



## Pengaruh Perubahan Suhu dan Kondisi Penyimpanan, Terhadap Stabilitas Sediaan Vaksin

Rina<sup>\*</sup>, Nor Latifah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Muhammadiyah Banjarmasin

\*Email : [rinamuncill@gmail.com](mailto:rinamuncill@gmail.com)

Alamat: JL gubernur Syarkawi, Semangat Dalam, Kec. Alalak, Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan 70581

Korespondensi penulis: [rinamuncill@gmail.com](mailto:rinamuncill@gmail.com)

**Abstract.** Vaccines are biological products with specific characteristics that require careful handling through a cold chain system from the production stage at the factory until they are used at healthcare facilities. To achieve optimal effectiveness, vaccine availability must be well managed, in adequate quantities, with assured quality, and delivered in a timely manner. Vaccine storage is part of the logistics management proses conducted using a cold chain system to maintain quality, protect against physical and chemical damage, and preserve stabiliy until the vaccine is administered to the recipient. Based on temperature sensitivity, vaccines are categorized into two groups: vaccines sensitive to freezing such as Hepatitis B, DPT-HB-Hib, DPT-HB, IPV, DT, TT, and Td; and vaccines sensitive to heat such as BCG, Polio, and Measles,

**Keywords:** vaccine, storage, temperature.

**Abstrak.** Vaksin merupakan produk biologis dengan karakteristik khusus yang membutuhkan penanganan secara hati-hati melalui sistem rantai dingin (*cold chain*) sejak tahap produksi di pabrik hingga digunakan di fasilitas pelayanan kesehatan untuk mencapai efektivitas penggunaan yang optimal, ketersediaan vaksin harus dikelola dengan baik, dalam jumlah yang memadai, memiliki mutu yang terjamin, serta tersedia tepat waktu. Penyimpanan vaksin merupakan bagian dari proses pengelolaan logistik yang dilakukan mengunakan sistem rantai dingin guna menjaga kualitas, melindungi dari kerusakan fisik maupun kimia, serta mempertahankan stabilitas mutu hingga vaksin diberikan kepada penerima. Berdasarkan sensitivitas terhadap suhu, vaksin dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu vaksin yang rentan terhadap pembekuan seperti Hepatitis B, DPT-HB-Hib, DPT-HB, IPV, DT, TT, dan Td serta vaksin yang sensitif terhadap panas seperti BCG, Polio, dan Campak.

**Kata kunci:** vaksin, penyimpanan, suhu.

### 1. LATAR BELAKANG

Vaksin merupakan produk biologis yang mengadung antigen dari mikroorganisme, baik dalam bentuk mikroorganisme hidup yang telah di lemahkan , mikroorganisme mati (baik sebagian maupun uruh), maupun berupa toksin mikroorganisme yang telah dimodifikasi menjadi toksoid atau protein rekombinan, dengan tambahan zat tertentu. Ketika di berikan kepada sesorang. Vaksin akan merangsang terbentuknya kekebalan spesifik terhadap suatu penyakit tertentu ( Biofarma 2023). Vaksin memiliki peranan penting dalam pembentukan sistem imun tubuh, sehingga memerlukan penanganan khusus dalam hal penyimpanan untuk menjaga kualitasnya tetap optimal dari saat di terima hingga digunakan atau di distribusikan ke jenjang pelayanan berikutnya.

Penyimpanan sediaan farmasi yang baik harus memenuhi standar tertentu guna menjamin mutu tetap terjaga dan mencegah terjadinya kerusakan baik secara fisik maupun kimia. Faktor-faktor seperti jenis dan bentuk sediaan, stabilitas, potensi bahaya (seperti mudah terbakar atau meledak), serta statusnya sebagai narkotika atau psikotropika menjadi pertimbangan penting di mana obat-obatan tersebut harus disimpan dalam lemari khusus (Permenkes 2021). Penyimpanan vaksin sendiri menggunakan sistem rantai dingin (*cold chain*) yang bertujuan untuk mempertahankan kualitas vaksin, melindunginya dari kerusakan fisik dan kimia. Serta memastikan vaksin tetap terjaga hingga saat digunakan oleh pasien (Kemenkes RI, 2021).

