

Evaluasi Penyimpanan *Cold Chain Product* di Puskesmas Pekanbaru Kota

Adriani Susanty^{1*}, Rina Astuti², Diva Fatimah Nabilla³, Elbina Nabila⁴, Salila Fitriah Zulfa⁵, Shifa Khalisa Melza⁶, Tilza Novia⁷

¹⁻⁷Program Studi Pendidikan Profesi Apoteker, Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau

*Corresponding Author: Adriani Susanty, e-mail: adrianisusanty@stifar-riau.ac.id

Published: September , 2026

ABSTRACT

Cold Chain Product (CCP), particularly vaccines, requires proper storage to maintain its quality, safety, and effectiveness. This study aimed to evaluate vaccine storage practices at Pekanbaru Kota Public Health Center based on cold chain requirements. This study used a descriptive observational design with an evaluative approach. Data were collected through direct observation of vaccine storage practices and comparison with applicable guidelines. The evaluated aspects included storage temperature, vaccine refrigerator, vaccine arrangement, First Expired First Out (FEFO) implementation, Vaccine Vial Monitor (VVM) examination, temperature monitoring, refrigerator maintenance, and procedures for handling power interruptions. The results showed that all observed aspects had been implemented at Pekanbaru Kota Public Health Center. Vaccines were stored at 2–8°C using a dedicated vaccine refrigerator in good condition. Vaccine arrangement considered temperature sensitivity, while FEFO and VVM examination were routinely applied. Temperature monitoring was conducted in the morning and afternoon, and refrigerator maintenance and procedures for power interruptions were available. Overall, vaccine cold chain storage practices met the observed requirements. However, further evaluation is needed regarding thermometer calibration, temperature deviation documentation, and corrective actions.

Keywords: *Cold Chain Product; Vaccine Storage; Vaccine Refrigerator; Immunization; Public Health Center.*

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Puskesmas merupakan salah satu fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama yang memiliki peran penting dalam penyelenggaraan pelayanan kesehatan masyarakat. Salah satu pelayanan yang dilakukan di Puskesmas adalah pelayanan imunisasi. Dalam penyelenggaraan imunisasi, kualitas vaksin harus dipertahankan sejak vaksin diterima hingga digunakan kepada sasaran. Salah satu faktor utama yang menentukan mutu vaksin adalah kondisi penyimpanan.

Imunisasi adalah suatu upaya untuk menimbulkan/meningkatkan kekebalan seseorang secara aktif terhadap suatu penyakit sehingga bila suatu saat terpajan dengan penyakit tersebut tidak akan sakit atau hanya mengalami sakit ringan (Kemenkes RI, 2017). Imunisasi memiliki peranan penting dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit menular. *World Health Organization* (WHO) menyatakan bahwa imunisasi merupakan salah satu intervensi kesehatan masyarakat yang paling berhasil dan setiap tahun dapat mencegah jutaan kematian akibat berbagai penyakit, termasuk difteri, tetanus, pertusis, influenza, dan campak. Selain memberikan perlindungan kepada individu, cakupan imunisasi yang tinggi juga membantu mengurangi penyebaran penyakit di masyarakat sehingga memberikan perlindungan kepada individu yang belum atau tidak dapat memperoleh vaksin tertentu (WHO, 2026).

Vaksin adalah produk biologi yang berisi antigen berupa mikroorganisme yang sudah mati atau masih hidup yang dilemahkan, masih utuh atau bagiannya, atau berupa toksin mikroorganisme yang telah diolah menjadi toksoid atau protein rekombinan, yang ditambahkan dengan zat lainnya, yang bila diberikan kepada seseorang akan menimbulkan kekebalan spesifik secara aktif terhadap

penyakit tertentu. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia menjelaskan bahwa vaksin merupakan produk biologis yang mudah rusak sehingga membutuhkan penyimpanan pada kondisi suhu tertentu. Secara umum, sebagian besar vaksin dalam program imunisasi disimpan pada suhu 2°C sampai 8°C, sedangkan persyaratan suhu dapat berbeda sesuai karakteristik masing-masing vaksin. (Kemenkes RI, 2017).

