

Evaluasi Implementasi Rantai Dingin pada Penyimpanan Vaksin di Puskesmas Kabupaten Murung Raya

Eko Yatminto*¹, Depy Oktapian Akbar², Susmita Deviana³,
Akhmad Yanie⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi,
Universitas Borneo Lestari, Indonesia
e-mail: *¹yatminto.eko@gmail.com,

Article Info

Article history:

Submission Juni 2026

Review Juni 2026

Accepted Juni 2026

Abstrak

Vaksin sebagai produk biologis memiliki sensitivitas tinggi terhadap perubahan suhu, sehingga memerlukan manajemen rantai dingin yang baik. Namun, penyimpanan di fasilitas kesehatan primer sering kali tidak memenuhi standar. Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat kesesuaian penyimpanan vaksin di puskesmas Kabupaten Murung Raya berdasarkan standar nasional yang berlaku. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif-evaluatif. Lima puskesmas dipilih secara purposive pada September 2025. Data dikumpulkan melalui observasi langsung menggunakan instrumen daftar tilik yang mengacu pada pedoman pengelolaan vaksin, kemudian dianalisis secara deskriptif dalam bentuk persentase kesesuaian setiap indikator. Hasil menunjukkan bahwa aspek sarana dan prasarana rantai dingin serta pemantauan suhu telah memenuhi standar (100%), termasuk ketersediaan lemari pendingin, alat pemantau suhu, sumber listrik, dan pencatatan suhu dalam rentang yang direkomendasikan. Penerapan prinsip rotasi stok berbasis VVM/FIFO/FEFO juga berjalan optimal (100%). Namun, kesesuaian penataan fisik vaksin di dalam lemari pendingin masih rendah (20%), terutama pada pengaturan jarak antar kemasan dan penempatan vaksin sensitif terhadap panas serta beku. Temuan ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kelengkapan administratif dan praktik penyimpanan vaksin di lapangan. Penguatan pembinaan teknis dan evaluasi berkala diperlukan untuk menjaga mutu dan stabilitas vaksin.

Kata kunci— Rantai Dingin, Vaksin, Penyimpanan, Puskesmas, Evaluasi

Ucapan terima kasih:

Abstract

Vaccines, as biological products, are highly sensitive to temperature fluctuations and therefore require proper cold chain management. However, storage practices in primary healthcare facilities often do not meet established standards. This study aimed to assess the level of compliance of vaccine storage practices in primary healthcare centers in Murung Raya Regency with prevailing national standards. The study employed a quantitative approach with a descriptive-evaluative design. Five primary healthcare centers were purposively selected in September 2025. Data were collected through direct observation using a structured checklist based on national vaccine management guidelines and were analyzed descriptively by calculating the percentage of compliance for each indicator. The results showed that cold chain infrastructure and temperature monitoring fully met the required standards (100%), including the availability of dedicated vaccine refrigerators, temperature monitoring devices, continuous electricity supply, and temperature records within the recommended range. Stock rotation practices based on VVM, FIFO, and FEFO principles were

also optimally implemented (100%). However, compliance with the physical arrangement of vaccines inside the refrigerator was low (20%), particularly regarding spacing between packages and the placement of heat- and freeze-sensitive vaccines. These findings indicate a gap between administrative compliance and actual vaccine storage practices in the field. Strengthened technical supervision and periodic evaluation are necessary to ensure optimal vaccine quality and stability.

Keyword – *Cold chain, Vaccine, Storage, Primary health center, Evaluation*

DOI

©2020 Politeknik Harapan Bersama Tegal

Alamat korespondensi:
Prodi DIII Farmasi Politeknik Harapan Bersama Tegal
Gedung A Lt.3. Kampus 1
Jl. Mataram No.09 Kota Tegal, Kodepos 52122
Telp. (0283) 352000
E-mail: parapemikir_poltek@yahoo.com

p-ISSN: 2089-5313
e-ISSN: 2549-5062

A. Pendahuluan

Kesehatan merupakan faktor penting untuk pengembangan sumber daya manusia yang berkualitas. Upaya menjaga kesehatan sejak dini memerlukan intervensi yang efektif, salah satunya melalui imunisasi [1]. Imunisasi terbukti mampu mencegah penyakit menular, menurunkan morbiditas dan mortalitas balita, serta mendukung kesehatan masyarakat secara luas [2], [3]. Berdasarkan data Kementerian Kesehatan, cakupan imunisasi dasar lengkap di Indonesia pada beberapa tahun terakhir belum mencapai target nasional. Oleh sebab itu, program imunisasi tetap menjadi prioritas dalam pelayanan kesehatan [4].

