature data logger* terkalibrasi yang mampu untuk merekam suhu secara terus-menerus digunakan untuk monitoring suhu *chiller*. *Temperature data logger* ditempatkan pada beberapa titik yang mewakili profil suhu *chiller* berdasarkan hasil pemetaan suhu *chiller* yang sudah dilakukan oleh PBF setiap tahunnya.

Temperature data logger adalah alat pengukur suhu dan kelembapan yang mampu mencatat suhu pada interval tertentu yang telah ditentukan, pencatatan suhu dapat diunduh ke sistem komputer untuk keperluan evaluasi dan peninjauan suhu penyimpanan. Verifikasi berkala status kalibrasi alat pencatat suhu merupakan prasyarat untuk mendapatkan informasi yang akurat dan tidak terputus tentang kondisi penyimpanan produk. Selain itu, pembersihan berkala pada alat pengukur dan tindakan pencegahan yang tepat harus dilakukan untuk menghindari kerusakan sensor. Sensor suhu dan kelembapan harus ditempatkan di area terpanas, disimpulkan berdasarkan hasil pemetaan suhu area tersebut (Kumar & Jha, 2017; Levent et al., 2018).

Pemetaan suhu *chiller* dilakukan oleh PBF secara teratur setiap tahun atau apabila terdapat perubahan dalam tata letak penyimpanan. Pemetaan suhu *chiller* bertujuan untuk mengetahui rentang suhu dan variasi suhu fasilitas penyimpanan produk rantai dingin. Kegiatan ini akan menghasilkan data mengenai suhu terendah dan tertinggi dalam *chiller*. Selain mengidentifikasi titik terendah dan tertinggi, pemetaan suhu juga membantu dalam menemukan titik kritis di mana fluktuasi suhu ekstrim bisa mendekati batas atau rentang suhu yang diinginkan untuk penyimpanan (Wu et al., 2020).

Penyaluran

Produk yang sensitif terhadap suhu harus didistribusikan dengan transportasi yang dirancang untuk menjaga suhu dalam kisaran suhu yang dapat diterima sesuai spesifikasi produk dan terhindar dari pengaruh suhu lingkungan sekitar. Prinsip penyaluran produk rantai dingin di salah satu PBF Kota Tasikmalaya yaitu memperhatikan kaidah FEFO (*first expire first out*) dan kaidah FIFO (*first in first out*). Berbagai bahan dan teknologi yang sedang digunakan saat ini untuk memastikan mutu produk rantai dingin yaitu dengan menggunakan *dry ice*, *gel packs*, *ice pack*, nitrogen cair, *reefer container* dan lain-lain sesuai dengan standar suhu (Ketzenberg et al., 2015; Rodrigue et al., 2016).

Dalam proses transportasi produk rantai dingin, untuk mengurangi kemungkinan kerusakan selama transportasi, media penyimpanan dalam proses pengiriman yang digunakan seperti *cool box* atau *cool pack* perlu tervalidasi untuk memastikan bahwa media pengiriman yang digunakan mampu menjaga integritas rantai dingin selama proses transportasi (NHS, 2023). Dalam hal pengepakan produk rantai dingin untuk dikirimkan ke sarana pelayanan kefarmasian, PBF menggunakan media *styrofoam* dan *cool box* yang diberikan *ice pack* pada bagian dalam media pengiriman. Jumlah dan susunan *ice pack* disesuaikan dengan hasil validasi pengiriman jarak terjauh yang dilakukan oleh PBF. Suhu produk rantai dingin selama proses transportasi dimonitor dengan menambahkan alat *thermohigrometer* atau *temperature data logger* ke dalam media penyimpanan.

Pemeliharaan *chiller/cold room/freezer*

Kegiatan pemeliharaan peralatan yang memadai serta penerapan sistem pemantauan dan kontrol yang dirancang dengan baik penting untuk keberhasilan pengelolaan produk rantai dingin. Produk farmasi yang sensitif terhadap suhu memerlukan kondisi penyimpanan yang konsisten. Pemeliharaan rutin memastikan bahwa peralatan seperti *chiller*, *cold room*, dan *freezer* berfungsi dengan baik, menjaga suhu tetap stabil sesuai persyaratan. Selain itu, efisiensi operasional juga terjaga, karena pemeliharaan berkala dan sistem kontrol yang baik mengurangi risiko kegagalan peralatan yang dapat mengganggu proses distribusi. Sistem monitoring yang baik memungkinkan deteksi dini terhadap masalah potensial, sehingga tindakan perbaikan dapat segera diambil sebelum kualitas produk terpengaruh.

