



9 772686 250000

e-ISSN : 2686-2506

Majalah Farmasetika, 9 (3) 2024, 255-263  
<https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v9i3.53408>

Artikel Penelitian



## Analisa Kinerja Rantai Pasok: Studi Kasus Keberhasilan Pemenuhan Kebutuhan Vaksin di Industri Farmasi XYZ

Vandie Charlie<sup>\*1</sup>, Sriwidodo<sup>2</sup>, Mas Rahman Roestar<sup>2</sup>, Evi Sylvia Nurraji<sup>2</sup>, Iwa Kustiyawan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program studi Profesi Apoteker, Apoteker, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Farmasetika dan Teknologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang Km 21 Jatinangor 45363

<sup>3</sup>PT. Bio Farma Persero, Bandung, Indonesia

\*E-mail: [vandiecharlie1@gmail.com](mailto:vandiecharlie1@gmail.com)

(Submit 14/02/2024, Revisi 07/03/2023, Diterima 25/03/2024, Terbit 17/04/2024)

### Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi efektivitas industri farmasi XYZ dalam memenuhi permintaan fasilitas kesehatan selama tahun 2023. Latar belakang penelitian didasarkan pada kebutuhan akan perencanaan produksi vaksin yang tepat guna dan efisien untuk mengatasi fluktuasi permintaan. Metode produksi melibatkan data *forecast* fasilitas kesehatan untuk mengarahkan rencana produksi dengan mempertimbangkan *lead time* yang bervariasi berdasarkan jenis vaksin. Strategi produksi untuk pemenuhan permintaan mencapai persentase yang tinggi dengan rata-rata sebesar 92% mencerminkan kemampuan industri XYZ dalam menjaga ketersediaan vaksin secara konsisten. Strategi perencanaan produksi yang efektif juga terlihat dalam penanganan kekurangan produk dengan mengalokasikan stok dari bulan sebelumnya atau menunda pengiriman ke bulan berikutnya. Kesimpulannya, industri XYZ berhasil menghadapi tantangan produksi vaksin dengan baik, menunjukkan komitmen dalam memenuhi kebutuhan fasilitas kesehatan dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

**Kata kunci** : Vaksin, *Forecast*, Produksi, Pemenuhan Permintaan

## Pendahuluan

Vaksin adalah suatu sediaan yang diformulasikan untuk dapat merangsang sistem kekebalan tubuh manusia ketika diberikan. Vaksinasi, atau pemberian vaksin ke tubuh manusia, berdampak positif terhadap kesehatan dan meningkatkan tingkat kelangsungan hidup (1). Dr. Edward Jenner dari Inggris menemukan vaksin pertama kali pada tahun 1796, memberikan metode pencegahan untuk penyakit cacar. Temuan ini menjadi landasan perkembangan dalam dunia kesehatan hingga kini, memungkinkan vaksinasi sebagai langkah pencegahan terhadap berbagai penyakit serius seperti pertusis, hepatitis, infeksi HPV, campak, rubella, tuberkulosis, dan yang paling baru, vaksin COVID-19 (2). Vaksinasi diyakini dapat mencegah 3,5-5 juta kematian setiap tahun di seluruh dunia (3).

Vaksin diproduksi dengan berbagai metode, seperti vaksin polio dan vaksin tifoid yang menggunakan virus mati sebagai bahan aktifnya. Vaksin TB, vaksin cacar air, dan vaksin rotavirus menggunakan virus yang dilemahkan, sementara vaksin tetanus dan difteri menggunakan vaksin toxoid atau racun dari bakteri yang menyebabkan penyakit tersebut (4). Jenis vaksin lainnya melibatkan metode seperti vaksin mRNA, vaksin vektor virus, dan vaksin sub-unit (5–8). Proses produksi vaksin dan pendaftarannya melibatkan serangkaian tahapan yang cukup panjang, termasuk pembuatan bulk, isolasi, purifikasi, formulasi, pelabelan, pemeriksaan oleh *Quality Control* (QC), pembuatan *Certificate of Analysis* (CoA), hingga pendaftaran ke Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). Seluruh proses ini memerlukan waktu beberapa bulan setiap kali vaksin diproduksi (9,10). Oleh karena itu, perencanaan pemesanan vaksin harus dilakukan dengan akurat untuk memastikan ketersediaan stok di setiap fasilitas kesehatan.

