ANALISIS TANTANGAN DAN SOLUSI MANAJEMEN RANTAI DINGIN PENYIMPANAN OBAT DI PUSKESMAS: KAJIAN LITERATUR

Monica Rifa Putri[1], Seftika Sari[2], Neni Frimayanti[3]
Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau
Email: monicarifaputri@gmail.com, seftika1987.apt@gmail.com, nenifrimayanti@stifar-riau.ac.id

ABSTRAK

Penyimpanan obat dengan sistem rantai dingin di fasilitas kesehatan primer, seperti puskesmas, merupakan elemen krusial untuk menjaga efektivitas obat, terutama vaksin dan obat biologis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tantangan yang dihadapi dalam manajemen rantai dingin di puskesmas serta memberikan solusi yang efektif. Metode yang digunakan adalah tinjauan literatur dari berbagai sumber akademik yang relevan, dengan fokus pada artikel yang diterbitkan antara tahun 2020 hingga 2024. Penelitian ini menemukan bahwa tantangan utama dalam pengelolaan rantai dingin meliputi ketidaksesuaian suhu, keterbatasan infrastruktur, dan kurangnya pelatihan bagi tenaga kesehatan. Berdasarkan temuan ini, solusi yang disarankan termasuk penerapan teknologi pemantauan suhu berbasis Internet of Things (IoT), peningkatan pelatihan bagi petugas kesehatan, serta perbaikan infrastruktur penyimpanan. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa manajemen rantai dingin yang efektif memerlukan pendekatan yang komprehensif dengan kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah dan masyarakat, untuk memastikan kualitas dan keamanan obat yang disimpan, yang pada gilirannya mendukung keberhasilan program imunisasi dan kesehatan masyarakat.

Keywords: Manajemen, CCP, Penyimpanan Obat, Puskesmas

ABSTRACT

Cold chain drug storage in primary health facilities, such as community health centers, is a crucial element to maintain the effectiveness of drugs, especially vaccines and biological drugs. This study aims to analyze the challenges faced in cold chain management in community health centers and provide effective solutions. The method used is a literature review from various relevant academic sources, focusing on articles published between 2020 and 2024. This study found that the main challenges in cold chain management include temperature mismatch, infrastructure limitations, and lack of training for health workers. Based on these findings, suggested solutions include the implementation of Internet of Things (IoT)-based temperature monitoring technology, increased training for health workers, and improvements to storage infrastructure. The implications of this study indicate that effective cold chain management requires a comprehensive approach with collaboration between various stakeholders, including the government and the community, to ensure the quality and safety of stored drugs, which in turn supports the success of immunization and public health programs.

***Keywords**: Management, CCP, Medicine Strorage, Community Health Center*

PENDAHULUAN

Isu kesehatan global terkait dengan penyimpanan obat dan vaksin dalam manajemen rantai dingin (cold chain) semakin mendominasi perhatian, terutama di negara berkembang. Rantai dingin yang efektif merupakan salah satu aspek krusial dalam menjaga kualitas obat dan vaksin, yang berdampak langsung pada keberhasilan program kesehatan masyarakat, seperti imunisasi. Penyimpanan obat di Puskesmas di Indonesia menjadi tantangan besar, mengingat sebagian besar fasilitas kesehatan di daerah-daerah terpencil masih menghadapi kendala dalam memenuhi standar manajemen rantai dingin yang tepat. Data empiris terbaru menunjukkan bahwa banyak Puskesmas di Indonesia belum sepenuhnya mematuhi pedoman rantai dingin, yang mengarah pada potensi kerusakan vaksin dan obat-obatan yang disimpan (Al-Worafi, 2020). Dalam konteks ini, penting untuk menganalisis tantangan yang dihadapi dan menawarkan solusi berbasis penelitian yang mendalam untuk meningkatkan sistem manajemen rantai dingin, yang pada gilirannya akan memperbaiki kualitas layanan kesehatan masyarakat di Indonesia.