Keberhasilan program imunisasi tidak hanya bergantung pada cakupannya, tetapi juga pada mutu vaksin. Vaksin merupakan produk biologis yang sangat sensitif terhadap suhu dan kondisi penyimpanan [5]. Ketidaksihesuaian dalam pengelolaan dan penyimpanan vaksin dapat menurunkan potensi imunogenisitas secara signifikan [6]. Kondisi ini berisiko membuat vaksin tidak memberikan perlindungan yang optimal bagi individu dan bahkan menyebabkan kegagalan imunisasi.

Secara global, kegagalan dalam pengendalian suhu rantai dingin masih menjadi penyebab utama penurunan mutu vaksin. WHO melaporkan bahwa sebagian vaksin mengalami degradasi akibat gangguan suhu. Sementara itu, akibat dari kelemahan sistem pengelolaannya berpotensi menyebabkan pemborosan stok vaksin setiap tahunnya [7]. Meskipun negara maju telah mencapai tingkat kepatuhan terhadap standar pengendalian suhu sebesar 85–95%, negara berkembang masih menghadapi tantangan signifikan. Hal tersebut meliputi ketidaksihesuaian suhu dan keterbatasan infrastruktur [8]. Permasalahan serupa juga menjadi tantangan besar dalam manajemen rantai dingin di Indonesia. Penelitian di Kabupaten Sleman melaporkan adanya *overstock* vaksin (28%), ketidaksihesuaian penataan penyimpanan (40%), serta pencatatan suhu yang belum optimal (36%) [9]. Sementara itu, studi di Puskesmas Cisoka, Kabupaten Tangerang, menemukan ketidaksihesuaian dalam penerapan prinsip FEFO dan FIFO meskipun pemantauan suhu telah sesuai standar [10]. Hal ini menunjukkan bahwa masih banyak permasalahan terkait

penyimpanan vaksin. Pengelolaan vaksin yang belum optimal berpotensi menurunkan mutu dan efektivitas vaksin.

Pemerintah Indonesia telah mengatur standar pengelolaan vaksin melalui Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 12 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Imunisasi dan petunjuk teknis rantai dingin. Peraturan ini menetapkan prosedur penyimpanan, pemeliharaan, dan distribusi agar mutu vaksin tetap terjaga dari produsen hingga ke masyarakat. Meskipun regulasi telah tersedia, implementasi di lapangan belum sepenuhnya konsisten sehingga perlu evaluasi berkala untuk memastikan kesesuaian praktik penyimpanan vaksin dengan standar yang berlaku.

Beberapa penelitian di Indonesia telah mengevaluasi praktik penyimpanan vaksin di tingkat puskesmas, seperti di Kabupaten Maros [11], Kota Salatiga [12], dan Kabupaten Bantul [13]. Hasil studi tersebut menunjukkan bahwa sistem penyimpanan telah memenuhi sebagian besar standar, meskipun masih ditemukan beberapa aspek yang belum sesuai. Namun, mayoritas penelitian dilakukan pada wilayah dengan akses yang baik, sehingga tidak menggambarkan praktik penyimpanan vaksin di daerah dengan geografis yang menantang dan sumber daya terbatas. Hingga saat ini, publikasi mengenai manajemen pengelolaan rantai dingin di daerah yang sulit dijangkau sangat minim. Selain itu, kajian yang membandingkan aspek administratif manajemen stok dan teknis penataan fisik vaksin dalam satu evaluasi terpadu juga masih terbatas.

