



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

Gambaran Penerapan Metode Pengelolaan VVM, FIFO, FEFO, dan BUD untuk Mengurangi Kerugian di Puskesmas Kota Barat

Overview of the Implementation of VVM, FIFO, FEFO, and BUD Management Methods to Reduce Losses at West City Community Health Center

Salyatulwalidaini Putri Hakim¹, Robert Tungadi², Mohamad Reski Manno³,
Hamsidar Hasan⁴, Fika Nuzul Ramadhani⁵, Riduansyah Buchari⁶

¹⁻⁶ Program Studi Farmasi, Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. enderal Sudirman No. 6 – Gorontalo– Indonesia

*Corresponding Author: E-mail: salyaputrihakim08@gmail.com

Artikel Penelitian

Article History:

Received: 11 Mei, 2026

Revised: 23 June, 2026

Accepted: 17 July, 2026

Kata Kunci:

BUD, FEFO, FIFO, Pengelolaan Vaksin, VVM

Keywords:

BUD, FEFO, FIFO, Vaccine Management, VVM

DOI: [10.56338/jks.v9i7.11695](https://doi.org/10.56338/jks.v9i7.11695)

ABSTRAK

Vaksin merupakan sediaan biologis yang sensitif terhadap suhu sehingga memerlukan pengelolaan yang tepat untuk mencegah penurunan mutu dan kerugian vaksin (*vaccine wastage*). Penelitian ini bertujuan menggambarkan penerapan metode pengelolaan *Vaccine Vial Monitor* (VVM), *First In First Out* (FIFO), *First Expired First Out* (FEFO), dan *Beyond Use Date* (BUD) untuk mengurangi kerugian vaksin di Puskesmas Kota Barat. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif melalui observasi langsung dan dokumentasi dengan instrumen lembar *checklist* yang dianalisis secara deskriptif persentase dan dibandingkan dengan Pedoman Pengelolaan Vaksin Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indikator penyimpanan vaksin maupun ketersediaan dan pendistribusian vaksin memperoleh tingkat kesesuaian 100% sehingga dikategorikan baik. Tidak ditemukan kasus vaksin kedaluwarsa, *over stock*, maupun *stock out* selama enam bulan terakhir. Dapat disimpulkan bahwa penerapan metode VVM, FIFO, FEFO, dan BUD di Puskesmas Kota Barat telah dilaksanakan sesuai standar dan terbukti efektif menekan kerugian vaksin hingga titik nol.

ABSTRACT

Vaccines are temperature-sensitive biological preparations that require proper management to prevent quality deterioration and vaccine wastage. This study aimed to describe the application of Vaccine Vial Monitor (VVM), First In First Out (FIFO), First Expired First Out (FEFO), and Beyond Use Date (BUD) management methods to reduce vaccine wastage at Kota Barat Public Health Center. A descriptive quantitative approach was used through direct observation and documentation with a checklist instrument, analyzed using descriptive percentages and compared with the 2021 Vaccine Management Guidelines of the Indonesian Ministry of Health. The results showed that both the vaccine storage indicators and the vaccine availability and distribution indicators reached a

100% compliance level and were categorized as good. No cases of expired vaccines, overstock, or stockout were found during the last six months. It can be concluded that the application of the VVM, FIFO, FEFO, and BUD methods at Kota Barat Public Health Center complied with the standards and was proven effective in reducing vaccine wastage to zero.

PENDAHULUAN

Pusat Kesehatan Masyarakat (Puskesmas) merupakan fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama yang bertanggung jawab menyelenggarakan pelayanan kesehatan secara menyeluruh kepada masyarakat di wilayah kerjanya, mencakup upaya promotif, preventif, kuratif, rehabilitatif, hingga paliatif secara terintegrasi (Kementerian Kesehatan RI, 2024). Dalam pelaksanaannya, Puskesmas lebih mengutamakan upaya pencegahan penyakit dan peningkatan kesehatan sebagai penyelenggara Upaya Kesehatan Masyarakat dan Upaya Kesehatan Perseorangan tingkat pertama (Kementerian Kesehatan RI, 2016). Selain memberikan pelayanan secara langsung kepada masyarakat, Puskesmas juga memegang peranan penting dalam pengelolaan logistik kesehatan, termasuk vaksin, agar mutu, keamanan, serta efektivitasnya tetap terjaga sejak diterima, disimpan, didistribusikan, hingga diberikan kepada sasaran imunisasi.