Suhu adalah parameter yang menggambarkan tingkat panas suatu objek atau makhluk hidup, dan umumnya dinyatakan dalam satuan derajat Celcius atau Kelvin. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu disebut termometer. Berdasarkan sensitivitasnya terhadap suhu, vaksin dibagi menjadi dua kategori: vaksin yang rentan terhadap pembekuan, seperti hepatitis B, DPT-HB-Hib, DPT-HB, IPV, DT, TT, DAN TD: serta vaksin yang mudah rusak akibat panas seperti BCG, Polio, dan Campak (Kemenkes RI, 2013). Antibodi yang terbentuk setelah vaksinasi dapat mengalami kerusakan bila terpapar suhu yang ekstrem, Oleh kerana itu, untuk menjaga kualitas dan efektivitas vaksin, penyimpanannya harus dilakukan pada suhu stabil antara 2°C - 8°C di fasilitas pelayanan kesehatan seperti puskesmas (Helmi et al., 2019).

Vaksin merupakan produk biologis dengan sifat khusus yang menuntut penanganan melalui sistem rantai dingin secara menyeluruh, mulai dari tahap produksi hingga pemanfaatannya di fasilitas pelayanan kesehatan. Agar vaksin dapat memberikan efektivitas yang optimal, diperlukan pengelolaan yang tepat serta ketersediaan vaksin dalam jumlah cukup, berkualitas baik, dan tersedia tepat waktu (Objio et al., 2020). Proses imunisasi yang menggunakan vaksin sebagai elemen utama bertujuan untuk meningkatkan kekebalan tubuh terhadap penyakit menular tertentu. oleh sebab itu, ketersediaan vaksin yang layak pakai dan dapat diterima oleh sasaran harus selalu dijamin (Kanja et al., 2021).

Secara umum, vaksin dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan tingkat kepekaannya terhadap suhu, yaitu vaksin yang mudah rusak akibat pembekuan dan vaksin yang rentan terhadap paparan panas. Vaksin yang tidak tahan terhadap suhu beku mencangkup Diphtheria Tetanus/Hepatitis B/Hemophilus Influenzae tipe B (DPT/HB/Hib), serta vaksin Hepatitis B, Dosis lain, vaksin yang mudah terdegradasi karena panas meliputi *Bacillus Calmette-Guerin* (BCG), vaksin polio, dan vaksin campak (Afriani et al., 2014). Ke tidak sesuaian suhu penyimpanan terhadap kedua jenis vaksin tersebut, baik yang sensitif terhadap panas maupun beku, dapat menyebabkan kerusakan pada vaksin. Mengingat tingkat kerentanan vaksin

terhadap fluktuasi suhu, maka di perlukan pengelolaan yang cermat serta ketersediaan sarana dan prasarana yang memadai (Oktaviani, 2022).

Ketentuan mengenai penyimpanan vaksin telah di atur dalam Keputusan Menteri Kesehatan (KMK), yang menekankan pentingnya penyimpanan vaksin sesuai dengan suhu yang di persyaratkan, pemantauan suhu pendingin secara berkala, serta keberadaan fasilitas penyimpanan vaksin yang memadai pada saat pelayanan. Selain itu, ketentuan ini juga di perkuat oleh regulasi dalam Cara Distribusi Obat yang Baik (CDOB) tahun 2020, khususnya pada Annex II mengenai Produk Rantai Dingin (*Cold Chain Product*). Regulasi tersebut mencangkup aspek-aspek penting dalam penyimpanan vaksin, termasuk kualifikasi dan pelatihan personel, standar bangunan dan oprasional, pemeliharaan sarana, serta peroses aklibrasi, validasi, dan kualifikasi sistem penyimpanan (BPOM, 2020)

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *literature review* melalui pendekatan deskriptif kualitatif. Proses penelusuran literatur dilaksanakan menggunakan basis data Google Scholar dengan menggunakan kata kunci seperti “penyimpanan, Suhu untuk sediaan vaksin.” Penelusuran tersebut bertujuan untuk memperoleh referensi yang relevan terkait topik vaksin, penyimpanan, serta pengelolaan suhu.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