Penelitian ini dilaksanakan pada puskesmas di Kabupaten Murung Raya. Wilayah ini memiliki kondisi geografis yang kompleks. Beberapa puskesmas sangat sulit dijangkau, terutama jika kondisi hujan. Kondisi ini semakin diperburuk dengan terbatasnya infrastruktur, seperti pasokan listrik yang belum merata dan medan yang menantang. Situasi tersebut berpotensi memengaruhi stabilitas sistem rantai dingin dalam penyimpanan vaksin. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai kondisi pengelolaan vaksin di wilayah dengan akses yang terbatas.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi praktik penyimpanan vaksin di puskesmas

Kabupaten Murung Raya. Penelitian ini mengidentifikasi tingkat kesesuaian terhadap standar yang berlaku serta aspek-aspek penyimpanan yang masih memerlukan perbaikan. Temuan penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi berbasis data bagi peningkatan mutu pengelolaan vaksin di tingkat pelayanan kesehatan primer.

B. Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada September 2025 di puskesmas wilayah Kabupaten Murung Raya, Kalimantan Tengah. Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif dengan desain deskriptif-evaluatif. Data primer diperoleh melalui observasi langsung menggunakan instrumen daftar tilik. Instrumen tersebut disusun oleh peneliti dengan mengacu pada standar pengelolaan vaksin dan rantai dingin dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 12 Tahun 2017 [14], serta Pedoman Pengelolaan Vaksin di Fasilitas Kesehatan [15].

Dari total 15 puskesmas di Kabupaten Murung Raya, lima puskesmas dipilih sebagai sampel penelitian menggunakan teknik purposive sampling. Pada purposive sampling, ukuran sampel tidak ditentukan berdasarkan perhitungan statistik, melainkan berdasarkan kemampuan sampel dalam menyediakan informasi yang relevan sesuai tujuan penelitian [16]. Pemilihan lima puskesmas dilakukan secara purposive dengan mempertimbangkan variasi karakteristik wilayah kerja, cakupan pelayanan, dan kondisi operasional puskesmas sehingga dapat menggambarkan variasi kondisi pengelolaan dan penyimpanan vaksin di Kabupaten Murung Raya. Pemilihan sampel dilakukan berdasarkan kesesuaiannya dengan tujuan penelitian dan kemampuannya dalam menyediakan informasi yang relevan terkait penyimpanan vaksin [16], [17]. Puskesmas yang menjadi sampel penelitian harus memenuhi kriteria inklusi, yaitu menyelenggarakan program imunisasi rutin, memiliki fasilitas penyimpanan vaksin sesuai sistem rantai dingin, memiliki petugas yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan vaksin, serta bersedia menjadi lokasi penelitian. Adapun kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah puskesmas yang tidak memberikan izin penelitian, atau berada dalam kondisi khusus yang berpotensi memengaruhi

hasil pengamatan terhadap penyimpanan vaksin.

Variabel penelitian adalah kesesuaian penyimpanan vaksin yang ditinjau dari tiga aspek utama: (1) sarana dan prasarana, (2) kondisi lemari pendingin, (3) penataan vaksin. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan menghitung persentase kesesuaian pada setiap indikator penyimpanan menggunakan instrumen daftar tilik (*checklist*). Perhitungan persentase kesesuaian dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Kesesuaian} = \frac{\text{Jumlah item yang sesuai}}{\text{Jumlah item yang dinilai}} \times 100\%$$

Hasil analisis kemudian dibandingkan dengan standar penyimpanan vaksin berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Imunisasi. Interpretasi difokuskan pada identifikasi indikator yang belum memenuhi standar 100% sebagai bahan evaluasi pengelolaan vaksin di puskesmas.