Pada tingkat global, isu manajemen rantai dingin juga menjadi perhatian besar. Di negara-negara berkembang, tantangan dalam memastikan penyimpanan obat yang tepat sangat besar. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh Feyisa, (2021) di Ethiopia menunjukkan bahwa banyak pusat kesehatan masyarakat menghadapi kesulitan dalam menjaga suhu yang optimal untuk vaksin, yang dapat berisiko menurunkan efektivitasnya. Demikian pula, penelitian oleh Chukwu & Adibe, (2022) mengungkapkan bahwa fasilitas penyimpanan yang tidak memadai di negara berkembang seringkali melanggar pedoman manajemen rantai dingin yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, pengelolaan rantai dingin yang efisien dan tepat sangat penting untuk meminimalkan risiko kerusakan obat dan vaksin yang disebabkan oleh ketidakpatuhan terhadap suhu yang disyaratkan (Kartoglu & Milstien, 2014)

Urgensi penelitian ini semakin jelas ketika melihat perbandingan dengan studi serupa yang dilakukan di negara berkembang lainnya. Misalnya, penelitian oleh Erassa et al., (2023) di Ethiopia menunjukkan bahwa masalah serupa dihadapi oleh banyak Puskesmas di wilayah tersebut, dengan faktor-faktor seperti keterbatasan infrastruktur, kekurangan sumber daya manusia, dan kurangnya pelatihan yang memadai bagi petugas kesehatan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan studi yang lebih mendalam terkait penyimpanan obat di Puskesmas Indonesia, yang mungkin memiliki tantangan dan dinamika yang sedikit berbeda namun tetap relevan untuk dijadikan pembelajaran. Dengan memahami tantangan spesifik yang dihadapi di Indonesia, diharapkan dapat ditemukan solusi yang lebih sesuai untuk meningkatkan sistem penyimpanan obat yang lebih efisien dan efektif.

Salah satu pembaruan penting dalam penelitian ini adalah kurangnya fokus pada celah penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan manajemen rantai dingin di Puskesmas Indonesia. Sebagian besar penelitian yang ada masih terbatas pada aspek teknis rantai dingin atau pengelolaan vaksin di fasilitas besar, tanpa memperhatikan kondisi dan kendala yang dihadapi oleh Puskesmas, yang merupakan garda terdepan dalam pelayanan kesehatan di Indonesia. Penelitian oleh Bashaar et al., (2017) mengenai praktik pembuangan obat yang tidak terpakai juga menunjukkan pentingnya memahami perilaku pengguna dalam konteks ini, yang dapat membantu merumuskan kebijakan penyimpanan yang lebih terarah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tantangan utama dalam

manajemen rantai dingin di Puskesmas Indonesia dan mencari solusi yang relevan dengan kondisi lokal.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis tantangan yang dihadapi oleh Puskesmas dalam mengelola rantai dingin penyimpanan obat dan vaksin, serta menawarkan solusi berbasis data empiris yang dapat membantu mengatasi permasalahan tersebut. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk membandingkan hasil temuan dengan studi serupa yang dilakukan di negara berkembang lain, sehingga dapat memberikan gambaran lebih jelas mengenai urgensi dan kesamaan tantangan yang dihadapi. Dengan mengisi celah penelitian sebelumnya, studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan bagi peningkatan kualitas pelayanan kesehatan di Puskesmas Indonesia, serta memperkaya literatur global mengenai manajemen rantai dingin di negara berkembang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan scoping review untuk menganalisis tantangan dan solusi dalam manajemen rantai dingin penyimpanan obat di Puskesmas, dengan fokus pada pencarian dan analisis literatur yang relevan dari berbagai database yang dapat memberikan informasi terkini tentang masalah ini. Jenis penelitian yang digunakan adalah scoping review, karena bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menganalisis berbagai sumber informasi yang relevan dengan topik manajemen rantai dingin di fasilitas kesehatan, khususnya di Puskesmas.