Perencanaan kebutuhan produk vaksin, atau yang dikenal sebagai *forecast*, harus dilakukan secara akurat untuk menghindari kelebihan persediaan vaksin (*Overstock*) yang dapat menyebabkan penumpukan stok dan meningkatkan risiko kadaluarsa akibat penyimpanan yang tidak tepat (11). Sebaliknya, kurangnya perencanaan pemesanan vaksin dapat mengakibatkan ketidakmampuan fasilitas kesehatan memenuhi kebutuhan vaksin bagi pasien yang memerlukan. Data *forecast* ini menjadi dasar bagi industri pembuat vaksin untuk menghitung produksi vaksin dan memenuhi permintaan di setiap fasilitas kesehatan (12,13). Dengan demikian, pemahaman yang akurat tentang kebutuhan vaksin dapat membantu mencegah pemborosan dan memastikan ketersediaan vaksin yang cukup untuk keperluan pasien (14–16). Pembuatan perencanaan kebutuhan vaksin ini memiliki tantangan untuk dapat ditentukan dengan presisi, kesulitan mengatasi fluktuasi dan ketidakpastian kebutuhan, yang dapat dipengaruhi oleh faktor seperti epidemiologi penyakit, perubahan tren vaksinasi, dan kejadian mendadak seperti pandemi (17,18). Namun demikian, perencanaan kebutuhan ini tetap diperlukan untuk mencegah hal yang tidak diinginkan, sehingga memerlukan strategi yang adaptif dan responsif (19)

Pentingnya pemenuhan kebutuhan vaksin menjadi semakin nyata dalam menjaga kesehatan masyarakat secara menyeluruh. Pasien yang tidak mendapatkan vaksinasi membawa konsekuensi serius, meningkatkan risiko terkena penyakit yang sebenarnya dapat dicegah melalui vaksinasi. Selain itu, hal ini dapat mengakibatkan kondisi kesehatan yang semakin memburuk, menciptakan beban tambahan pada sistem kesehatan dan merugikan kesejahteraan individu (20). Anak-anak, yang merupakan kelompok rentan, juga menjadi sangat terpengaruh oleh kekurangan stok vaksin. Dampaknya tidak hanya terbatas pada penundaan jadwal imunisasi, tetapi juga dapat mengakibatkan penurunan cakupan imunisasi secara keseluruhan (21). Sebuah studi mengungkapkan bahwa jutaan anak di seluruh dunia mengalami kematian akibat penyakit yang sebenarnya dapat dicegah melalui imunisasi, menggarisbawahi urgensi dalam memastikan ketersediaan vaksin secara memadai (22,23). Oleh karena itu, upaya berkelanjutan dalam perencanaan, produksi, dan distribusi vaksin menjadi krusial untuk melindungi masyarakat, khususnya kelompok yang paling rentan, dari dampak negatif penyakit yang dapat dicegah tersebut (24).

## Metode

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas industri farmasi XYZ dalam menanggapi permintaan vaksin dari berbagai fasilitas kesehatan selama tahun 2023. Data yang digunakan berasal dari industri farmasi XYZ, mencakup hasil prediksi bulanan tiap fasilitas kesehatan selama tahun 2023, yang kemudian dibandingkan dengan produksi aktual yang telah dirilis oleh *Quality Assurance* (QA). Tujuan utamanya adalah mencapai pemenuhan permintaan dari seluruh fasilitas kesehatan oleh industri farmasi XYZ. Pentingnya pemenuhan stok vaksin untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat telah diakui sebelumnya, dan evaluasi ini akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam terkait keberhasilan industri XYZ dalam memenuhi tuntutan tersebut.