No.	JUDUL JURNAL	HASIL
1.	Kajian Penyimpanan Obat-Obat Khusus di Fasilitas Kesehatan di Kabupaten X Tahun 2022.	Hasil penyimpanan vaksin dalam artikel tersebut menunjukkan bahwa tingkat kepatuhan terhadap standar penyimpanan cukup baik suhu yang digunakan untuk penyimpanan vaksin antara 2°C - 8°C. Berdasarkan indikator yang diamati, pun Dilihat dari tiga aspek utama: Bangunan: 87,5% dari fasilitas memenuhi standar, Fasilitas: 80% memenuhi indikator. Pengelolaan Penyimpanan: 93,3% dari

		fasilitas menunjukkan pengelolaan yang baik.
2.	Faktor-faktor yang berhubungan dengan ketersediaan tempat penyimpanan dan pengelolaan vaksin imunisasi dasar pada anak.	Berdasarkan artikel tersebut, suhu penyimpanan vaksin dalam <i>freezer</i> atau <i>cold room</i> adalah antara 15°C - 25°C (T3), dan suhu minimal harus dipantau minimal tiga kali sehari (pagi, siang, sore) serta didokumentasikan (T3, T9). Hasil penyimpanan vaksin dalam artikel tersebut cukup baik, Sebagian besar (70%) dari status sarana dan prasarana penyimpanan vaksin termasuk kategori baik, Sistem penyimpanan, kondisi lemari es, dan distribusi vaksin secara umum dinilai baik dengan persentase di atas 88%, dan sistem penyimpanan serta distribusi vaksin secara keseluruhan dinyatakan baik dengan persentase 92,54%.
3.	Evaluasi Penyimpanan Obat Di Instalasi Farmasi UPTD Puskesmas Tumiting	Temuan dari penelitian terkait sistem penyimpanan obat di Instalasi Farmasi UPTD Puskesmas Tumiting menunjukkan bahwa suhu penyimpanan berada pada rentang 23°C hingga 25°C, yang dikategorikan sebagai sangat baik, dengan rata-rata persentase sebesar 88,89%. Evaluasi aspek penyimpanan obat berdasarkan metode penyimpanan menunjukkan pencapaian sebesar 77,78% yang termasuk dalam kategori baik, sedangkan aspek pengelolaan tata ruang penyimpanan memperoleh persentase

		88,89% dan diklasifikasikan sebagai sangat baik.
4.	PROFIL PENYIMPANAN VAKSIN COVID-19 DI SELURUH PUSKESMAS KOTA BUKIT TINGGI	Berdasarkan hasil penelitian mengenai Profil Penyimpanan Vaksin Covid-19 di seluruh Puskesmas Kota Bukit tinggi, diperoleh bahwa tingkat kesesuaian terhadap persyaratan sarana dan prasarana berada dalam kategori sangat baik di seluruh Puskesmas, dengan rentang persentase antara 86,66% - 93,33%. Kondisi lemari es penyimpanan vaksin juga menunjukkan kesesuaian yang sangat baik, dengan persentase berkisar antara 84,21%-89,47%. Selain itu, pengelolaan vaksin di seluruh Puskesmas Kota Bukit tinggi dikategorikan sangat baik, dengan tingkat kesesuaian terhadap persyaratan berada dalam rentang 92,85%-100%.
5.	Evaluasi Sistem Penyimpanan Obat Berdasarkan Standar Pelayanan Kefarmasian di Apotek M Manado	Pada penyimpanan vaksin di Apotek M Manado, suhu yang digunakan adalah antara 2°C hingga 8°C, secara fasilitas, penyimpanan vaksin di Apotek M sudah memadai dengan lemari pendingin dan suhu terkontrol 2–8°C serta penggunaan genset. Namun, pengawasan belum optimal karena alat pemantau dan inspeksi rutin kurang, sehingga ada risiko suhu tidak stabil dan berpengaruh pada kualitas vaksin.

Vaksin merupakan upaya untuk memperkuat sistem kekebalan tubuh melalui pemberian antigen yang berasal dari virus atau bakteri yang telah dilemahkan, dimatikan, atau dimodifikasi sebagian bagiannya (Maiyasa & Risma Aliviani Putri, 2023). Oleh karena itu,

diperlukan sistem pengelolaan vaksin yang terstruktur dan optimal guna menjaga mutu serta efektivitasnya. Salah satu aspek krusial dalam pengelolaan vaksin adalah proses penyimpanan, yang memerlukan perhatian khusus. Penyimpanan vaksin yang dilakukan dengan tepat sangat berperan dalam menjaga potensi vaksin. Dengan demikian, penyimpanan yang sesuai standar merupakan syarat utama untuk menjamin efektivitas vaksin saat digunakan (Thielmann *et al.*, 2020).