Pendekatan Penelitian Pendekatan penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah pendekatan kualitatif dengan metode sintesis literatur. Dalam proses ini, peneliti mengumpulkan dan mengevaluasi artikel-artikel yang dipublikasikan dalam periode 2020 hingga 2024. Sumber literatur diambil dari dua basis data utama, yaitu Google Scholar dan PubMed, dengan menggunakan kata kunci tertentu seperti "storage" dan "cold chain drugs" serta "challenges of drug storage in Community Health Centers". Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi isu-isu terkini yang dihadapi oleh Puskesmas terkait dengan penyimpanan obat dalam rantai dingin.

Populasi dan Sampel Populasi yang menjadi objek penelitian ini adalah artikel-artikel ilmiah yang membahas tantangan dan solusi dalam manajemen rantai dingin penyimpanan obat di fasilitas kesehatan, dengan fokus pada Puskesmas. Sampel penelitian ini adalah artikel-artikel yang diterbitkan antara tahun 2020 hingga 2024, yang berfokus pada masalah penyimpanan obat di fasilitas kesehatan primer di negara berkembang, termasuk Indonesia. Artikel yang digunakan harus memenuhi kriteria inklusi yang telah ditetapkan, yaitu artikel yang relevan dengan topik manajemen rantai dingin, diterbitkan dalam bahasa Inggris, dan tersedia dalam bentuk teks lengkap.

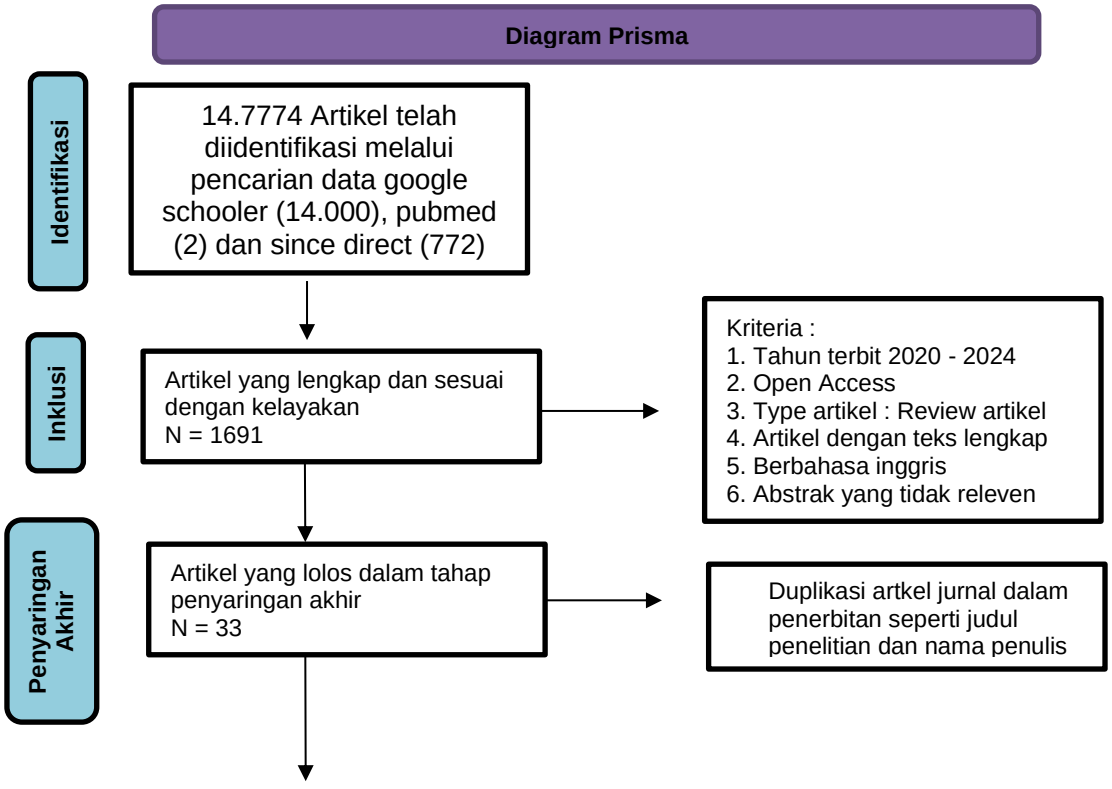
Teknik Pengumpulan Data Pengumpulan data dilakukan melalui pencarian literatur di dua database utama, yaitu Google Scholar dan PubMed, dengan menggunakan kata kunci yang telah disebutkan sebelumnya. Selain itu, peneliti juga menggunakan Boolean Operator untuk mempersempit dan memperluas cakupan pencarian. Setelah artikel-artikel ditemukan, proses seleksi dilakukan dengan memeriksa kelayakan artikel berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan. Proses ekstraksi data dilakukan oleh dua peneliti yang memverifikasi dan mencatat informasi penting dari setiap artikel, seperti penulis, judul,