Kegiatan pemeliharaan peralatan yang dilakukan di salah satu PBF Kota Tasikmalaya yaitu pemeliharaan *chiller* yang dilakukan secara berkala, meliputi pemeliharaan harian, mingguan, dan bulanan. Pemeliharaan harian mencakup pemantauan suhu minimal tiga kali sehari untuk memastikan bahwa suhu *chiller* konsisten pada suhu 2° - 8° C, serta menghindari

membuka dan menutup *chiller* terlalu sering untuk menghindari fluktuasi suhu penyimpanan. Pemeliharaan mingguan meliputi memastikan tidak ada bunga es, membersihkan bagian luar untuk mencegah timbulnya karat, dan memeriksa sambungan listrik untuk memastikan tidak ada sambungan listrik yang longgar pada stop kontak. Pemeliharaan bulanan mencakup pembersihan bagian dalam *chiller* dan memeriksa kerapatan karet pintu serta engsel pintu. Pemeliharaan *chiller* didokumentasikan dalam bentuk kartu pemantauan dan kartu *checklist* pemeliharaan yang diisi oleh petugas yang melakukan pemeliharaan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil evaluasi dari pengelolaan produk rantai dingin di salah satu PBF di Kota Tasikmalaya dapat disimpulkan bahwa pengelolaan produk rantai dingin yang dilakukan PBF telah mengimplementasikan CDOB tahun 2020 dengan baik. Manajemen rantai dingin yang dilaksanakan dengan baik dapat memaksimalkan kualitas produk rantai dingin hingga sampai ke pengguna akhir, dapat mengurangi pemborosan produk rantai dingin, dan meningkatkan kualitas layanan kesehatan.

DAFTAR REFERENSI

- BPOM. (2020). Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan nomor 6 tahun 2020 tentang perubahan atas peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan nomor 9 tahun 2019 tentang pedoman teknis cara distribusi obat yang baik. BPOM.
- Cvetanovski, F., Kocev, N., Tonic-Ribarska, J., & Trajkovic-Jolevska, S. (2020). Good distribution practice in preserving the integrity and safety of the supply chain of pharmaceuticals. *Macedonian Pharmaceutical Bulletin*, 66(03), 193–194. <https://doi.org/10.33320/maced.pharm.bull.2020.66.03.096>
- Feyisa, D., Jemal, A., Aferu, T., Ejeta, F., & Endeshaw, A. (2021). Evaluation of cold chain management performance for temperature-sensitive pharmaceuticals at public health facilities supplied by the Jimma Pharmaceuticals Supply Agency Hub, Southwest Ethiopia: Pharmaceuticals logistic management perspective using a mult. *Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/5167858>
- Hibbs, B. F., Miller, E., Shi, J., Smith, K., Lewis, P., & Shimabukuro, T. T. (2018). Safety of vaccines that have been kept outside of recommended temperatures: Reports to the Vaccine Adverse Event Reporting System (VAERS), 2008–2012. *Vaccine*, 36(4), 553–558. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2017.11.083>
- Kemenkes. (2011). Peraturan Menteri Kesehatan nomor 1148 tahun 2011 tentang pedagang besar farmasi. Kemenkes.
- Ketzenberg, M., Bloemhof, J., & Gaukler, G. (2015). Managing perishables with time and

- temperature history. *Production and Operations Management*, 24(1), 54–70. <https://doi.org/10.1111/poms.12209>
- Kumar, N., & Jha, A. (2017). Temperature excursion management: A novel approach of quality system in pharmaceutical industry. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 25(2), 176–183. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2016.07.001>
- Levent, P., Durmaz, F., & Aydin, O. (2018). Calibration of a platinum resistance thermometer (Pt-100) and its measurement uncertainty analysis. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 14(1), 41–49. <https://doi.org/10.18466/cbayarfbe.334988>
- Maglasang, P. L., Butalid, M. L., Pastoril, M. F., Pratama, A. N., & Tan, E. Y. (2018). A cross-sectional survey on cold chain management of vaccines in Cebu, Philippines. *Pharmacy Practice*, 16(2), 1167. <https://doi.org/10.18549/PharmPract.2018.02.1167>
- Mojtaba, S., Bamakan, H., & Ghasemzadeh, S. (2021). Blockchain-enabled pharmaceutical cold chain: Applications, key challenges, and future trends. *Journal of Cleaner Production*, 302, 127021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127021>
- Narayana, S. A., Kumar, R., & Vrat, P. (2014). Managerial research on the pharmaceutical supply chain – A critical review and some insights for future directions. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 20(1), 18–40. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2013.09.001>
- NHS. (2023). Temperature management for medicines storage. https://www.royalwolverhampton.nhs.uk/repo/about-us/documents/policies/MP_10_PUBLIC_Policy_Printable_Version.pdf
- Ogboghodo, E. O., Omuemu, V. O., Odijie, O., & Odaman, O. J. (2017). Cold chain management practices of health care workers in primary health care facilities in Southern Nigeria. *Pan African Medical Journal*, 27, 1–12. <https://doi.org/10.11604/pamj.2017.27.34.11946>
- Rodrigue, J.-P., Comtois, C., & Slack, B. (2016). *The geography of transport systems*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315618159>
- Tsang, Y. P., Choy, K. L., Wu, C. H., Ho, G. T. S., Lam, C. H. Y., & Koo, P. S. (2018). An Internet of Things (IoT)-based risk monitoring system for managing cold supply chain risks. *Industrial Management & Data Systems*, 118(7), 1432–1462. <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2017-0384>
- Wu, W., Zhao, F., Ma, C., & Huang, G. Q. (2020). Experimental investigation of a real-time monitoring system for cold chain logistics. In *2020 IEEE 16th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)* (pp. 1201–1206). <https://doi.org/10.1109/CASE48305.2020.9208370>
- Zhang, P., Liu, X., Li, W., & Yu, X. (2021). Pharmaceutical cold chain management based on blockchain and deep learning. *Journal of Internet Technology*, 22(7), 1531–1542. <https://doi.org/10.53106/160792642021122207007>