Rantai dingin (*cold chain*) merupakan bagian dari rantai suplai (*supply chain*) dimana di dalamnya bertujuan untuk menjaga suhu produk tetap terjaga pada nilai tertentu selama proses distribusi pada rangkaian rantai suplai. Rantai suplai (*supply chain*) yaitu sekumpulan aktifitas yang terlibat dalam proses perubahan dan distribusi barang mulai dari bahan baku sampai produk jadi pada konsumen akhir. Sebuah rantai suplai yang terintegrasi akan meningkatkan keseluruhan nilai yang dihasilkan oleh rantai suplai tersebut. Produk rantai dingin (*Cold Chain Product*) disebut juga produk yang sensitif terhadap suhu, contohnya diantaranya protein, peptida, biologi, vaksin, enzim, mikroorganisme dan antibodi monoklonal. Produk rantai dingin memiliki umur simpan yang pendek, penyimpanan yang rumit, penanganan dan sistem distribusi dengan banyak persyaratan (Hernawan dan Chrisitandari, 2025).

METODE

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif observasional dengan pendekatan evaluatif di Puskesmas Pekanbaru Kota. Data dikumpulkan melalui observasi langsung dan dokumentasi menggunakan lembar checklist. Aspek yang dievaluasi meliputi suhu penyimpanan, *vaccine refrigerator*, penataan vaksin, *First Expired First Out* (FEFO), *Vaccine Vial Monitor* (VVM), pemantauan suhu, pemeliharaan *refrigerator*, dan penanganan gangguan listrik. Data dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan hasil observasi terhadap pedoman penyimpanan vaksin yang berlaku. Hasil evaluasi disajikan dalam bentuk tabel dan uraian berdasarkan kesesuaian setiap indikator. Evaluasi tidak mencakup kalibrasi termometer, dokumentasi penyimpangan suhu, dan tindakan korektif terhadap deviasi suhu karena aspek tersebut tidak tersedia dalam data observasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinjauan Kasus

Perbandingann Penyimpanan Vaksin

Tabel 1. Perbandingan Penyimpanan Vaksin

Aspek	Pola Perbandingan	Berdasarkan Pedoman	Pelaksanaan di Puskesmas
Penyimpanan	Suhu Penyimpanan	Vaksin disimpan pada suhu 2-8°C sesuai ketentuan.	Sudah Diterapkan Puskesmas Pekanbaru Kota sudah melakukan penyimpanan vaksin sesuai dengan suhu penyimpanannya yaitu dalam rentang 2-8°C.
	<i>Vaccine Refrigerator</i>	Penyimpanan menggunakan <i>refrigerator</i> khusus untuk menyimpan vaksin dengan kondisi yang baik.	Sudah Diterapkan Puskesmas Pekanbaru Kota sudah menerapkan penyimpanan dengan menggunakan <i>refrigerator</i> (kulkas khusus vaksin) dengan kondisi yang baik.
	Peletakan Vaksin	Vaksin disimpan sesuai karakteristik dan sensitivitasnya terhadap panas (<i>heat sensitive</i>) atau pembekuan (<i>freeze sensitive</i>).	Sudah Diterapkan Puskesmas Pekanbaru kota sudah menerapkan penyimpanan vaksin sesuai dengan karakteristiknya, dimana vaksin seperti Hepa-B yang termasuk dalam vaksin <i>freeze sensitive</i> diletakkan didekat

			mesin pendingin pada <i>refrigerator</i> .
	FEFO	Pengeluaran vaksin menggunakan prinsip <i>First Expired First Out (FEFO)</i>	Sudah Diterapkan Puskesmas Pekanbaru Kota sudah menerapkan prinsip pengeluaran vaksin berdasarkan FEFO, yang dimana vaksin yang dekat tanggal expired nya akan dikeluarkan/digunakan terlebih dahulu.
	VVM	VVM diperhatikan dalam menentukan vaksin yang digunakan terlebih dahulu.	Sudah Diterapkan Pada Puskesmas Pekanbaru Kota petugas akan memeriksa VVM untuk melihat dan memastikan bahwa vaksin masih layak/ masih dalam kondisi yang baik sehingga dapat digunakan.
	Pemantauan Suhu	Suhu <i>refrigerator</i> dipantau dan dicatat secara rutin, termasuk pagi dan sore.	Sudah Diterapkan Puskesmas Pekanbaru Kota sudah melakukan pencatatan suhu secara rutin pagi dan sore hari sehingga jika terdapat penyimpangan suhu dapat dideteksi lebih awal.
	Pemeliharaan	<i>Refrigerator</i> dan sarana <i>cold chain</i> dipelihara/dipantau secara berkala.	Sudah Diterapkan Puskesmas Pekanbaru Kota melakukan pemantauan rutin terhadap <i>refrigerator</i> agar alat penyimpanan vaksin tersebut tetap berfungsi dengan baik.
	Kelistrikan	Tersedia prosedur penanganan apabila terjadi gangguan listrik untuk mempertahankan <i>cold chain product</i> .	Sudah Diterapkan Puskesmas Pekanbaru Kota sudah memiliki prosedur tetap yang wajib dijalankan apabila terjadi gangguan listrik sebagai pedoman agar <i>cold chain product</i> tetap terjaga mutu dan kualitasnya.

