E-ISSN: 3025-0994
Halaman 1-10
Volume 4 Nomor 1 Tahun 2026

# Analisis Profil Keamanan Kosmetik Balai Besar POM di Jayapura Menggunakan Pendekatan Machine Learning

**Akma Bertha Aprima Lagho[1*], Muhammad Nur Arafah[2], Wiria Sende Paiman[3], Narto[4]**

[1,3,4]Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan di Jayapura, Indonesia
[2]Irmex Digital Akademika, Indonesia
e-mail: akma.bertha@pom.go.id[1], mnurarafah18@gmail.com[2], wiria.sende@pom.go.id[3], narto@pom.go.id[4]

**Abstrak**

Profil keamanan kosmetik merupakan indikator penting dalam mitigasi risiko kesehatan masyarakat, namun analisisnya sering terkendala oleh data hasil sampling dan pengujian yang heterogen dan belum terstruktur. Penelitian ini bertujuan menganalisis profil keamanan kosmetik di Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan di Jayapura tahun 2025 dengan memanfaatkan pendekatan pembelajaran mesin untuk meningkatkan kualitas data dan ketepatan identifikasi pola pelanggaran. Penelitian menggunakan metode kuantitatif deskriptif-analitik melalui tahapan pembersihan data, penanganan data tidak lengkap, dan standarisasi terhadap 419 sampel hasil sampling dan pengujian laboratorium. Analisis dilakukan menggunakan analisis data eksploratif dan visualisasi untuk mengidentifikasi distribusi dan tren temporal. Hasil menunjukkan tingkat kepatuhan sebesar 61,1% dengan fluktuasi antar triwulan, di mana kepatuhan tertinggi terjadi pada Triwulan I (80,3%) dan terendah pada Triwulan IV (49,1%). Meskipun sebagian besar produk memenuhi ketentuan, pelanggaran klaim (35,1%) menjadi indikator risiko utama yang mencerminkan kesenjangan implementasi regulasi. Pendekatan pembelajaran mesin pada tahap awal pengolahan data terbukti mampu mentransformasi data yang tidak terstruktur menjadi informasi berbasis risiko yang lebih sistematis dan informatif. Penelitian ini berkontribusi dalam penguatan pengawasan kosmetik berbasis data yang lebih adaptif, efektif, dan berorientasi pada perlindungan masyarakat.

**Kata kunci:** *Profil Keamanan, Kosmetik, Machine Learning, BPOM RI, Transformasi Digital.*

**Abstract**

The safety profile of cosmetics is an important indicator in mitigating public health risks; however, its analysis is often constrained by heterogeneous and unstructured data from sampling and laboratory testing. This study aims to analyze the safety profile of cosmetics at the Food and Drug Supervisory Center in Jayapura in 2025 using a machine learning approach to improve data quality and the accuracy of identifying violation patterns. A descriptive-analytical quantitative method was applied, including data cleaning, missing data handling, and

standardization of 419 samples from sampling and laboratory testing. The analysis was conducted using exploratory data analysis and visualization to identify distributions and temporal trends. The results show a compliance rate of 61.1% with fluctuations across quarters, with the highest compliance occurring in the first quarter (80.3%) and the lowest in the fourth quarter (49.1%). Although most products comply with requirements, claim violations (35.1%) represent the main risk indicator and reflect gaps in regulatory implementation. The machine learning approach improves data quality and structure, enabling more comprehensive identification of violation patterns and risk trends. This study contributes to strengthening data-driven cosmetic supervision that is more adaptive, effective, and oriented toward public protection.

**Keywords :** *Security Profile, Cosmetics, Machine Learning, BPOM RI, Digital Transformation.*

## LATAR BELAKANG

Produk kosmetik merupakan komoditas yang terus berkembang di Indonesia sehingga menuntut jaminan keamanan, mutu, dan manfaat melalui sistem pengawasan *pre-market* dan *post-market* oleh BPOM RI (Badan POM RI, 2024; Kashuri et al., 2025). Dalam praktiknya, kegiatan sampling dan pengujian laboratorium menjadi instrumen utama untuk menilai kepatuhan produk. Namun, masih ditemukan pelanggaran seperti klaim tidak sesuai, ketidaksesuaian penandaan, dan masalah kedaluwarsa, yang menunjukkan bahwa kepatuhan pelaku usaha belum optimal, khususnya di wilayah dengan dinamika distribusi kompleks seperti Jayapura (Arafah et al., 2026; Burdam et al., 2026). Data hasil sampling dan pengujian umumnya bersifat heterogen, tidak terstruktur, dan bervolume besar sehingga menyulitkan identifikasi pola pelanggaran dan tren risiko secara cepat (Badawy et al., 2024; Shahzad et al., 2025). Hal ini menunjukkan kesenjangan antara ketersediaan data dan kemampuan analisis, di mana pendekatan konvensional belum optimal (Batko & Ślęzak, 2022). Secara teoritis, pengawasan kosmetik berkaitan dengan *regulatory compliance*, *risk-based inspection*, dan *data-driven decision making* (Wang et al., 2018; Pasurangga, 2025)