Pemenuhan permintaan ini dihitung dengan %Pemenuhan Permintaan (%PP) dengan rumus;

$$\%PP = \frac{\text{jumlah stok yang tersedia}}{\text{jumlah permintaan}} \times 100\%$$

Tingkat keberhasilan pemenuhan ini dilihat dari jumlah produksi yang melebihi atau sama dengan permintaan, namun ketika stok vaksin tidak mencapai jumlah permintaan, maka terjadi penyimpangan pemenuhan permintaan karena ketidaksesuaian jumlah vaksin yang dikirimkan dengan yang diperkirakan. Jika jumlah stok yang tersedia melebihi permintaan, maka %PP akan menunjukkan hasil 100% yang berarti permintaan dipenuhi seluruhnya. Hasil dari %PP ini akan digunakan sebagai bahan pertimbangan penarikan kesimpulan keberhasilan industri XYZ dalam memenuhi permintaan fasilitas kesehatan.

Evaluasi keberhasilan pemenuhan ini mempertimbangkan apakah jumlah produksi vaksin memenuhi atau melampaui permintaan. Terjadi penyimpangan pemenuhan permintaan ketika stok vaksin tidak sesuai dengan jumlah yang diperlukan, sehingga terjadi ketidaksesuaian antara jumlah vaksin yang dikirimkan dan yang di

rencanakan oleh fasilitas kesehatan (25). Jika jumlah stok melebihi permintaan, persentase Pemenuhan Permintaan (%PP) mencapai 100%, menunjukkan bahwa permintaan telah terpenuhi sepenuhnya. Nilai %PP ini menjadi indikator utama untuk mengevaluasi keberhasilan industri XYZ dalam memenuhi kebutuhan fasilitas kesehatan. Evaluasi tersebut akan menjadi dasar untuk merumuskan kesimpulan terkait tingkat keberhasilan industri dalam menghadapi tuntutan permintaan vaksin.

## Hasil dan Pembahasan

*Forecast* dari seluruh fasilitas kesehatan didapat dari proses perhitungan oleh tiap fasilitas kesehatan yang kemudian dikirimkan kepada industri XYZ untuk pemesanan seluruh produk vaksin yang dibutuhkan pada tahun 2023, dan dari seluruh pemesanan ini, diambil 3 contoh *forecast* vaksin yaitu vaksin A, vaksin B, dan vaksin C. Ketiga vaksin ini dijadikan sebagai perwakilan dari vaksin yang memiliki pemesanan terbanyak seperti vaksin A dan vaksin B, sedangkan vaksin C adalah vaksin dengan jumlah pembelian yang relatif sedikit, sehingga metode pemenuhan produksinya akan berbeda dengan sampel vaksin lainnya. Hasil *forecast* akan digabungkan dari tiap fasilitas kesehatan sehingga akan didapat kebutuhan tiap bulan dari tiap vaksinnya seperti yang terlihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Total *forecast* per bulan untuk vaksin A, vaksin B, dan vaksin C

Bulan	<i>Forecast (vial)</i>		
	Vaksin A	Vaksin B	Vaksin C
Januari	192.415	338.506	35.549
Februari	164.168	27.102	14.696
Maret	151.841	186.863	20.000
April	233.979	74.096	12.000
Mei	143.065	517.300	20.000
Juni	174.191	105.580	0
Juli	298.706	243.444	32.000
Agustus	370.577	337	12.000
September	238.722	944	8.000
Oktober	264.558	14.953	20.000
November	314.209	966	20.000
Desember	54.131	380.943	25.000