Rantai dingin (*cold chain*) merupakan sistem pengelolaan yang dirancang untuk mempertahankan produk sensitif suhu agar tetap berada pada rentang temperatur yang telah ditentukan selama proses distribusi (Tokala & Mohammed, 2022). Dalam bidang kefarmasian, sistem ini diterapkan pada berbagai *Cold Chain Product* (CCP), yaitu produk yang memerlukan pengendalian suhu secara konsisten agar karakteristik biologis maupun kimianya tidak mengalami penurunan kualitas, meliputi vaksin, sediaan biologis, insulin, obat onkologi, serta produk farmasi lain yang stabilitasnya sangat dipengaruhi oleh kondisi suhu penyimpanan. Oleh karena itu, keberhasilan rantai dingin menjadi faktor utama dalam menjamin mutu produk hingga digunakan oleh pasien (WHO, 2022).

Vaksin merupakan sediaan biologis yang mengandung antigen, baik berupa mikroorganisme hidup yang telah dilemahkan, mikroorganisme yang telah dimatikan, bagian dari mikroorganisme, toksoid, maupun protein hasil rekayasa genetika yang dikombinasikan dengan bahan tambahan tertentu. Pemberian vaksin bertujuan membentuk kekebalan aktif spesifik terhadap penyakit tertentu sehingga mampu meningkatkan perlindungan individu maupun masyarakat (Kementerian Kesehatan RI, 2021). Berdasarkan karakteristik kestabilannya terhadap suhu, vaksin dibedakan menjadi kelompok *freeze sensitive* yang rusak apabila terpapar suhu beku dan kelompok *heat sensitive* yang rusak apabila terpapar panas berlebih, sehingga pemahaman karakteristik tersebut penting dalam proses penyimpanan melalui rantai dingin (Kementerian Kesehatan RI, 2017). Karena tersusun dari komponen biologis yang sensitif terhadap perubahan lingkungan, vaksin mudah mengalami penurunan mutu apabila terpapar suhu yang tidak sesuai ataupun sinar matahari, baik akibat keterlambatan distribusi maupun kesalahan penyimpanan dan penanganan, sehingga efektivitasnya berpotensi menurun sebelum digunakan (Sykes, 2018).

Sebagai produk biologis yang peka terhadap perubahan suhu, vaksin harus disimpan pada rentang suhu 2°C–8°C menggunakan *cold room* atau *vaccine refrigerator* agar mutunya tetap terjaga hingga saat digunakan. Selama proses penyimpanan berlangsung, suhu perlu dipantau dan dicatat secara rutin menggunakan kartu pemantauan suhu untuk memastikan vaksin tidak mengalami paparan suhu yang menyimpang dari ketentuan. Setiap jenis vaksin memiliki karakteristik penyimpanan yang berbeda sehingga penanganannya harus disesuaikan dengan sifat masing-masing vaksin, termasuk pengaturan letak vaksin di dalam unit penyimpanan (Kementerian Kesehatan RI, 2021).