Penelitian ini telah memperoleh izin dari Dinas Kesehatan setempat serta rekomendasi dari Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kabupaten Murung Raya. Persetujuan pelaksanaan observasi juga diperoleh dari kepala masing-masing puskesmas sebelum pengumpulan data dilakukan. Selain itu, penelitian ini tidak melibatkan subjek manusia maupun data pasien sehingga tidak memerlukan persetujuan etik penelitian kesehatan.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Karakteristik Puskesmas Penelitian

Penelitian ini mengevaluasi kesesuaian penyimpanan vaksin pada lima puskesmas di Kabupaten Murung Raya berdasarkan standar pengelolaan rantai dingin yang berlaku.

Tabel 1. Karakteristik Puskesmas

Kode	Nama Puskesmas	Status Akreditasi	Jumlah Pengelola Vaksin
P1	Puruk Cahu	Paripurna	1
P2	Datah Kotou	Paripurna	1
P3	Konut	Paripurna	1

P4	Saripoi	Paripurna	1
P5	Muara Joloi	Paripurna	1

Hasil observasi disajikan berdasarkan karakteristik puskesmas, sarana dan prasarana rantai dingin, prosedur penyimpanan vaksin, serta pemantauan suhu penyimpanan.

Berdasarkan Tabel 1, seluruh puskesmas memiliki status akreditasi paripurna. Setiap puskesmas juga memiliki satu petugas yang bertanggung jawab dalam pengelolaan vaksin. Hal ini menunjukkan bahwa fasilitas yang diteliti memiliki mutu akreditasi dan sumber daya manusia yang relatif seragam.

2. Evaluasi Sarana dan Prasarana Rantai Dingin

Sarana dan prasarana rantai dingin merupakan komponen utama dalam menjaga stabilitas mutu vaksin selama proses penyimpanan. Ketersediaan lemari pendingin, alat pemantau suhu, serta sistem cadangan listrik sangat penting untuk menjaga suhu agar sesuai standar.

Tabel 2. Sarana dan Prasarana Rantai Dingin

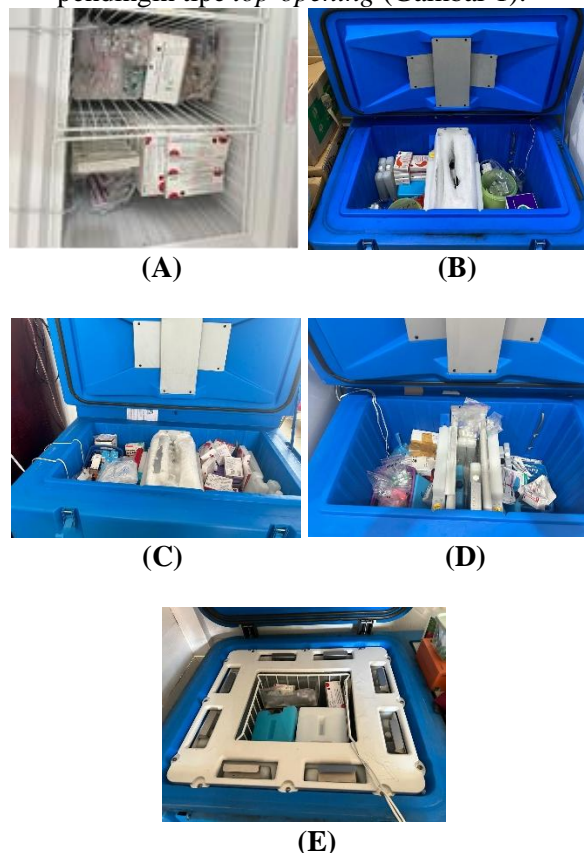
Indikator	P1	P2	P3	P4	P5	n	%
Vaccine refrigerator berfungsi	✓	✓	✓	✓	✓	5	100
Cold pack mencukupi	✓	✓	✓	✓	✓	5	100
Termometer berfungsi	✓	✓	✓	✓	✓	5	100
Freeze tag/log tag tersedia	✓	✓	✓	✓	✓	5	100
Sumber listrik tersedia 24 jam	✓	✓	✓	✓	✓	5	100
Generator tersedia	✓	✓	✓	✓	✓	5	100

Keterangan: ✓ = Memenuhi; ✗ = Tidak memenuhi; P = Puskesmas; n = jumlah puskesmas yang memenuhi indikator.