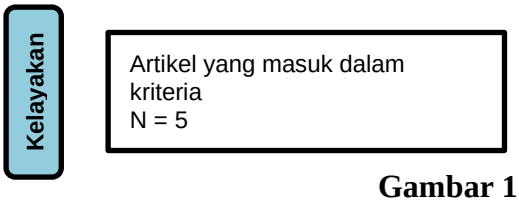
tahun publikasi, metode yang digunakan, jumlah responden, masalah yang diidentifikasi, solusi yang diajukan, dan kesimpulan yang diambil.

Proses Ekstraksi Data Ekstraksi data dilakukan dengan menggunakan kerangka yang telah disiapkan sebelumnya, dan dilakukan oleh dua peneliti secara independen untuk memastikan akurasi dan kelengkapan data yang diambil. Ekstraksi ini mencakup data seperti nama penulis, tahun publikasi, judul artikel, metode penelitian, jumlah responden atau sampel yang digunakan, masalah yang diidentifikasi dalam penelitian, solusi yang diajukan untuk mengatasi masalah, serta kesimpulan yang diambil. Proses ini juga melibatkan diskusi jika terdapat ketidakpastian dalam memilih data yang relevan, dengan tujuan mencapai kesepakatan bersama antara peneliti.

Teknik Analisis Data Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode sintesis tematik. Data yang diekstraksi akan dikelompokkan dan dianalisis berdasarkan tema-tema yang muncul, seperti tantangan utama dalam manajemen rantai dingin, solusi yang diusulkan, dan perbandingan antara berbagai artikel yang digunakan. Untuk memastikan keterbukaan dan transparansi dalam proses analisis, peneliti menggunakan diagram PRISMA untuk menggambarkan tahapan dalam seleksi dan penyaringan artikel yang digunakan dalam analisis ini. Diagram PRISMA akan menunjukkan jumlah artikel yang diidentifikasi, disaring, dan akhirnya dimasukkan dalam analisis akhir, sehingga memudahkan visualisasi proses seleksi data.

Diagram PRISMA akan digunakan untuk menggambarkan proses seleksi artikel yang dilakukan dalam penelitian ini. Dalam diagram ini, langkah-langkah mulai dari identifikasi artikel yang relevan hingga penyaringan akhir artikel yang memenuhi kriteria inklusi akan digambarkan dengan jelas. Untuk meningkatkan transparansi, jumlah artikel yang lolos pada setiap tahap akan dicatat secara rinci, sehingga peneliti dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai jumlah artikel yang digunakan dalam analisis.