Keberhasilan pengelolaan vaksin tidak hanya ditentukan oleh tersedianya sarana penyimpanan yang memenuhi standar, tetapi juga dipengaruhi oleh penerapan sistem manajemen stok yang tepat (Warani dkk., 2024). Metode *First In First Out* (FIFO) memastikan vaksin yang lebih dahulu diterima

diprioritaskan untuk dikeluarkan sehingga perputaran stok berlangsung secara teratur (Nugroho & Al Amin, 2018). Metode *First Expired First Out* (FEFO) menempatkan vaksin dengan masa kedaluwarsa terdekat sebagai prioritas penggunaan sehingga risiko kerugian akibat kedaluwarsa dapat ditekan. Selain itu, *Vaccine Vial Monitor* (VVM) yang diperkenalkan oleh *World Health Organization* sejak tahun 1979 berfungsi sebagai indikator paparan panas pada setiap kemasan vaksin dengan perubahan warna bersifat permanen, sedangkan *Beyond Use Date* (BUD) menentukan batas aman penggunaan vaksin multidosis setelah kemasan pertama kali dibuka (Kementerian Kesehatan RI, 2021). Integrasi seluruh metode tersebut menjadi langkah penting dalam mengurangi risiko kerusakan maupun pemborosan vaksin (Cokro dkk., 2022).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan vaksin di fasilitas pelayanan kesehatan masih menghadapi sejumlah kendala yang berpotensi memengaruhi kualitas vaksin. Penelitian Utoro (2017) menemukan bahwa masih terdapat fasilitas rantai dingin yang belum dikelola sesuai ketentuan sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya kerusakan vaksin, serta sebagian besar tenaga kesehatan belum memiliki pemahaman yang memadai mengenai teknik penyimpanan vaksin, termasuk penempatan termometer yang benar pada unit penyimpanan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penerapan prosedur pengelolaan vaksin masih memerlukan evaluasi dan perbaikan secara berkelanjutan agar mutu vaksin tetap terjamin hingga proses imunisasi berlangsung (Utoro, 2017).

Berdasarkan kondisi tersebut, evaluasi terhadap penerapan metode pengelolaan vaksin di Puskesmas menjadi hal yang penting untuk dilakukan. Penilaian terhadap implementasi VVM, FIFO, FEFO, serta BUD diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai kesesuaian pengelolaan vaksin dengan pedoman yang berlaku. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi dalam meningkatkan mutu sistem penyimpanan dan distribusi vaksin sehingga kerugian akibat kerusakan maupun kedaluwarsa vaksin dapat diminimalkan serta kualitas pelayanan imunisasi di Puskesmas Kota Barat tetap terpelihara (Kementerian Kesehatan RI, 2021).

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif melalui observasi langsung dan dokumentasi terhadap objek yang diamati, yang dilaksanakan di Puskesmas Kota Barat, Kelurahan Buladu, Kecamatan Kota Barat, Kota Gorontalo, pada bulan Agustus hingga September 2025. Objek penelitian adalah seluruh proses pengelolaan vaksin pada aspek penyimpanan, ketersediaan, dan pendistribusian, sedangkan subjek penelitian adalah Apoteker penanggung jawab pengelolaan vaksin yang ditentukan secara *purposive sampling* karena memiliki kewenangan dalam penyimpanan, pencatatan, pemantauan, serta distribusi vaksin sesuai standar yang berlaku. Instrumen utama yang digunakan adalah lembar *checklist* observasi yang disusun berdasarkan indikator pengelolaan vaksin, dengan penilaian dikotomi yaitu nilai 1 untuk jawaban “Ya” dan nilai 0 untuk jawaban “Tidak”, serta kamera sebagai alat dokumentasi kondisi fisik VVM dan label BUD.

Prosedur penelitian diawali dengan pengurusan perizinan, dilanjutkan dengan observasi lapangan dan dokumentasi, pengumpulan data primer melalui lembar *checklist*, hingga pengolahan dan analisis data. Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif dengan menghitung persentase kesesuaian menggunakan rumus jumlah skor yang diperoleh dibagi jumlah seluruh pertanyaan dikali 100%. Hasil persentase kemudian diinterpretasikan ke dalam tiga kategori, yaitu baik (84–100%), cukup baik (67–83%), dan kurang baik (<66%), sehingga diperoleh gambaran tingkat kesesuaian penerapan metode pengelolaan vaksin yang selanjutnya dibandingkan dengan Pedoman Pengelolaan Vaksin Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2021 (Kementerian Kesehatan RI, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di Puskesmas Kota Barat yang berada di Kelurahan Buladu, Kecamatan Kota Barat, Kota Gorontalo, secara kuantitatif melalui observasi dan dokumentasi langsung pada bulan Agustus–September 2025. Berdasarkan pengumpulan data yang telah dilakukan, hasil

penilaian kesesuaian terhadap indikator kepatuhan penyimpanan serta ketersediaan dan pendistribusian vaksin disajikan dalam dua tabel berikut.