Tabel 2 menunjukkan bahwa seluruh puskesmas telah memenuhi indikator sarana dan prasarana rantai dingin. Semua fasilitas memiliki lemari pendingin yang berfungsi baik, cold pack yang mencukupi, termometer yang berfungsi, freeze tag/log tag, sumber listrik 24 jam, serta generator cadangan.

Terdapat variasi jenis alat penyimpanan yang digunakan. Puskesmas Puruk Cahu

menggunakan lemari es tipe *front-opening*, sedangkan Puskesmas Datah Kotou, Konut, Saripoi, dan Muara Joloi menggunakan lemari pendingin tipe *top-opening* (Gambar 1).



Gambar 1. Kondisi Vaccine refrigerator di puskesmas penelitian: (A) Puskesmas Puruk Cahu; (B) Puskesmas Datah Kotou; (C) Puskesmas Konut; (D) Puskesmas Saripoi; (E) Puskesmas Muara Joloi.

Tipe *top-opening* dikenal memiliki stabilitas suhu yang lebih baik karena meminimalkan kehilangan udara dingin saat penutup dibuka [18]. Sementara itu, tipe *front-opening* dilengkapi rak bertingkat sehingga penyusunan vaksin lebih terorganisir [19].

Meskipun demikian, efektivitas pengelolaan vaksin tidak semata-mata ditentukan oleh jenis alat penyimpanan, tetapi juga oleh kepatuhan terhadap prosedur penyimpanan, penataan vaksin yang sesuai, serta pemantauan suhu secara rutin. Literatur menunjukkan bahwa meskipun desain lemari pendingin dapat memengaruhi kemudahan manajemen stok, stabilitas suhu tetap menjadi faktor utama dalam menjaga mutu vaksin [20].

3. Evaluasi Prosedur Penyimpanan

Vaksin

Berdasarkan hasil observasi menunjukkan sebagian besar indikator prosedur penyimpanan belum sepenuhnya sesuai standar (Tabel 3).

Tabel 3. Prosedur Penyimpanan Vaksin

Indikator	P1	P2	P3	P4	P5	n	%
Jarak antar kotak vaksin sesuai	✓	✗	✗	✗	✗	1	20*
Penempatan vaksin sensitif panas sesuai	✓	✗	✗	✗	✗	1	20*
Penempatan vaksin sensitif beku sesuai	✓	✗	✗	✗	✗	1	20*
Penyusunan berdasarkan VVM/FIFO/FEFO	✓	✓	✓	✓	✓	5	100

Keterangan: ✓ = Memenuhi; ✗ = Tidak memenuhi; P = Puskesmas; n = jumlah puskesmas yang memenuhi indikator.

Indikator jarak antar kotak vaksin yang sesuai hanya ditemukan pada satu puskesmas (20%). Hal serupa juga terlihat pada penempatan vaksin sensitif panas dan vaksin sensitif beku. Sebaliknya, penyusunan vaksin berdasarkan prinsip VVM/FIFO/FEFO telah dilakukan dengan baik di seluruh puskesmas (100%). Perbedaan ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kepatuhan administratif dan teknis penataan vaksin.

Kesenjangan ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Perbedaan lemari pendingin yang digunakan kemungkinan dapat memengaruhi penataan vaksin (Gambar 1). Tipe *front-opening* dengan rak bertingkat dapat mempermudah penataan vaksin karena memiliki lebih banyak ruang. Sedangkan tipe *top-opening* memiliki ruang penyimpanan lebih sedikit. Namun, penelitian ini tidak menganalisis hubungan tersebut sehingga diperlukan kajian lebih lanjut.

Menurut Permenkes Nomor 12 Tahun 2017, penempatan vaksin harus memperhatikan jenis sensitivitasnya terhadap panas dan beku, serta tidak disusun terlalu rapat agar sirkulasi udara tetap optimal [14]. Penataan yang tidak sesuai berpotensi mengganggu distribusi suhu di dalam lemari es [21]. Hal ini dapat memengaruhi stabilitas vaksin meskipun suhu yang tercatat masih berada dalam rentang standar.