*Forecast* dalam **Tabel 1** menjelaskan jumlah produk yang perlu disediakan oleh industri XYZ setiap bulannya untuk produk tertentu. Berdasarkan data *forecast* ini, perlu disusun rencana pembuatan vaksin mulai dari pembuatan bulk hingga produk sampai di fasilitas kesehatan(26). Proses produksi melibatkan serangkaian tahapan yang cukup panjang, dan total waktu yang dibutuhkan untuk menyediakan satu batch vaksin disebut sebagai *lead time*. *Lead time* merupakan periode antara pesanan diterima hingga produk tiba di fasilitas kesehatan pemesan. Setiap jenis vaksin akan memiliki *lead time*

yang berbeda tergantung pada sifat-sifatnya, seperti kemurnian substrat, kualitas panen mikroorganisme, proses produksi, serta pengujian keamanan dan potensinya (27,28). Oleh karena itu, penting untuk melakukan *forecast* dengan sebaik mungkin agar perencanaan produksi dapat disesuaikan dengan jumlah permintaan yang diinginkan oleh fasilitas kesehatan sehingga tidak terdapat produk yang bersisa/menjadi *dead stock* hingga produk bersisa ini memasuki masa expired datenya dan memunculkan masalah limbah biomedis yang tidak diperlukan (29,30).

**Tabel 2.** *Output release* produksi vaksin A, B dan C industri XYZ tiap bulan selama tahun 2023

Bulan	<i>Output Release Produk Acuan Forecast (Vial)</i>		
	Vaksin A	Vaksin B	Vaksin C
Januari	227.845	371.600	70,090
Februari	211.150	127.770	0
Maret	211.570	204.000	70,580
April	214.820	103.020	0
Mei	143.340	438.970	0
Juni	214.040	133.950	0
Juli	284.440	204.026	70,030
Agustus	357.120	32.990	0
September	234.020	0	0
Oktober	284.210	32.990	70,040
November	355.350	0	0
Desember	0	402.370	70,090

Dalam **Tabel 2**, dinyatakan jumlah produk yang tersedia untuk dilakukan produksi setiap bulannya. Jumlah ini merupakan hasil akumulasi dari beberapa batch vaksin yang diproduksi untuk memenuhi permintaan, mengingat kapasitas produksi yang terbatas. Oleh karena itu, proses pembuatan vaksin tidak dapat dilakukan dalam satu batch saja. Repetisi prosedural pembuatan vaksin diperlukan untuk mencapai jumlah vaksin yang dibutuhkan. Jumlah produk yang dihasilkan ini merupakan hasil dari perhitungan estimasi pemesanan, sehingga diharapkan jumlah produksi dapat memenuhi permintaan dari fasilitas kesehatan (31). Apabila permintaan untuk suatu jenis vaksin relatif sedikit, seperti pada produk vaksin C, produksi tidak dilakukan setiap bulannya. Sebaliknya, produksi dilakukan untuk kebutuhan beberapa bulan ke depan, sehingga proses produksi tidak perlu berjalan setiap bulan.

Untuk melihat tingkat keberhasilan pemenuhan pesanan industri XYZ, maka dilakukan perhitungan %PP dengan melihat perbandingan jumlah stok yang di produksi yang dapat dilihat pada Tabel 2, dengan jumlah produk permintaan dari fasilitas kesehatan, yaitu data pada Tabel 1. Perhitungan ini akan dilakukan untuk tiap jenis vaksin di tiap bulannya menggunakan rumus %PP dengan hasil akan disajikan pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** %PP untuk tiap vaksin di tiap bulannya

Bulan	%Pemenuhan Perencanaan		
	Vaksin A	Vaksin B	Vaksin C
Januari	100	100	100
Februari	100	100	100
Maret	100	100	100
April	92	100	100
Mei	100	85	100
Juni	100	100	100
Juli	95	84	100
Agustus	96	100	100
September	98	100	100
Oktober	100	100	100
November	100	100	100
Desember	100	100	100