Tabel 1. Persentase Penyimpanan Vaksin

No	Indikator Kepatuhan	Kesesuaian	
		Ya	Tidak
1.	Tersedia <i>vaccine refrigerator</i> yang berfungsi dengan baik	✓	
2.	Terdapat <i>cool packs</i> yang mencukupi	✓	
3.	Terdapat termometer yang fungsional di dalam <i>vaccine refrigerator</i>	✓	
4.	Tersedia <i>freeze tag</i> yang fungsional	✓	
5.	Sumber energi listrik tersedia 24 jam	✓	
6.	Tersedia satu unit generator otomatis atau manual yang selalu siap beroperasi bila listrik padam	✓	
7.	Terdapat jarak antara kotak vaksin sekitar 1–2 cm pada penyimpanan vaksin dalam <i>vaccine refrigerator</i>	✓	
8.	Vaksin <i>heat sensitive</i> diletakkan dekat evaporator	✓	
9.	Vaksin <i>freeze sensitive</i> diletakkan jauh dari evaporator	✓	
10.	Vaksin disusun berdasarkan kondisi VVM, FEFO, FIFO, dan BUD	✓	
Jumlah Skor yang Diperoleh (% Total)		10 (100%)	0 (0%)

Berdasarkan data hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 1, dilakukan evaluasi terhadap sepuluh indikator kepatuhan penyimpanan vaksin di tingkat pelayanan kesehatan (Puskesmas). Hasil pemantauan menunjukkan tingkat pemenuhan standar sebesar 100%, yaitu seluruh sepuluh parameter telah tercapai dengan status kesesuaian “Ya” dan tidak ditemukan penyimpangan “Tidak”. Capaian tersebut mencakup tersedianya *vaccine refrigerator* yang berfungsi baik, *cool packs* yang mencukupi, termometer dan *freeze tag* yang fungsional, ketersediaan sumber listrik 24 jam yang didukung generator cadangan, pengaturan jarak antarkotak vaksin sekitar 1–2 cm, penempatan vaksin *heat sensitive* di dekat evaporator dan *freeze sensitive* jauh dari evaporator sesuai karakteristiknya, serta penyusunan vaksin berdasarkan kondisi VVM, FEFO, FIFO, dan BUD. Dengan demikian, sistem penyimpanan vaksin di Puskesmas Kota Barat dikategorikan baik dan telah sesuai dengan Pedoman Pengelolaan Vaksin Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2021 (Kementerian Kesehatan RI, 2021).

Tabel 2. Persentase Ketersediaan dan Pendistribusian Vaksin

No	Indikator Kepatuhan	Kesesuaian	
		Ya	Tidak
1.	Terdapat <i>vaccine carrier/cold box</i> yang berfungsi dengan baik dan mencukupi	✓	
2.	Pendistribusian vaksin dari puskesmas ke tempat pelayanan menggunakan <i>vaccine carrier</i> yang disertai <i>cool pack</i>	✓	
3.	Jenis vaksin imunisasi dasar tersedia di puskesmas (BCG, IPV, MR, DPT-HB-Hib Pentavalen, dan HB Uniject)	✓	
4.	Tidak terdapat <i>stock out</i> vaksin, yaitu jumlah stok akhir adalah nol	✓	
5.	Tidak terdapat <i>over stock</i> vaksin, yaitu kecukupan vaksin lebih dari 1 bulan + 1 minggu	✓	
6.	Tidak terdapat vaksin yang kedaluwarsa selama 6 bulan terakhir	✓	
Jumlah Skor yang Diperoleh (% Total)		6 (100%)	0 (0%)