Gambar 1. Diagram Prisma

Dalam penelitian yang Anda unggah, Diagram PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) menggambarkan tahapan dalam proses pencarian, penyaringan, dan seleksi literatur yang digunakan untuk kajian sistematik. Diagram ini dimulai dengan identifikasi artikel yang relevan, dengan total 14.774 artikel yang diambil dari berbagai basis data seperti Google Scholar (14.000 artikel), PubMed (2 artikel), dan ScienceDirect (772 artikel). Kemudian, artikel-artikel tersebut disaring berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, yang menghasilkan 1691 artikel yang memenuhi kriteria kelayakan. Setelah itu, dilakukan penyaringan lebih lanjut untuk menghapus artikel yang terduplikasi, menghasilkan 33 artikel yang lolos penyaringan akhir. Di tahap akhir, hanya 5 artikel yang dianggap layak dan relevan sesuai dengan kriteria penelitian. Diagram ini menggambarkan proses sistematik yang teliti dalam memilih artikel yang sesuai untuk penelitian, serta memberikan gambaran jelas mengenai bagaimana literatur dipilih untuk analisis lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Manajemen rantai dingin pada penyimpanan obat, khususnya vaksin, di fasilitas kesehatan primer seperti puskesmas menghadapi beberapa tantangan. Dari tinjauan literatur yang telah dilakukan, terdapat beberapa permasalahan utama yang harus diatasi. Salah satunya adalah ketidaksesuaian suhu selama penyimpanan dan distribusi, yang berisiko terhadap efektivitas obat. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai tingkat permasalahan yang dihadapi oleh puskesmas, data kuantitatif mengenai frekuensi kesalahan penyimpanan obat perlu dipertimbangkan. Berdasarkan survei yang dilakukan oleh (Hillan et al., 2024), sebanyak 20% dari fasilitas kesehatan yang diteliti mengalami pelanggaran rantai dingin. Pelanggaran ini berupa fluktuasi suhu yang menyebabkan penurunan kualitas vaksin dan obat biologis lainnya. Tabel berikut memberikan gambaran frekuensi kesalahan penyimpanan obat di beberapa puskesmas yang terlibat dalam studi:

Tabel 1. Frekuensi Kesalahan penyimpanan Obat di Beberapa Puskesmas

Jenis Kesalahan	Frekuensi (%)	Contoh Kasus
Penyimpanan pada suhu tidak sesuai	20%	10 vaksin terpapar suhu di luar rentang yang disarankan
Pemantauan suhu tidak teratur	15%	Tidak ada pemantauan suhu selama 24 jam pada hari tertentu
Penyimpanan di tempat yang tidak tepat	10%	Vaksin disimpan di ruang yang tidak memiliki pendingin yang memadai
Tidak ada backup listrik	5%	Kerusakan pada vaksin akibat pemadaman listrik

Sumber: data diperoleh

Dari data ini, dapat dilihat bahwa frekuensi pelanggaran terkait ketidaksesuaian suhu menjadi salah satu masalah yang paling sering terjadi di puskesmas, diikuti dengan masalah pemantauan suhu dan kurangnya fasilitas pendukung. Selain data kuantitatif, penting untuk memperlihatkan contoh konkret terkait tantangan dalam pengelolaan rantai dingin. Berdasarkan penelitian di Feyisa, (2021) mengidentifikasi bahwa banyak puskesmas di daerah tersebut yang menggunakan alat pemantau suhu manual yang rentan terhadap kesalahan. Misalnya, puskesmas A di daerah tersebut melaporkan bahwa suhu ruang penyimpanan vaksin sering kali terlewatkan karena pemantauan dilakukan secara manual oleh satu petugas yang hanya bekerja dalam shift pagi.

Sebagai tambahan, penelitian oleh Jiang et al., (2024) menunjukkan bahwa sistem pemantauan suhu berbasis Internet of Things (IoT) telah diterapkan di beberapa daerah dengan keberhasilan yang signifikan. Di puskesmas B, yang terletak di wilayah perkotaan, sistem IoT berhasil memantau suhu secara real-time dan memberikan peringatan dini saat suhu mulai tidak stabil. Hal ini memungkinkan petugas untuk mengambil tindakan segera, mencegah kerusakan vaksin, dan meningkatkan efisiensi operasional.