Vaksin termasuk dalam kategori sediaan biologis yang memerlukan penanganan khusus terkait suhu selama proses penyimpanan, yang dikenal sebagai *Cold Chain*. Sistem *cold chain* ini bertujuan untuk menjaga mutu vaksin mulai dari produksi hingga distribusi ke penerima vaksin, sehingga tetap efektif saat digunakan. Selain itu, vaksin rentan terhadap perubahan suhu di sekitarnya, dan penanganan yang tidak tepat dapat menyebabkan penurunan kualitas dan potensi vaksin. Oleh karena itu, pengelolaan vaksin harus mengikuti standar yang ketat, termasuk penggunaan alat pengukur suhu seperti thermometer dan alarm suhu, serta indikator kualitas seperti Vaccine Vial Monitor (VVM). VVM ini berfungsi untuk memonitor apakah vaksin terkena panas yang berlebihan, yang dapat menyebabkan vaksin tidak lagi efektif jika warnanya berubah menjadi gelap. Beberapa faktor yang mempengaruhi penyimpanan vaksin seperti sinar matahari, kelembaban dan suhu (Sambara, 2018).

Untuk menjaga kualitas vaksin tetap optimal, diperlukan perencanaan yang terstruktur dalam pengelolaannya, terutama pada tahap penyimpanan dan distribusi yang harus dilakukan secara tepat dan efisien. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mencegah terjadinya penyimpangan selama proses penyimpanan maupun pengiriman, sehingga kestabilan dan efektivitas vaksin tetap terjaga hingga digunakan oleh penerima (Santoso *et al.*, 2020). Proses penyimpanan vaksin harus mengikuti pedoman yang tercantum dalam Standar Prosedur Operasional (SPO) guna memastikan mutu vaksin tetap terjamin sampai diterima oleh sasaran. Dalam proses distribusinya, vaksin perlu diangkut menggunakan *cold box*, *vaccine carrier* yang dilengkapi *cool pack*, atau sarana transportasi lain yang sesuai dengan karakteristik masing-masing vaksin terutama vaksin COVID-19 dan disertai alat pemantau suhu untuk menjamin kestabilan suhu selama perjalanan (Kementerian Kesehatan, 2021).

Penyimpanan vaksin yang tidak sesuai dengan ketentuan yang berlaku dapat mengakibatkan kerusakan pada vaksin dan menurunkan efektivitasnya. Apabila vaksin yang telah mengalami penurunan mutu tersebut digunakan di fasilitas pelayanan kesehatan, hal ini berisiko menyebabkan penurunan respons imun pada anak serta dapat menimbulkan Kejadian Ikutan Pasca Imunisasi (KIP) (UNICEF, 2020). Berdasarkan Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 6 Tahun 2020 mengenai Pedoman Teknis Cara Distribusi Obat yang

Baik, disebutkan bahwa saat menyimpan vaksin dalam lemari pendingin, setiap kotak vaksin harus diberi jarak minimal 1 hingga 2 sentimeter, atau kira-kira selebar satu jari tangan. Tujuannya adalah untuk memastikan aliran udara tetap lancar dan suhu di dalam lemari pendingin tetap stabil (BPOM, 2020).

Berdasarkan dari jurnal “ Kajian Penyimpanan Obat-Obat Khusus di Fasilitas Kesehatan di Kabupaten X Tahun 2022” vaksin harus disimpan pada suhu antara 2°C - 8°C untuk menjaga kualitas dan efektivitasnya. Pengelolaan suhu yang tepat dilakukan dengan penggunaan cold room, refrigerator khusus, thermometer, dan alarm suhu agar suhu tetap stabil selama proses penyimpanan. Penanganan suhu yang sesuai sangat penting karena vaksin merupakan produk biologis yang sangat sensitif terhadap perubahan suhu, dan penyimpanan yang buruk dapat mengurangi efektivitasnya dalam imunisasi.

Dalam Artikel “Faktor-faktor yang berhubungan dengan ketersediaan tempat penyimpanan dan pengelolaan vaksin imunisasi dasar pada anak.” Artikel tersebut menjelaskan bahwa vaksin merupakan unsur biologis yang membutuhkan penanganan khusus, termasuk dalam penyimpanan dan pengelolaan yang tepat. Vaksin harus disimpan pada suhu tertentu agar tidak rusak dan tetap efektif. Ada dua jenis vaksin berdasarkan sensitivitas suhu: vaksin yang rentan terhadap suhu beku, seperti DPT dan Hepatitis B, yang dapat membeku tanpa kehilangan potensi, dan vaksin yang rentan terhadap suhu panas, seperti BCG dan vaksin polio yang memerlukan suhu 2-8°C. Suhu penyimpanan di fasilitas seperti cold room atau freezer harus diperhatikan dengan ketat, yaitu antara 2-8°C untuk vaksin yang disimpan dalam chiller dan 15°C-25°C untuk penyimpanan di freezer, dengan pemantauan suhu minimal tiga kali sehari [T9]. Pengelolaan suhu yang baik sangat penting untuk menjaga potensi vaksin dan efektivitas imunisasi.