Berdasarkan data hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 2, dilakukan evaluasi terhadap enam indikator kepatuhan ketersediaan dan pendistribusian vaksin di tingkat pelayanan kesehatan (Puskesmas). Hasil pemantauan menunjukkan tingkat pemenuhan standar sebesar 100%, yaitu seluruh enam parameter telah tercapai dengan status kesesuaian “Ya” dan tidak ditemukan penyimpangan

“Tidak”. Capaian tersebut meliputi tersedianya *vaccine carrier/cold box* yang berfungsi baik dan mencukupi, penggunaan *vaccine carrier* yang dilengkapi *cool pack* selama proses distribusi, ketersediaan seluruh jenis vaksin imunisasi dasar (BCG, IPV, MR, DPT-HB-Hib Pentavalen, dan HB Uniject), serta tidak ditemukannya kondisi *stock out*, *over stock*, maupun vaksin kedaluwarsa selama enam bulan terakhir. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan logistik vaksin telah berjalan secara optimal dan sesuai dengan Pedoman Pengelolaan Vaksin Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2021 (Kementerian Kesehatan RI, 2021).

PEMBAHASAN

Analisis Manajemen Penyimpanan Vaksin

Penyimpanan vaksin merupakan tahapan yang sangat penting untuk menjaga mutu produk biologis agar tetap memenuhi persyaratan keamanan, stabilitas, dan efektivitas hingga digunakan dalam pelayanan imunisasi. Karena vaksin bersifat sensitif terhadap perubahan suhu, seluruh proses penyimpanan harus dilakukan pada rentang suhu 2°C–8°C menggunakan *vaccine refrigerator* atau *cold room* yang memenuhi standar, sedangkan pelarut vaksin disimpan sesuai ketentuan dan terlindung dari sinar matahari langsung (Kementerian Kesehatan RI, 2021). Berdasarkan hasil observasi pada Tabel 1, seluruh indikator penyimpanan vaksin di Puskesmas Kota Barat memperoleh tingkat kesesuaian 100%, yang menunjukkan bahwa sistem penyimpanan telah diterapkan sesuai ketentuan dan seluruh sarana utama tersedia serta berfungsi dengan baik untuk mendukung keberlangsungan rantai dingin.

Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa Puskesmas Kota Barat telah memiliki *vaccine refrigerator* yang beroperasi optimal serta dilengkapi termometer dan *freeze tag* sebagai alat pemantau suhu, sehingga setiap perubahan suhu dapat segera diketahui dan ditindaklanjuti. Ketersediaan pasokan listrik 24 jam yang didukung generator cadangan (*genset*) menjadi faktor penting dalam menjaga kestabilan suhu apabila terjadi gangguan listrik. Dari aspek penataan, kotak vaksin ditempatkan dengan jarak sekitar 1–2 cm sehingga sirkulasi udara dingin mengalir merata, sementara vaksin *heat sensitive* dan *freeze sensitive* ditempatkan sesuai karakteristik sensitivitasnya untuk menghindari risiko pembekuan maupun paparan panas (Kementerian Kesehatan RI, 2021). Temuan ini sejalan dengan penelitian Bogale dkk. (2019) yang menegaskan bahwa kompetensi tenaga kesehatan dan kelengkapan sarana rantai dingin berhubungan bermakna dengan kualitas pengelolaan vaksin (Bogale dkk., 2019).