Studi ini sejalan dengan berbagai penelitian di Indonesia yang melaporkan adanya kesenjangan antara ketersediaan infrastruktur rantai dingin dan teknis penyimpanan vaksin. Penelitian di Kabupaten Bantul menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar fasilitas telah memenuhi standar pemantauan suhu dan administratif vaksin, aspek teknis penataan dan pemeliharaan peralatan masih belum sepenuhnya sesuai pedoman [13]. Studi lain juga melaporkan bahwa penerapan prinsip manajemen stok belum konsisten di beberapa puskesmas [10]. Hal tersebut menegaskan bahwa keberhasilan sistem rantai dingin tidak hanya bergantung pada ketersediaan sarana, tetapi juga pada teknis dan kepatuhan terhadap prosedur [19].

Ketidaksesuaian penataan vaksin dalam penyimpanan berpotensi memengaruhi stabilitas dan efektivitas vaksin [21]. Beberapa vaksin seperti DPT, hepatitis B, dan vaksin kombinasi sensitif terhadap paparan suhu beku [22]. Paparan tersebut dapat merusak struktur antigen dan potensi imunitas. Sebaliknya, vaksin yang sensitif terhadap panas dapat mengalami degradasi apabila terpapar suhu di atas rentang yang dianjurkan.

4. Evaluasi Pemantauan Suhu Penyimpanan Vaksin

Data penelitian menunjukkan bahwa seluruh puskesmas telah memenuhi indikator pemantauan suhu penyimpanan vaksin (Tabel 4). Suhu pada lemari pendingin berada dalam rentang 2–8°C, sedangkan suhu freezer berada pada rentang –15°C sampai –25°C sesuai standar yang ditetapkan. Pelarut juga disimpan pada suhu ruangan dan tidak terpapar sinar matahari langsung, serta tidak ditemukan vaksin yang telah melewati tanggal kedaluwarsa. Secara umum, pemantauan suhu telah konsisten di setiap puskesmas.

Tabel 4. Pemantauan Suhu Penyimpanan Vaksin

Indikator	P1	P2	P3	P4	P5	n	%
Suhu ILR 2 sampai 8 °C	✓	✓	✓	✓	✓	5	100
Suhu freezer –15 °C sampai –25 °C	✓	✓	✓	✓	✓	5	100
Pelarut disimpan pada suhu ruangan	✓	✓	✓	✓	✓	5	100

Pelarut tidak terpapar sinar matahari	✓	✓	✓	✓	✓	5	100
Vaksin belum kedaluwarsa	✓	✓	✓	✓	✓	5	100

Keterangan: ✓ = Memenuhi; ✗ = Tidak memenuhi; P = Puskesmas; n = jumlah puskesmas yang memenuhi indikator.

Temuan ini menunjukkan bahwa sistem pemantauan dan pencatatan suhu telah berjalan dengan baik. Hal ini didukung dengan tersedianya termometer dan *freeze tag*. Namun, kesesuaian suhu tidak selalu menjamin optimalnya stabilitas vaksin apabila aspek penataannya belum sesuai standar. Distribusi suhu di dalam lemari pendingin dapat dipengaruhi oleh tataletak, kepadatan dan posisi vaksin [23]. Penyusunan vaksin yang terlalu rapat berpotensi menyebabkan variasi suhu pada titik tertentu. Oleh karena itu, pemantauan suhu dan penataan fisik vaksin merupakan dua komponen yang saling melengkapi dalam menjaga mutu vaksin.

Kondisi serupa juga dilaporkan pada penelitian sebelumnya. Pemantauan suhu umumnya telah memenuhi standar, meskipun masih ditemukan ketidaksesuaian pada aspek teknis lainnya [11], [13], [24]. Pada penelitian ini, pengendalian suhu telah optimal, namun teknis penataan vaksin masih memerlukan perbaikan. Variasi temuan juga dapat dipengaruhi oleh faktor operasional seperti kurangnya pelatihan, ketersediaan peralatan, dan sistem monitoring [25].