Mengatasi masalah ini, beberapa solusi telah diajukan. Penerapan teknologi berbasis IoT adalah salah satu solusi yang telah terbukti efektif. Jiang et al. (2024) mengembangkan kerangka kerja berbasis IoT untuk memantau suhu dan kelembapan secara real-time, yang telah diimplementasikan di beberapa puskesmas dengan hasil yang positif. Teknologi ini memungkinkan pengawasan lebih ketat terhadap kondisi penyimpanan vaksin, dan memperkecil potensi kesalahan manusia. Selain itu, Feyisa (2021) juga merekomendasikan peningkatan pelatihan bagi tenaga kesehatan sebagai langkah penting untuk memperbaiki pemahaman dan keterampilan dalam pengelolaan rantai dingin. Dalam praktiknya, puskesmas yang telah melakukan pelatihan rutin untuk stafnya menunjukkan penurunan signifikan dalam kesalahan penyimpanan obat. Misalnya, setelah program pelatihan dilakukan di puskesmas C, kesalahan penyimpanan vaksin berkurang hingga 50% dalam waktu enam bulan.

Selain solusi berbasis teknologi dan pelatihan, perbaikan infrastruktur juga merupakan langkah penting dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan rantai dingin. Feyisa (2021) menekankan pentingnya penyediaan alat penyimpanan yang memadai, termasuk sistem cadangan listrik untuk mencegah kerusakan akibat pemadaman listrik. Manajemen rantai dingin di puskesmas menghadapi berbagai tantangan, termasuk ketidaksesuaian suhu, keterbatasan infrastruktur, dan kurangnya pelatihan bagi tenaga kesehatan. Data kuantitatif menunjukkan adanya frekuensi pelanggaran terkait ketidaksesuaian suhu yang cukup signifikan. Dalam hal solusi, penerapan teknologi, pelatihan tenaga kesehatan, serta perbaikan infrastruktur menjadi langkah-langkah yang perlu diprioritaskan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan rantai dingin di puskesmas.

KESIMPULAN

Manajemen rantai dingin untuk penyimpanan obat di puskesmas menghadapi berbagai tantangan, termasuk ketidaksesuaian suhu, keterbatasan infrastruktur, serta kurangnya pelatihan bagi tenaga kesehatan. Solusi yang diajukan meliputi penerapan teknologi pemantauan suhu berbasis Internet of Things (IoT), peningkatan pelatihan bagi petugas kesehatan, dan perbaikan infrastruktur penyimpanan. Kolaborasi antara berbagai pemangku

kepentingan, seperti pemerintah, fasilitas kesehatan, dan masyarakat, sangat penting untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan rantai dingin dan memastikan keamanan serta kualitas obat yang disimpan, yang pada akhirnya mendukung keberhasilan program kesehatan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Worafi, Y. M. (2020). Storage and disposal of medications. In *Drug Safety in Developing Countries: Achievements and Challenges*. INC. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819837-7.00012-1

Bashaar, M., Thawani, V., Hassali, M. A., & Saleem, F. (2017). Erratum to: Disposal practices of unused and expired pharmaceuticals among general public in Kabul. *BMC Public Health*, *17*(1), 231. https://doi.org/10.1186/s12889-017-4139-5

Chukwu, O. A., & Adibe, M. (2022). Quality assessment of cold chain storage facilities for regulatory and quality management compliance in a developing country context. *International Journal of Health Planning and Management*, *37*(2), 930–943. https://doi.org/10.1002/hpm.3385

Erassa, T. E., Bachore, B. B., Faltamo, W. F., Molla, S., & Bogino, E. A. (2023). Vaccine Cold Chain Management and Associated Factors in Public Health Facilities and District Health Offices of Wolaita Zone, Ethiopia. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, *16*(January), 75–84. https://doi.org/10.2147/JMDH.S385466

Feyisa, D. (2021). Cold Chain Maintenance and Vaccine Stock Management Practices at Public Health Centers Providing Child Immunization Services in Jimma Zone, Oromia Regional State, Ethiopia: Multi-Centered, Mixed Method Approach. *Pediatric Health, Medicine and Therapeutics*, *Volume 12*(July), 359–372. https://doi.org/10.2147/phmt.s312039