Selain memperhatikan suhu, Puskesmas Kota Barat juga menerapkan sistem pengelolaan stok melalui metode VVM, FIFO, FEFO, dan BUD yang memungkinkan petugas menentukan prioritas penggunaan vaksin berdasarkan tingkat paparan panas, urutan penerimaan, masa kedaluwarsa, serta batas waktu penggunaan setelah kemasan dibuka. Kombinasi VVM dan FEFO secara khusus menciptakan sistem kendali mutu berlapis, yaitu FEFO menjamin manajemen logistik yang efisien secara kronologis sedangkan VVM memastikan kualitas klinis vaksin tetap terjaga dari risiko paparan suhu yang tidak sesuai. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian Prasetyo dkk. (2020) yang menyatakan bahwa pengelolaan vaksin yang baik perlu didukung pemahaman petugas serta penerapan prosedur penyimpanan sesuai standar (Prasetyo dkk., 2020). Dengan demikian, penerapan sistem penyimpanan yang memadai, pengawasan suhu rutin, serta integrasi keempat metode tersebut mendukung terjaganya mutu vaksin, meminimalkan *vaccine wastage*, dan menjaga keberhasilan program imunisasi di wilayah kerja Puskesmas Kota Barat (Kementerian Kesehatan RI, 2021).

Analisis Ketersediaan dan Pendistribusian Vaksin

Ketersediaan dan pendistribusian vaksin merupakan komponen penting dalam sistem pengelolaan logistik imunisasi karena berhubungan langsung dengan keberlangsungan pelayanan kepada masyarakat. Pengelolaan yang baik bertujuan memastikan setiap jenis vaksin selalu tersedia dalam jumlah yang mencukupi, didistribusikan tepat waktu, serta tetap memenuhi persyaratan mutu selama proses pengiriman hingga digunakan dengan mempertahankan sistem rantai dingin (Kementerian Kesehatan RI, 2021). Berdasarkan hasil observasi pada Tabel 2, seluruh indikator

ketersediaan dan pendistribusian vaksin di Puskesmas Kota Barat memperoleh tingkat kesesuaian 100%, sehingga pengelolaan logistik vaksin dinilai telah berjalan optimal tanpa ditemukan ketidaksesuaian pada setiap indikator yang diamati.

Puskesmas Kota Barat telah memiliki *vaccine carrier* atau *cold box* yang berfungsi baik dan tersedia dalam jumlah memadai, dan selama penyaluran ke tempat pelayanan vaksin selalu ditempatkan dalam *vaccine carrier* yang dilengkapi *cool pack* sehingga suhu tetap berada pada rentang yang dipersyaratkan (Kementerian Kesehatan RI, 2021). Seluruh jenis vaksin imunisasi dasar yang dibutuhkan, meliputi BCG, IPV, MR, DPT-HB-Hib Pentavalen, dan HB Uniject, tersedia di Puskesmas, yang menunjukkan bahwa perencanaan kebutuhan dan pengadaan telah dilaksanakan dengan baik. Selama periode pengamatan tidak ditemukan kondisi *stock out*, *over stock* yang berlebihan, maupun vaksin yang melewati masa kedaluwarsa dalam enam bulan terakhir, sehingga sistem pengendalian persediaan dinilai telah berjalan secara efektif.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Zahra dkk. (2024) yang menyatakan bahwa pengelolaan vaksin yang baik ditunjang oleh tersedianya sarana distribusi yang memadai, sistem penyimpanan sesuai standar, serta pengawasan persediaan secara berkesinambungan (Zahra dkk., 2024). Temuan serupa juga dilaporkan Girsang dan Yuliawati (2020) yang menunjukkan bahwa sebagian besar Puskesmas telah menerapkan pengelolaan rantai dingin dengan kategori baik (Girsang & Yuliawati, 2020). Secara keseluruhan, ketersediaan sarana distribusi, kecukupan stok, tidak ditemukannya vaksin kedaluwarsa maupun kekosongan stok, serta penerapan distribusi sesuai prinsip rantai dingin membuktikan bahwa sistem pengelolaan logistik vaksin di Puskesmas Kota Barat telah dilaksanakan secara efektif. Kondisi tersebut diharapkan dapat mempertahankan kualitas vaksin, meningkatkan keberhasilan program imunisasi, serta meminimalkan kerugian akibat *vaccine wastage* (Kementerian Kesehatan RI, 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai manajemen logistik vaksin di Puskesmas Kota Barat, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode pengelolaan berdasarkan kondisi *Vaccine Vial Monitor* (VVM), sistem rotasi stok *First Expired First Out* (FEFO) dan *First In First Out* (FIFO), serta pemantauan *Beyond Use Date* (BUD) telah dilaksanakan dengan sangat baik dan patuh terhadap standar prosedur operasional, yang tercermin dari tingkat kesesuaian penyimpanan maupun ketersediaan dan pendistribusian vaksin yang mencapai 100%. Integrasi sistem tersebut terbukti efektif mencegah kerugian logistik vaksin, yang ditunjukkan dengan tidak adanya kasus vaksin kedaluwarsa, *over stock*, maupun *stock out* selama enam bulan terakhir, sehingga potensi risiko kerusakan vaksin dapat ditekan hingga titik nol.