Pendekatan *machine learning* menawarkan solusi melalui *preprocessing* seperti *data cleaning*, normalisasi, eliminasi duplikasi, dan reduksi *noise* untuk meningkatkan kualitas data (Kale & Pandey, 2024; Baig et al., 2025). Selain itu, teknologi ini telah terbukti efektif dalam analisis risiko dan toksikologi (Singh et al., 2023, 2024; Tonoyan & Siraki, 2024; Zhou et al., 2024), termasuk evaluasi keamanan bahan kosmetik secara *in silico* (Skin et al., 2024). Namun, pemanfaatannya pada data hasil sampling dan pengujian pengawasan kosmetik masih terbatas. Transformasi digital juga menunjukkan bahwa integrasi teknologi analitik dapat meningkatkan kualitas pengambilan keputusan (Jeffry et al., 2023; Sihite et al., 2025), termasuk dalam deteksi produk ilegal dan sistem pendukung keputusan berbasis *machine learning* (Arafah et al., 2026; Burdam et al., 2026). Selain itu, perlindungan konsumen di era digital menuntut pemanfaatan teknologi untuk menjamin keamanan dan transparansi informasi produk (Alhafiz et al., 2025).

Penelitian ini bertujuan menganalisis profil keamanan kosmetik di BBPOM Jayapura tahun 2025 menggunakan pendekatan machine learning melalui preprocessing dan visualisasi

data untuk meningkatkan kualitas data, mengidentifikasi pola pelanggaran, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis risiko. Kebaruan penelitian ini terletak pada pemanfaatan *machine learning* sebagai alat peningkatan kualitas data pengawasan kosmetik di tingkat regional yang masih terbatas dalam literatur.

## METODE

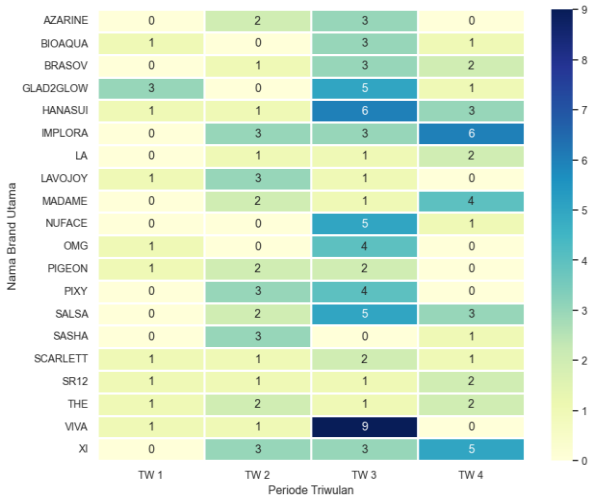
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif-analitik berbasis data sekunder hasil sampling dan pengujian kosmetik di BBPOM Jayapura tahun 2025, yang mencakup kategori pelanggaran, status kepatuhan (MK/TMK), periode waktu, dan atribut produk. Analisis dilakukan melalui tiga tahap utama, yaitu preprocessing, exploratory data analysis (EDA), dan visualisasi. Pendekatan machine learning dimanfaatkan sebagai tools pengolahan data melalui data cleaning, imputasi missing values, eliminasi duplikasi, serta standarisasi dan encoding data kategorikal untuk menjamin konsistensi dan integritas data (Shwartz-Ziv & Armon, 2022).