Geta, E. T., Terefa, D. R., Shama, A. T., Desisa, A. E., Hailu, W. B., Olani, W., Cheme, M. C., & Lema, M. (2024). Technical efficiency and its determinants in health service delivery of public health centers in East Wollega Zone, Oromia Regional State, Ethiopia: Two-stage data envelope analysis. *BMC Health Services Research*, *24*(1). https://doi.org/10.1186/s12913-024-11431-z

Hillan, A., Pung, L., Ridderhof, S., Ramsay, J., Vinogradov, R., Westphal, D., Foong, M., Leeb, A., Scalley, B., & Phillips, A. (2024). Public health audit of vaccine cold chain management in general practice and community pharmacy in Western Australia. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, *48*(4), 100168. https://doi.org/10.1016/j.anzjph.2024.100168

Jiang, S., Jia, S., & Guo, H. (2024). Internet of Things (IoT)-enabled framework for a sustainable Vaccine cold chain management system. *Heliyon*, *10*(7), e28910. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28910

Kartoglu, U., & Milstien, J. (2014). Tools and approaches to ensure quality of vaccines throughout the cold chain. *Expert Review of Vaccines*, *13*(7), 843–854. https://doi.org/10.1586/14760584.2014.923761

Law, A. V., Sakharkar, P., Zargarzadeh, A., Tai, B. W. B., Hess, K., Hata, M., Mireles, R., Ha, C., & Park, T. J. (2015). Taking stock of medication wastage: Unused medications in US households. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, *11*(4), 571–578. https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2014.10.003

Leclerc, C. (2003). New approaches in vaccine development. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, *26*(5–6), 329–341. https://doi.org/10.1016/S0147-9571(03)00018-3

Lloyd, J., Lydon, P., Ouhichi, R., & Zaffran, M. (2015). Reducing the loss of vaccines from accidental freezing in the cold chain: The experience of continuous temperature monitoring in Tunisia. *Vaccine*, *33*(7), 902–907. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2014.10.080

Nnaji, C. A., Wiysonge, C. S., Adamu, A. A., Lesosky, M., Mahomed, H., & Ndwandwe, D. (2022). Missed Opportunities for Vaccination and Associated Factors among Children Attending Primary Health Care Facilities in Cape Town, South Africa: A Pre-Intervention Multilevel Analysis. *Vaccines*, *10*(5), 1–18. https://doi.org/10.3390/vaccines10050785

Ozawa, S., Clark, S., Portnoy, A., Grewal, S., Stack, M. L., Sinha, A., Mirelman, A., Franklin, H., Friberg, I. K., Tam, Y., Walker, N., Clark, A., Ferrari, M., Suraratdecha, C., Sweet, S., Goldie, S. J., Garske, T., Li, M., Hansen, P. M., … Walker, D. (2017). Estimated economic impact of vaccinations in 73 low- and middleincome countries, 2001–2020. *Bulletin of the World Health Organization*, *95*(9), 629–638. https://doi.org/10.2471/BLT.16.178475

Pambudi, N. A., Sarifudin, A., Gandidi, I. M., & Romadhon, R. (2022). Vaccine cold chain management and cold storage technology to address the challenges of vaccination programs. *Energy Reports*, *8*, 955–972. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.12.039

Wronikowska, M. W., Malycha, J., Morgan, L. J., Westgate, V., Petrinic, T., Young, J. D., & Watkinson, P. J. (2021). Systematic review of applied usability metrics within usability evaluation methods for hospital electronic healthcare record systems. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, *27*(6), 1403–1416. https://doi.org/10.1111/jep.13582

Yahia, E. M. (2010). Cold chain development and challenges in the developing world. *Acta Horticulturae*, *877*(Table 1), 127–132. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.877.9

Yakum, M. N., Ateudjieu, J., Pélagie, F. R., Walter, E. A., & Watcho, P. (2015). Factors associated with the exposure of vaccines to adverse temperature conditions: The case of North West region, Cameroon Health Services Research. *BMC Research Notes*, *8*(1). https://doi.org/10.1186/s13104-015-1257-y