DAFTAR RUJUKAN

- Bogale, H. A., Amhare, A. F., & Bogale, A. A. (2019). Assessment of factors affecting vaccine cold chain management practice in public health institutions in East Gojam zone of Amhara region. *BMC Public Health*, 19(1), 1433.
- Cokro, F., Arrang, S. T., Chiara, M. A., & Hendra, O. S. (2022). Prevalence of pharmacist knowledge on beyond-use date (BUD) of various non-sterile compounding drugs in Indonesia. *Pharmacy Practice*, 20(1), 1–4.
- Girsang, A. M., & Yuliawati, M. S. (2020). Gambaran pengelolaan rantai dingin vaksin program imunisasi dasar lengkap (Studi kasus di 27 Puskesmas Induk di Kabupaten Purworejo). *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 8(4), 417–423.
- Kementerian Kesehatan RI. (2016). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 75 Tahun 2016 tentang Pusat Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.

- Kementerian Kesehatan RI. (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Imunisasi*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kementerian Kesehatan RI. (2021). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pelaksanaan Vaksinasi dalam Rangka Penanggulangan Pandemi Corona Virus Disease 2019 (COVID-19)*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kementerian Kesehatan RI. (2024). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2024 tentang Penyelenggaraan Pusat Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Nugroho, D. A., & Al Amin, I. (2018). *Aplikasi CRM pada Anto Stationery dengan metode First In First Out berbasis web mobile*. Semarang: Universitas Semarang.
- Prasetyo, S. D., Ningrum, B. C. V., Irianingrum, E. H., Oktarini, F. T., & Nizzaz, I. (2020). Tingkat pengetahuan petugas pengelola vaksin dan evaluasi pengelolaan vaksin di Puskesmas Kabupaten Sleman. *Majalah Farmaseutik*, 17(2), 249–255.
- Sykes, G. (2018). Time- and temperature-controlled transport: Supply chain challenges and solutions. *P and T*, 43(3), 154–158.
- Tokala, B., & Mohammed, S. (2022). Cold chain management in healthcare: Ensuring the integrity of temperature-sensitive medicines. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*.
- Utoro, G. A., Masria, S., & Trisnadi, S. (2017). Gambaran penerapan rantai dingin vaksin imunisasi dasar di Purwakarta tahun 2017. *Prosiding Pendidikan Dokter*, 2017(2), 136–142.
- Warani, L. L. A., Syahyeri, A. W. D., & Andriani, Y. (2024). Evaluasi penyimpanan obat di gudang farmasi Puskesmas Saptosari Kabupaten Gunungkidul. *Jurnal Farmasi SYIFA*, 2(2), 74–80.
- World Health Organization. (2022). *Cold Chain Vaccines and Safe Injection Equipment Management*. Geneva: World Health Organization.
- Zahra, Y. A., Tetuko, A., Rosita, M. E., & Fajri, M. A. (2024). Analisis efisiensi pengelolaan vaksin imunisasi di Puskesmas Kabupaten Kampar. *Journal of Health Sciences Leksia*, 2(4), 25–34.