Pada artikel “Evaluasi Penyimpanan Obat Di Instalasi Farmasi UPTD Puskesmas Tumiting ” artikel ini mengkaji sejauh mana Instalasi Farmasi pada UPTD Puskesmas Tumiting telah mengimplementasikan standar penyimpanan obat sesuai dengan pedoman yang ditetapkan. Berdasarkan hasil evaluasi, pengelolaan tata ruang penyimpanan dinilai sangat baik, yang tercermin dari pengelompokan obat berdasarkan jenis, bentuk sediaan, serta pengaturan suhu penyimpanan yang sesuai. Aspek penyimpanan obat memperoleh nilai sebesar 77,78%, yang menunjukkan bahwa mayoritas prosedur telah dijalankan dengan baik. Namun, masih terdapat beberapa komponen yang perlu ditingkatkan, seperti pemisahan obat kedaluwarsa secara khusus serta penggunaan fasilitas penyimpanan yang lebih memadai. Di sisi lain, pencatatan kartu stok memperoleh nilai sempurna (100%), yang mengindikasikan

bahwa sistem administrasi logistik farmasi telah dilaksanakan secara tertib dan akurat. Secara umum, dapat disimpulkan bahwa sistem penyimpanan obat di Instalasi Farmasi UPTD Puskesmas Tumiting telah memenuhi kriteria dengan kualitas yang sangat baik. Meskipun demikian, tetap diperlukan beberapa perbaikan kecil untuk menjamin tercapainya pelayanan kefarmasian yang optimal dan berkelanjutan.

Dalam Artikel “Propil penyimpanan Vaksin Covid-19 di seluruh puskesmas kota bukit tinggi” Artikel ini mengevaluasi fasilitas penyimpanan vaksin COVID-19 di seluruh Puskesmas Kota Bukit tinggi, kota terbesar kedua di Sumatera Barat yang mencatat 4.417 kasus COVID-19 pada 2020–2022. Menggunakan metode deskriptif dengan daftar periksa, penelitian menilai kesesuaian fasilitas dengan standar penyimpanan vaksin. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar Puskesmas memiliki sarana penyimpanan dan pengelolaan vaksin dalam kategori sangat baik (86,66%–93,33%). Kulkas vaksin di Puskesmas Rasimah Ahmad, Nilam Sari, Mandiangin, dan Gulai Bancah dinilai sangat baik, sementara Puskesmas Plus Mandiangin dan Guguk Panjang termasuk kategori baik hingga sangat baik. Seluruh Puskesmas menunjukkan kepatuhan tinggi terhadap standar pengelolaan vaksin (92,85%–100%). Penelitian menyimpulkan bahwa fasilitas di Puskesmas Bukittinggi telah memadai dan mendukung keberhasilan program vaksinasi COVID-19.

Dalam Artikel “Evaluasi Sistem Penyimpanan Obat Berdasarkan Standar Pelayanan Kefarmasian di Apotek M Manado” menjelaskan bahwa vaksin disimpan di refrigerator khusus dengan suhu 2–8°C agar tetap stabil dan aman. Vaksin harus dipantau suhu secara rutin, dan penyimpanannya memerlukan pengawasan ketat untuk mencegah kerusakan akibat suhu yang tidak sesuai. Jika suhu melebihi batas, vaksin dianggap tidak memenuhi syarat.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penyimpanan vaksin merupakan tahap krusial dalam sistem pengelolaan vaksin yang harus dilakukan dengan standar tinggi untuk menjaga kualitas, efektivitas, dan potensi vaksin. Vaksin adalah produk biologis yang sangat sensitif terhadap perubahan suhu, cahaya, dan kelembaban, sehingga memerlukan penanganan khusus melalui sistem rantai dingin (cold chain) dengan suhu penyimpanan ideal antara 2°C - 8°C, serta 15°C -25°C untuk jenis vaksin tertentu. Penggunaan peralatan seperti kulkas khusus, cold box, vaccine carrier, thermometer, alarm suhu, dan Vaccine Vial Monitor (VVM) sangat penting untuk menjamin stabilitas suhu dan kualitas vaksin selama penyimpanan dan distribusi. Ketidaksesuaian dalam penyimpanan