Pembahasan

Hasil observasi penyimpanan CCP di Puskesmas Pekanbaru Kota menunjukkan bahwa seluruh aspek yang diamati telah diterapkan. Aspek tersebut meliputi suhu penyimpanan 2–8°C, penggunaan lemari pendingin khusus vaksin, penataan vaksin berdasarkan sensitivitas suhu, penerapan FEFO, pemeriksaan VVM, pemantauan suhu, pemeliharaan lemari pendingin, serta prosedur penanganan gangguan listrik.

Penilaian tersebut sesuai dengan prinsip *cold chain* yang bertujuan mempertahankan mutu vaksin sejak penyimpanan sampai digunakan. *World Health Organization* (WHO) menyatakan bahwa sebagian besar vaksin program imunisasi disimpan pada suhu 2–8°C. Kondisi penyimpanan yang tidak sesuai dapat menurunkan potensi vaksin atau menyebabkan vaksin tidak dapat digunakan.

1. Kesesuaian Suhu Penyimpanan

Hasil observasi menunjukkan bahwa penyimpanan CCP di Puskesmas Pekanbaru Kota disimpan pada suhu 2–8°C. Kondisi tersebut sesuai dengan standar WHO yang menetapkan rentang

suhu 2–8°C sebagai kondisi penyimpanan bagi sebagian besar vaksin. Pengelolaan vaksin, logistik serta sarana dan prasarana termasuk dalam sumber daya penyelenggaraan imunisasi. Pengendalian kondisi penyimpanan menjadi faktor penting dalam menjaga mutu vaksin (Kemenkes RI, 2026).

Kesesuaian penerapan penyimpanan didukung oleh penelitian Rahmat *et al.* (2023) mengenai pengelolaan *cold chain* vaksin di fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama di Kupang, bahwa sebagian besar aspek pengelolaan *cold chain* telah diterapkan, meskipun masih terdapat beberapa kekurangan pada fasilitas dan prosedur penyimpanan. Penelitian Paluseri *et al.* (2024) di Puskesmas Kabupaten Maros juga menunjukkan bahwa penyimpanan vaksin telah memenuhi persyaratan minimum yang diterapkan. Pemantauan fasilitas, peralatan, dan sistem penyimpanan tetap diperlukan untuk mempertahankan mutu vaksin.

Hasil observasi di Puskesmas Pekanbaru Kota menunjukkan bahwa suhu penyimpanan telah memenuhi standar utama *cold chain*. Evaluasi secara berkala tetap diperlukan untuk menjamin kondisi penyimpanan vaksin tetap terkendali.

2. *Vaccine Refrigerator*

Puskesmas Pekanbaru Kota telah menggunakan lemari pendingin khusus untuk penyimpanan vaksin dengan kondisi yang baik. Penggunaan *refrigerator* khusus sejalan dengan rekomendasi WHO yang menganjurkan penggunaan peralatan khusus untuk penyimpanan vaksin. Penggunaan *refrigerator* khusus bertujuan mempertahankan kestabilan suhu serta meminimalkan risiko kerusakan vaksin. *Refrigerator* rumah tangga tidak selalu mampu mempertahankan distribusi suhu yang sesuai dengan kebutuhan penyimpanan vaksin.

Ketentuan mengenai penyelenggaraan imunisasi saat ini mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2026 tentang Penanggulangan Penyakit. Peraturan tersebut mencakup pengelolaan vaksin dan logistik serta sarana dan prasarana sebagai bagian dari sumber daya penyelenggaraan imunisasi. Ketersediaan peralatan penyimpanan yang sesuai diperlukan untuk mendukung pengelolaan vaksin dan mempertahankan mutu selama penyimpanan.