Secara umum, hasil dari penelitian ini menekankan bahwa sistem rantai dingin secara administratif telah berjalan baik, namun teknis terkait penataan vaksin masih belum optimal. Di beberapa puskesmas, keterbatasan kapasitas maupun jenis lemari pendingin yang digunakan kemungkinan turut memengaruhi cara penyusunan vaksin. Ruang penyimpanan yang kurang memadai menyebabkan vaksin disusun lebih rapat, sehingga penataan berdasarkan sensitivitas suhu tidak optimal. Hal ini berpotensi menimbulkan variasi suhu pada titik tertentu. Temuan ini menunjukkan bahwa evaluasi rantai dingin tidak cukup hanya menilai sarana dan pencatatan suhu, tetapi juga perlu memperhatikan kapasitas dan tataletak penyimpanan.

Terdapat keterbatasan pada penelitian ini. Penggunaan sampel yang hanya lima puskesmas mungkin belum sepenuhnya

merepresentasikan kondisi penyimpanan vaksin di Kabupaten Murung Raya. Desain penelitian bersifat deskriptif sehingga tidak memungkinkan analisis hubungan sebab-akibat antara faktor yang berpengaruh. Studi selanjutnya disarankan melibatkan seluruh puskesmas di wilayah tersebut dan menghubungkan faktor yang mungkin berpengaruh terhadap sistem rantai dingin.

D. Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penyimpanan vaksin di puskesmas Kabupaten Murung Raya secara umum memenuhi standar Permenkes RI Nomor 12 Tahun 2017. Namun, masih ditemukan ketidaksesuaian penataan vaksin pada lemari pendingin. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kelengkapan administratif dan praktik penyimpanan vaksin di lapangan. Penguatan pembinaan teknis dan evaluasi berkala diperlukan untuk menjaga mutu dan stabilitas vaksin.

Daftar Pustaka

- [1] X. Li *et al.*, "Estimating the health impact of vaccination against ten pathogens in 98 low-income and middle-income countries from 2000 to 2030: a modelling study," *The Lancet*, vol. 397, no. 10272, pp. 398–408, 2021.
- [2] R. Collins, S. Bennett, D. W. Thompson, O. Hughes, W. Edwards, and C. Smith, "The Role of Vaccination in Reducing Infant and Childhood Mortality: A Systematic Review," *Int. J. Hyg. Environ. Health*, vol. 265, no. 44-66 SE-Articles, pp. 227–244, 2025, [Online]. Available: <https://www.wos-emr.net/index.php/IJHEH/article/view/20>
- [3] A. J. Shattock *et al.*, "Contribution of vaccination to improved survival and health: modelling 50 years of the Expanded Programme on Immunization," *The Lancet*, vol. 403, no. 10441, pp. 2307–2316, 2024.
- [4] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *Profil Kesehatan Profil Kesehatan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2024.
- [5] M. N. Yakum, J. Ateudjieu, F. R. Pélagie, E. A. Walter, and P. Watcho, "Factors associated with the exposure of vaccines to adverse temperature conditions: the case of