Dalam **Tabel 3**, terlihat bahwa pada bulan tertentu, persentase Pemenuhan Permintaan (%PP) tidak mencapai 100%. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa perhitungan %PP hanya mencakup produksi pada bulan tersebut. Dalam praktiknya, kekurangan produk pada bulan tertentu dapat diatasi dengan menggunakan stok produk yang telah diproduksi pada bulan-bulan sebelumnya. Selain itu, penundaan pengiriman juga dapat diusulkan, yaitu dengan mengirimkan produk yang seharusnya direncanakan untuk bulan berikutnya. Sebagai contoh, pada vaksin B bulan Juli, %PP yang diperoleh adalah 84%. Namun, pada bulan Agustus, karena permintaannya sedikit namun industri XYZ tetap harus memproduksi, kekurangan produk dari bulan Juli juga diatasi dengan memproduksi untuk memenuhi kebutuhan bulan Agustus.

Meskipun terdapat bulan-bulan di mana produksi tidak dilakukan, persentase Pemenuhan Permintaan (%PP) tetap mencapai 100%, karena stok produk yang telah diproduksi dapat dialokasikan untuk pesanan bulan berikutnya seperti yang dilakukan vaksin A pada bulan Desember, vaksin B pada bulan September dan November, dan vaksin C pada bulan Februari, April, Mei, Agustus, September, dan November. Dengan demikian, kebutuhan tetap terpenuhi tanpa adanya produksi khusus untuk bulan tersebut. Secara keseluruhan, proses produksi dan perencanaan produksi berjalan lancar, terbukti dengan pencapaian rata-rata %PP yang mendekati 100%, yaitu sebesar 92%. Dengan berbagai strategi perencanaan produksi, seluruh permintaan dapat terlayani dengan baik.

## Kesimpulan

Industri farmasi XYZ berhasil menanggapi permintaan pasar dengan baik, ditunjukkan dengan tingkat pemenuhan permintaan rata-rata mencapai 92%. Strategi untuk melakukan perencanaan produksi juga dilakukan oleh industri XYZ dengan melakukan pengalokasian stok seperti yang dilakukan pada vaksin A, B, dan C pada bulan tertentu, dan dilakukan juga strategi penundaan pengiriman seperti yang dilakukan pada vaksin B bulan Juli, sehingga penanganan kekurangan stok dapat

teratasi. Dengan demikian, industri XYZ berhasil menghadapi tantangan produksi vaksin, memberikan dampak positif pada pemenuhan permintaan fasilitas kesehatan dan kualitas hidup masyarakat.