Penelitian Listiani *et al.* (2025) di Puskesmas Kediri I, Kabupaten Tabanan, menunjukkan bahwa fasilitas dan *refrigerator* merupakan komponen penting dalam evaluasi penyimpanan vaksin. Penelitian tersebut masih menemukan beberapa aspek fasilitas yang perlu ditingkatkan. Penelitian Sugihantoro *et al.* (2026) di Puskesmas Karangrejo, Kabupaten Tulungagung, juga menunjukkan bahwa *refrigerator* menjadi salah satu komponen penting dalam penerapan *cold chain*. Hasil evaluasi penelitian tersebut memperoleh tingkat kesesuaian keseluruhan sebesar 87,5%, dengan beberapa aspek penyimpanan dan pemeliharaan yang masih memerlukan perhatian.

Kondisi *refrigerator* di Puskesmas Pekanbaru Kota telah sesuai dengan aspek yang diamati dalam kegiatan observasi. Pemeriksaan kondisi fisik, kestabilan suhu, fungsi *refrigerator*, dan pemeliharaan secara berkala tetap diperlukan untuk memastikan peralatan dapat mempertahankan kondisi penyimpanan vaksin sesuai persyaratan.

3. Penataan Vaksin

Penataan vaksin di Puskesmas Pekanbaru Kota telah dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik masing-masing vaksin terhadap paparan panas maupun pembekuan. Vaksin Hepatitis B merupakan salah satu vaksin yang penempatannya perlu memperhatikan sensitivitas terhadap suhu. *World Health Organization* menjelaskan bahwa setiap vaksin memiliki tingkat sensitivitas yang berbeda terhadap suhu. Paparan panas berlebih dapat menurunkan mutu vaksin, sedangkan paparan suhu beku dapat menyebabkan kerusakan pada vaksin yang sensitif terhadap pembekuan. Vaksin yang membutuhkan kondisi penyimpanan pada suhu 2–8°C harus terlindungi dari paparan suhu di luar rentang tersebut.

Permenkes No. 3 Tahun 2026 mendukung prinsip pengelolaan vaksin sebagai bagian dari sumber daya dalam penyelenggaraan imunisasi. Pengelolaan vaksin perlu dilakukan untuk menjaga mutu selama proses penyimpanan hingga pelayanan. Penelitian Nelson *et al.* (2004) di Indonesia menunjukkan bahwa vaksin Hepatitis B berisiko mengalami kerusakan akibat pembekuan selama proses distribusi. Penelitian tersebut menemukan adanya paparan suhu beku dalam rantai dingin vaksin Hepatitis B di Indonesia. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya penempatan vaksin yang tepat serta pemantauan suhu secara berkala untuk mencegah kerusakan akibat pembekuan. Penataan

vaksin di Puskesmas Pekanbaru Kota telah menerapkan prinsip tersebut. Pengaturan posisi vaksin perlu dipertahankan serta didukung dengan pemantauan suhu di dalam *refrigerator* secara rutin.

4. FEFO (*First Expired First Out*)

Penilaian penerapan prinsip FEFO di Puskesmas Pekanbaru Kota didasarkan pada kesesuaian urutan penggunaan vaksin dengan tanggal kedaluwarsanya. Vaksin yang memiliki tanggal kedaluwarsa paling dekat ditempatkan atau digunakan terlebih dahulu dibandingkan vaksin dengan tanggal kedaluwarsa yang lebih lama. Berdasarkan hasil observasi, penerapan FEFO di Puskesmas Pekanbaru Kota telah dilakukan sehingga vaksin yang mendekati masa kedaluwarsa dapat diprioritaskan untuk digunakan. Penerapan prinsip ini bertujuan mencegah penumpukan vaksin yang mendekati atau melewati tanggal kedaluwarsa serta mendukung pengendalian persediaan vaksin.

Dasar pengelolaan tersebut juga sejalan dengan Permenkes No. 74 Tahun 2016 tentang Standar Pelayanan Kefarmasian di Puskesmas sebagaimana diubah dengan Permenkes No. 26 Tahun 2020, yang mengatur pengelolaan sediaan farmasi di Puskesmas, termasuk penyimpanan dan pengendalian persediaan. Penerapan FEFO pada hasil observasi menunjukkan bahwa aspek pengelolaan persediaan vaksin telah dilaksanakan sesuai prinsip yang dinilai. Pemeriksaan tanggal kedaluwarsa dan pencatatan stok secara berkala tetap diperlukan untuk memastikan prinsip FEFO berjalan secara konsisten.