- North West region, Cameroon,” *BMC Res. Notes*, vol. 8, no. 1, p. 277, 2015.
- [6] L. D. Saraswati, P. Ginandjar, Budiyono, Martini, A. Udiyono, and Kairul, “Vaccines cold chain monitoring: a cross sectional study at three district in Indonesia,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 2018, p. 12082.
- [7] WHO, *Considerations for integrating COVID-19 vaccination into immunization programmes and primary health care for 2022 and beyond*. World Health Organization, 2023.
- [8] Y. Samant, H. Lanjewar, D. Parker, L. Block, G. S. Tomar, and B. Stein, “Evaluation of the cold-chain for oral polio vaccine in a rural district of India,” *Public Health Reports*, vol. 122, no. 1, pp. 112–121, 2007.
- [9] S. D. Prasetyo, B. C. Vidia Ningrum, E. H. Irianingrum, F. T. Oktarini, and I. Nizza, “Tingkat pengetahuan petugas pengelola vaksin dan evaluasi pengelolaan Vaksin di Puskesmas Kabupaten Sleman,” *Majalah Farmaseutik*, vol. 17, no. 2, p. 249, 2021.
- [10] D. P. Sari, N. Alvini, and A. Humaedi, “Evaluasi Penyimpanan Dan Pendistribusian Produk Imunisasi Rantai Dingin Di Puskesmas Cisoka Kab. Tangerang Banten,” *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, vol. 4, no. 11 SE-Articles, pp. 1689–1700, Jul. 2025, [Online]. Available: <https://www.bajangjournal.com/index.php/JCI/article/view/10820>
- [11] A. Paluseri, A. N. Nurul Muflaha, W. Hendrarti, Lukman Muslimin, and M. Guntur, “Evaluasi Penyimpanan Vaksin Pada Puskesmas Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan,” *Media Farmasi*, vol. 20, no. 1 SE-Artikel, pp. 30–36, Apr. 2024, doi: 10.32382/mf.v20i1.260.
- [12] M. E. Dewi, I. Iswandi, and M. Kartika, “Evaluasi Perbandingan Sistem Rantai Dingin Penyimpanan Vaksin,” *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, vol. 4, no. 3, 2022.
- [13] S. N. Safitri, R. H. Setyorini, and M. A. Fajri, “Evaluasi Penyimpanan Vaksin di Puskesmas Kabupaten Bantul,” *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, vol. 6, no. 12, pp. 2488–2492, 2023.
- [14] Kementerian Kesehatan Republik Indonesi, “Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Imunisas,” Jakarta: Kementerian Kesehatan RI, 2017, pp. 1–59.
- [15] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *Pedoman Pengelolaan Vaksin di Fasilitas Yankes*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI, 2021.
- [16] I. Etikan, S. A. Musa, and R. S. Alkassim, “Comparison of convenience sampling and purposive sampling,” *American journal of theoretical and applied statistics*, vol. 5, no. 1, pp. 1–4, 2016.
- [17] L. A. Palinkas, S. M. Horwitz, C. A. Green, J. P. Wisdom, N. Duan, and K. Hoagwood, “Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research,” *Administration and policy in mental health and mental health services research*, vol. 42, no. 5, pp. 533–544, 2015.
- [18] W. H. Organizations, *Immunization in practice: a practical guide for health staff*. World Health Organization, 2015.
- [19] N. A. Pambudi, A. Sarifudin, I. M. Gandidi, and R. Romadhon, “Vaccine cold chain management and cold storage technology to address the challenges of vaccination programs,” *Energy Reports*, vol. 8, pp. 955–972, 2022.
- [20] D. Feyisa, “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 Med. Ther.*, pp. 359–372, 2021.
- [21] M. Chen, J. Zhao, Z. Zhang, C. Gu, and X. Wang, “Influencing factors of thermal performance of small-size vaccine cold storage: An experiment-based parametric study,” *J. Energy Storage*, vol. 51, p. 104496, 2022, doi: 10.1016/j.est.2022.104496.
- [22] World Health Organization, “How to monitor temperatures in the vaccine supply chain,” World Health Organization, 2015.
- [23] M. Chojnacky, W. Miller, D. Ripple, and G. Strouse, *Thermal Analysis of Refrigeration Systems Used for Vaccine Storage*. US Department of Commerce, National Institute of Standards and

Technology, 2010.

- [24] P. A. R. Listiani, P. I. I. Indraswari, and Z. S. Haani, "Analisis Penyimpanan Vaksin Di Puskesmas Kediri I Kabupaten Tabanan," *Journal Pharmactive*, vol. 4, no. 1, pp. 22–31, 2025.
- [25] A. Ashok, M. Brison, and Y. LeTallec, "Improving cold chain systems: Challenges and solutions," *Vaccine*, vol. 35, no. 17, pp. 2217–2223, 2017, doi: 10.1016/j.vaccine.2016.08.045.