dapat menurunkan efektivitas vaksin, bahkan menimbulkan risiko Kejadian Ikutan Pasca Imunisasi (KIP). Evaluasi di berbagai fasilitas kesehatan menunjukkan bahwa sebagian besar sudah menerapkan prosedur penyimpanan dengan baik, namun tetap diperlukan perbaikan minor dalam aspek fasilitas dan pemisahan vaksin yang tidak layak pakai agar pelayanan vaksinasi semakin optimal dan berkesinambungan.

Saran untuk penelitian berikutnya bisa lanjutkan terkait stabilitas pada sediaan vaksin apakah terdapat perbedaan bioavailabilitas nya pada kondisi penyimpanan yang berbeda-beda. Dan mungkin bisa di perluas lagi tentang materi vaksin seperti contoh-contoh sedian vaksin.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis menyampaikan terima kasih kepada diri sendiri atas dedikasi dan ketekunan yang telah memungkinkan terselesaikannya naskah ini dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moral serta bantuan finansial selama proses penulisan. Selain itu, penulis juga berterima kasih kepada seseorang yang tidak dapat disebutkan namanya, atas kebersamaan dan dukungan yang diberikan selama penyusunan naskah ini.

## **DAFTAR REFERENSI**

- Afriani, Tri, Retnosari Andrajati, and Sudibyo Supardi. (2014). “Faktor - Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelengkapan Imunisasi Dasar Pada Anak Dan Pengelolaan Vaksin Di Puskesmas Dan Posyandu Kecamatan X Kota Depok.” Buletin Penelitian Sistem Kesehatan 17(2): 135–42.
- Biofarma. (2023, Februari 28). Vaksin. Retrieved from <https://www.biofarma.co.id/>.
- BPOM. (2020). Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 6 Tahun 2020 tentang Perubahan Atas Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 9 Tahun 2019 Tentang Pedoman Teknis Cara Distribusi Obat yang Baik. Jakarta: BPOM.
- Peraturan Menteri Kesehatan. 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 Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 34 Tahun 2021 tentang Standar Pelayanan Kefarmasian di Klinik*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pelaksanaan Vaksinasi dalam Rangka Penanggulangan Pandemi Corona Virus Disease 2019 (COVID-19)*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2013). *Pedoman Penyelenggaraan Imunisasi* (hal. 42). Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kanja, Lucy Wanjiku et al. 2021. “*Factors That Affect Vaccines Availability in Public Health Facilities in Nairobi City County: A Cross-Sectional Study.*” *Pan African Medical Journal* 38: 1–10.
- Maiyasa & Risma Aliviani Putri. (2023). Faktor-Faktor yang Berhuhungan dengan Kelengkapan Imunisasi Dasar Lengkap pada Bayi Usia 9–18 Bulan. *Journal of Holistics and Health Science*, 5(1), 203–210. <https://doi.org/10.35473/jhhs.v5i1.269>.
- Objio, Tina, Valerie Morelli, and Sean Trimble. 2020. “Storage and Handling.” *Alpha Olefins Applications Handbook*: 441–50.
- Oktaviani, T. (2022). Evaluasi Kesesuaian Penyimpanan dan Distribusi Vaksin Imunisasi Di Dinas Kesehatan Kabupaten Lamandu Tahun 2022. Pangkalan Bun: Stikes Borneo Cendekia Medikia Pangkalan Bun.
- Helmi, T.A.R., Saraswati, L. D., Kusariana, N., & Udijono, A. (2019) ‘Gambaran Kondisi Rantai Dingin Vaksin Imunisasi Dasar di Puskesmas Kota Semarang’, *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(1), pp. 228–235.
- Sambara, J. Y. (2018). Vaccine Storage Profile in Public Health Centers in Kupang City. *Jurnal Info Kesehatan*, 143–163.
- Santoso, R. A. (2020). Penyimpanan dan Distribusi Sediaan Vaksin di Dinas Kesehatan Kabupaten Garut. *IKRA-ITH Humaniora : Jurnal Sosial dan Humaniora*, 66-72
- Thielmann, A., Puth, M. T., & Weltermann, B. (2020). Improving knowledge on vaccine storage management in general practices: Learning effectiveness of an online-based program. *Vaccine*, 38(47), 7551–7557. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2020.09.049>