5. VVM (*Vaccine Vial Monitor*)

Berdasarkan hasil observasi, penerapan VVM di Puskesmas Pekanbaru Kota telah berjalan sesuai dengan prinsip pemantauan mutu vaksin. Pemeriksaan VVM dilakukan untuk menilai paparan panas kumulatif yang diterima vaksin sebelum digunakan, sehingga dapat membantu petugas memastikan kelayakan vaksin. Hasil tersebut sesuai dengan teori WHO yang menyatakan bahwa VVM merupakan indikator paparan panas dan menjadi salah satu alat bantu dalam menentukan penggunaan vaksin. Penerapan VVM yang disertai dengan pemantauan suhu *refrigerator*, pemeriksaan tanggal kedaluwarsa, dan pemeriksaan kondisi fisik vial menunjukkan bahwa pengawasan mutu vaksin telah dilakukan secara menyeluruh. Kondisi ini mendukung terjaganya mutu dan keamanan vaksin selama penyimpanan hingga pelayanan imunisasi. Pemantauan secara konsisten tetap diperlukan karena VVM tidak menggantikan fungsi pemantauan suhu dan tidak dapat mendeteksi kerusakan vaksin akibat pembekuan.

6. Pemantauan Suhu

Puskesmas Pekanbaru Kota melakukan pencatatan suhu *refrigerator* vaksin pada pagi dan sore hari. Frekuensi tersebut sesuai dengan rekomendasi WHO untuk pemantauan suhu dua kali sehari pada fasilitas yang belum menggunakan sistem pemantauan kontinu. Pemantauan suhu diperlukan untuk memastikan kondisi penyimpanan vaksin tetap sesuai dan membantu mempertahankan mutunya.

Pengelolaan vaksin dalam penyelenggaraan imunisasi mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2026 tentang Penanggulangan Penyakit, yang mencakup pengelolaan vaksin dan sarana prasarana sebagai bagian dari sumber daya penyelenggaraan imunisasi. Hal ini sejalan dengan Rahmat *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa pemantauan suhu merupakan komponen penting dalam pengelolaan *cold chain*. Sugihantoro *et al.* (2026) juga menegaskan pentingnya kondisi penyimpanan dan pemeliharaan *refrigerator* dalam pengelolaan vaksin.

Penilaian observasi terbatas pada frekuensi pencatatan suhu. Kalibrasi termometer, hasil pengukuran suhu, penyimpangan suhu, dokumentasi penyimpangan, dan tindakan korektif tidak tercantum dalam data observasi sehingga belum dapat dinilai. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan pemantauan suhu telah dilakukan secara rutin, tetapi belum dapat menggambarkan keseluruhan sistem pengendalian suhu *cold chain*.

7. Pemeliharaan

Hasil observasi menunjukkan bahwa pemantauan dan pemeliharaan lemari pendingin di Puskesmas Pekanbaru Kota dilakukan secara rutin. Praktik ini sesuai dengan rekomendasi WHO yang menekankan pentingnya pemeliharaan peralatan *cold chain* untuk menjaga kestabilan suhu penyimpanan vaksin. Penerapan tersebut juga sejalan dengan Permenkes No. 19 Tahun 2024 tentang Penyelenggaraan Pusat Kesehatan Masyarakat dalam pengelolaan sarana dan prasarana pelayanan kesehatan.

Temuan ini sejalan dengan Sugihantoro *et al.* (2026) yang menempatkan pemeliharaan sebagai salah satu komponen penting dalam evaluasi penyimpanan vaksin. Berdasarkan hasil observasi, aspek pemantauan dan pemeliharaan *refrigerator* telah diterapkan pada indikator yang diamati. Dokumentasi pemeliharaan dan pemeriksaan berkala perlu dipertahankan untuk memastikan peralatan tetap berfungsi dengan baik dalam mendukung mutu penyimpanan vaksin.

8. Penanganan Gangguan Listrik

Hasil observasi menunjukkan bahwa Puskesmas Pekanbaru Kota telah memiliki prosedur penanganan gangguan listrik untuk mempertahankan kondisi *cold chain*. Gangguan listrik dapat menyebabkan *refrigerator* berhenti beroperasi dan meningkatkan suhu penyimpanan vaksin. Kondisi tersebut sesuai dengan perhatian WHO terhadap kemampuan peralatan *cold chain* dalam mempertahankan suhu selama gangguan pasokan listrik. Adanya prosedur penanganan gangguan listrik di Puskesmas Pekanbaru Kota menunjukkan bahwa aspek kesiapsiagaan terhadap gangguan penyimpanan telah diterapkan.