## Daftar Pustaka

1. Widayanti LP, Kusumawati E. HUBUNGAN PERSEPSI TENTANG EFEKTIFITAS VAKSIN DENGAN SIKAP KESEDIAAN MENGIKUTI VAKSINASI COVID-19. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2021;9(2):78–85.
2. WHO. Learn the story of these life-saving jabs [Internet]. 2024 [cited 2024 Jan 24]. Available from: [https://www.who.int/news-room/spotlight/history-of-vaccination/a-brief-history-of-vaccination?topicsurvey=ht7j2q\)&gclid=Cj0KCQiAnfmsBhDfARIsAM7MKi1YsBm onJbK1\\_Hyt0WmQhf1u0PG0-GlvH2HNWt6Pdo0qagE5uACIOkaAuYpEALw\\_wcB](https://www.who.int/news-room/spotlight/history-of-vaccination/a-brief-history-of-vaccination?topicsurvey=ht7j2q)&gclid=Cj0KCQiAnfmsBhDfARIsAM7MKi1YsBm onJbK1_Hyt0WmQhf1u0PG0-GlvH2HNWt6Pdo0qagE5uACIOkaAuYpEALw_wcB)
3. WHO. Vaccines and immunization [Internet]. 2024 [cited 2024 Jan 24]. Available from: [https://www.who.int/health-topics/vaccines-and-immunization?topicsurvey=ht7j2q\)&gclid=Cj0KCQiAnfmsBhDfARIsAM7MKi2nzFTAnKkqWudHdlrlvcblwGj8jK0MGkLWvzcB3WSb9t7XYD-SlxsaAtffEALw\\_wcB#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/vaccines-and-immunization?topicsurvey=ht7j2q)&gclid=Cj0KCQiAnfmsBhDfARIsAM7MKi2nzFTAnKkqWudHdlrlvcblwGj8jK0MGkLWvzcB3WSb9t7XYD-SlxsaAtffEALw_wcB#tab=tab_1)
4. Brisse M, Vrba SM, Kirk N, Liang Y, Ly H. Emerging Concepts and Technologies in Vaccine Development. Vol. 11, *Frontiers in Immunology*. Frontiers Media S.A.; 2020.
5. Ulmer JB, Valley U, Rappuoli R. Vaccine manufacturing: Challenges and solutions. Vol. 24, *Nature Biotechnology*. 2006. p. 1377–83.
6. Deng S, Liang H, Chen P, Li Y, Li Z, Fan S, et al. Viral Vector Vaccine Development and Application during the COVID-19 Pandemic. Vol. 10, *Microorganisms*. MDPI; 2022.
7. Travieso T, Li J, Mahesh S, Mello JDFRE, Blasi M. The use of viral vectors in vaccine development. Vol. 7, *npj Vaccines*. Nature Research; 2022.
8. Poria R, Kala D, Nagraik R, Dhir Y, Dhir S, Singh B, et al. Vaccine development: Current trends and technologies. Vol. 336, *Life Sciences*. Elsevier Inc.; 2024.
9. Heryana A. PRODUKSI VAKSIN: TINJAUAN PROSES DAN BIAYA. *ResearchGate*. 2021;1–14.
10. Plotkin S, Robinson JM, Cunningham G, Iqbal R, Larsen S. The complexity and cost of vaccine manufacturing – An overview. Vol. 35, *Vaccine*. Elsevier Ltd; 2017. p. 4064–71.
11. Sungkawa I, Ries ;, Megasari T. PENERAPAN UKURAN KETEPATAN NILAI RAMALAN DATA DERET WAKTU DALAM SELEKSI MODEL PERAMALAN VOLUME PENJUALAN PT SATRIAMANDIRI CITRAMULIA. Vol. 2. 2011.
12. Syazimmi Hersyaputra M, Faja Ripanti E, Muhardi H, DrHHadari Nawawi J. JEPIN (*Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika*) Smart Inventory System untuk Distribusi Vaksin dengan Metode Economic Order Quantity. *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika*. 2021;7(3):456–66.
13. Wildan K, Asy'ari S. PENENTUAN METODE PERAMALAN (FORECASTING) PADA PERMINTAAN PENJUALAN DI CV. LIA TIRTA JAYA PRIGEN. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*. 2023;2(11):4077–89.

14. Fahra Ningrum K, Kartika Untari M. Evaluasi Penyaluran Vaksin Sesuai Standar CDOB (Cara Distribusi Obat yang Baik). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)* [Internet]. 2022;4. Available from: <http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jsscr>, E-DOL: <https://doi.org/10.37311/jsscr.v4i3.15644>
15. Ahmad F. PENENTUAN METODE PERAMALAN PADA PRODUKSI PART NEW GRANADA BOWL ST Di PT.X. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*. 2020 May 10;7(1):31.
16. Azzahra A, Ramdhan W, Kifti WM. Single Exponential Smoothing: Metode Peramalan Kebutuhan Vaksin Campak. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*. 2022 Dec 20;6(2):215–23.
17. Meier BP, Dillard AJ, Lappas CM. Predictors of the intention to receive a SARS-CoV-2 vaccine. *Journal of Public Health (United Kingdom)*. 2022 Sep 1;44(3):713–5.
18. Lin Q, Zhao Q, Lev B. Influenza vaccine supply chain coordination under uncertain supply and demand. *Eur J Oper Res*. 2022 Mar 16;297(3):930–48.
19. Nurrahma DA, Ridwan AY, Santosa B. Usulan Perencanaan Kebijakan Persediaan Vaksin Menggunakan Metode Continuous Review (s,S). *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*. 2016;3(2):47–51.
20. Lee BY, Haidari LA. The importance of vaccine supply chains to everyone in the vaccine world. *Vaccine*. 2017 Aug 16;35(35):4475–9.
21. Program P, Bagi I, Anak K, Masa S, Di P, Sukamanis D, et al. The Importance Of Immunization Program For Children's Health During The Covid-19 In Sukamanis Village [Internet]. 2021. Available from: <https://proceedings.uinsgd.ac.id/index.php/Proceedings>
22. Iwu CJ, Jaca A, Abdullahi LH, Ngcobo NJ, Wiysonge CS. A scoping review of interventions for vaccine stock management in primary health-care facilities. *Hum Vaccin Immunother*. 2019 Nov 2;15(11):2666–72.
23. Kanja LW, Karimi PN, Maru SM, Kayumba PC, Hitimana R. Factors that affect vaccines availability in public health facilities in nairobi city county: A cross-sectional study. *Pan African Medical Journal*. 2021;38:1–10.
24. Nursery SMC, Chrismilasari LA. EDUKASI MENGENAI PENTINGNYA IMUNISASI DASAR PADA ANAK BAGI IBU WARGA GANG NUSANTARA RT 19 KELURAHAN PEKAUMAN BANJARMASIN TENGAH KALIMANTAN SELATAN. *Jurnal Suaka Insan Mengabdi (JSIM)*. 2019;1(2):98–101.
25. Kamal RD, Sukarsono BP, Azzahra F. OPTIMALISASI PRODUKSI PRODUK X MENGGUNAKAN PERAMALAN TIME SERIES DAN PERENCANAAN AGERGAT (STUDI KASUS PT. PHAPROS). *Industrial Engineering Online Journal*. 2024;13(1).
26. Pasté M, Stoffel M, Bardone C, Baron-Papillon F, Czwarno A, Galbraith H, et al. Addressing vaccine supply challenges in Europe: Expert industry perspective and recommendations. Vol. 126, *Health Policy*. Elsevier Ireland Ltd; 2022. p. 35–42.
27. Bechini A, Bonanni P, Zanella B, Di Pisa G, Moscadelli A, Paoli S, et al. Vaccine production process: How much does the general population know about this topic? a web-based survey. *Vaccines (Basel)*. 2021 Jun 1;9(6).

28. CDC. Centers for Disease Control and Prevention. 2023 [cited 2024 Jan 24]. Developing Safe and Effective Vaccines. Available from: [https://www.cdc.gov/vaccines/parents/infographics/journey-of-child-vaccine.html?CDC\\_AA\\_refVal=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Fvaccines%2Fparents%2Finfographics%2Fjourney-of-child-vaccine-text.html](https://www.cdc.gov/vaccines/parents/infographics/journey-of-child-vaccine.html?CDC_AA_refVal=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Fvaccines%2Fparents%2Finfographics%2Fjourney-of-child-vaccine-text.html)
29. Hasija V, Patial S, Raizada P, Thakur S, Singh P, Hussain CM. The environmental impact of mass coronavirus vaccinations: A point of view on huge COVID-19 vaccine waste across the globe during ongoing vaccine campaigns. *Science of the Total Environment*. 2022 Mar 20;813.
30. Hany R, Khairani N. Perencanaan Kebijakan Persediaan Vaksin Booster Dengan Metode Continuous Review ( , ) Untuk Mengurangi Overstock Di Rumah Sakit Tentara Kota Pematangsiantar. *Jurnal Riset Rumpun Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (JURRIMIPA)*. 2023;2(2).
31. Hernadewita, Kurnia Hadi Y, Julian Syaputra M, Setiawan D. Peramalan Penjualan Obat Generik Melalui Time Series Forecasting Model Pada Perusahaan Farmasi di Tangerang: Studi Kasus. *JIEMAR* [Internet]. 2020;1(2):35–49. Available from: <http://www.jiemar.org><http://www.jiemar.org>