Pengelolaan vaksin dan sarana prasarana dalam penyelenggaraan imunisasi mengacu pada Permenkes No. 3 Tahun 2026 tentang Penanggulangan Penyakit. Temuan ini juga sejalan dengan Paluseri *et al.* (2024) yang menunjukkan pentingnya dukungan fasilitas dan peralatan dalam penyimpanan vaksin. Efektivitas prosedur dapat diperkuat melalui pencatatan kejadian gangguan listrik, pemantauan suhu selama gangguan, ketersediaan sumber listrik cadangan, serta penanganan vaksin apabila terjadi penyimpangan suhu.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil observasi dan pembahasan mengenai penyimpanan *Cold Chain Product* (CCP) di Puskesmas Pekanbaru Kota, diperoleh kesimpulan bahwa penyimpanan CCP di Puskesmas Pekanbaru Kota telah menerapkan suhu penyimpanan vaksin pada rentang 2–8°C sesuai dengan persyaratan penyimpanan yang diamati. Puskesmas Pekanbaru Kota telah menggunakan *vaccine refrigerator* khusus dalam kondisi baik untuk mendukung pemeliharaan mutu vaksin selama penyimpanan. Penataan vaksin telah dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik dan sensitivitas vaksin terhadap panas maupun pembekuan, serta didukung oleh penerapan prinsip *First Expired First Out* (FEFO). Pemeriksaan *Vaccine Vial Monitor* (VVM) telah dilakukan untuk memastikan kelayakan vaksin sebelum digunakan, disertai dengan pemantauan dan pencatatan suhu *refrigerator* secara rutin pada pagi dan sore hari. Pemeliharaan *refrigerator* dan sarana *cold chain* telah dilakukan secara rutin, serta telah tersedia prosedur penanganan gangguan listrik untuk mempertahankan kondisi *cold chain* dan mencegah risiko kerusakan vaksin. Secara keseluruhan, aspek penyimpanan CCP yang menjadi indikator observasi telah diterapkan di Puskesmas Pekanbaru Kota. Namun, evaluasi belum mencakup beberapa aspek pengendalian suhu secara menyeluruh, seperti kalibrasi termometer, dokumentasi penyimpangan suhu, dan tindakan korektif terhadap deviasi suhu.

REFERENSI

- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM). 2007. *Pedoman Cara Distribusi Obat yang Baik*. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.
- Centers for Disease Control and Prevention. 2003. *Epidemiology and Prevention of Vaccine-Preventable Diseases*. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, CDC.
- Centers for Disease Control and Prevention. 2014. *Vaccine Storage and Handling Toolkit*. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention.
- Hernawan, J.Y., dan Christiandari, H. 2025. *Distribusi Farmasi*. Penerbit NEM. Jakarta.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2013. *Penyelenggaraan Imunisasi*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2017. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2017 Tentang Penyelenggaraan Imunisasi*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2024. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2024 tentang Penyelenggaraan Pusat Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia

- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2026. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2026 tentang Penanggulangan Penyakit*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Nelson, C.M., Wibisono, H., Purwanto, H. 2004. Hepatitis B vaccine freezing in the Indonesian *cold chain*: Evidence and solutions. *Bulletin of the World Health Organization*.
- Paluseri, A., Nurul Mufliha, A.N., Hendrarti, W., Lukman Muslimin, & Guntur, M. 2024. Evaluasi penyimpanan vaksin pada Puskesmas Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. *Media Farmasi*, 20(1), 30–36.
- Rahmat, E.G.A., Nita, Y., & Priyandani, Y. 2023. The profile of *cold chain* management of vaccines in a primary healthcare centre in Kupang, Indonesia. *Pharmacy Education*, 23(4), 203–207.
- Ranuh, I.G.N. Gde. 2011. *Pedoman Imunisasi di Indonesia*. Ed ke-4. Jakarta: Ikatan Dokter Anak Indonesia (IDAI).
- Sugihantoro, H., Hakim, A., Maulina, N., & Muti'ah, R. 2026. Evaluation of vaccine *cold chain* storage at Karangrejo Public Health Center in Tulungagung Regency in 2025. *Jurnal Farmasimed*, 2(3), 100-108.
- United Nations Children's Fund. 2010. *Immunization Supply Chain and Logistics*. New York: UNICEF.
- World Health Organization. 2015. *Vaccine management handbook: How to monitor temperatures in the vaccine supply chain*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. 2026. *Vaccines and Immunization*. Geneva: World Health Organization.