EDA *(Exploratory Data Analysis)* digunakan untuk mengidentifikasi distribusi, tren temporal, dan hubungan antar variabel yang divisualisasikan dalam bentuk heatmap dan grafik tren. Alur penelitian dirancang secara sistematis mulai dari pengumpulan data, preprocessing dan validasi, hingga analisis eksploratif, visualisasi, dan interpretasi, sehingga memungkinkan ekstraksi pola secara komprehensif dari dataset kompleks. Pendekatan ini dipilih karena analisis eksploratif efektif dalam mengungkap pola tersembunyi pada data tabular kompleks tanpa memerlukan asumsi model prediktif yang ketat (Gorishniy et al., 2021). Penelitian ini terbatas pada analisis eksploratif tanpa implementasi model prediktif, sehingga belum mampu melakukan prediksi risiko secara kuantitatif.

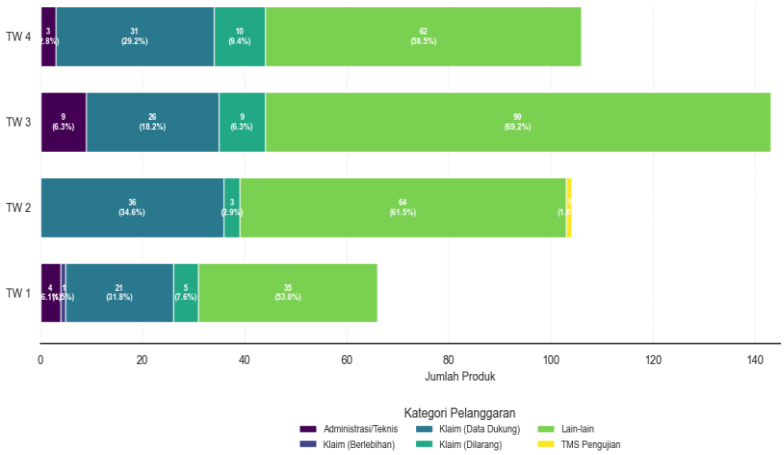
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *sampling* dan pengujian kosmetik tahun 2025 berfluktuasi antar triwulan dengan total 419 sampel, tertinggi pada Triwulan III (143) dan terendah pada Triwulan I (66), sedangkan Triwulan II dan IV masing-masing 104 dan 106 sampel. Hasil pengujian didominasi kategori Memenuhi Ketentuan (53,7% atau 225 sampel), diikuti pelanggaran klaim (35,1% atau 147 sampel), serta pelanggaran lain seperti kedaluwarsa (5,0%), label atau administrasi (3,3%), peringatan (2,4%), dan lain-lain (0,5%). Tingkat kepatuhan produsen sebesar 61,1% dengan 256 sampel memenuhi ketentuan dan 163 tidak memenuhi ketentuan. Kepatuhan tertinggi terjadi pada Triwulan I (80,3%) dan terendah pada Triwulan IV (49,1%). Visualisasi menunjukkan peningkatan jumlah sampel hingga Triwulan III dan penurunan pada Triwulan IV, serta variasi intensitas sampling antar brand, distribusi MK dan TMK, dan cakupan lokasi sampling. Data telah terstruktur melalui proses data cleaning dan visualisasi.



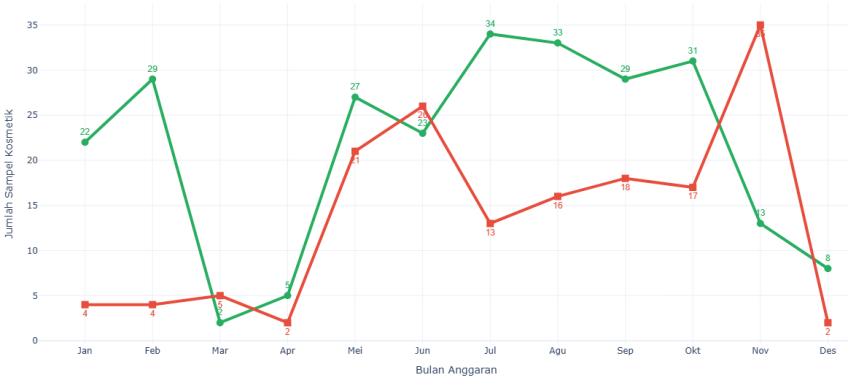

**Gambar 1. *Heatmap* Intensitas sampling berdasarkan *Brand* Produk dan Periode Triwulan**




**Gambar 2. Tren Distribusi Hasil Pengujian Kosmetik Balai Besar POM di Jayapura Tahun 2025**

**Tabel 1. Rekapitulasi Kuantitatif Pelanggaran Kosmetik per Triwulan**

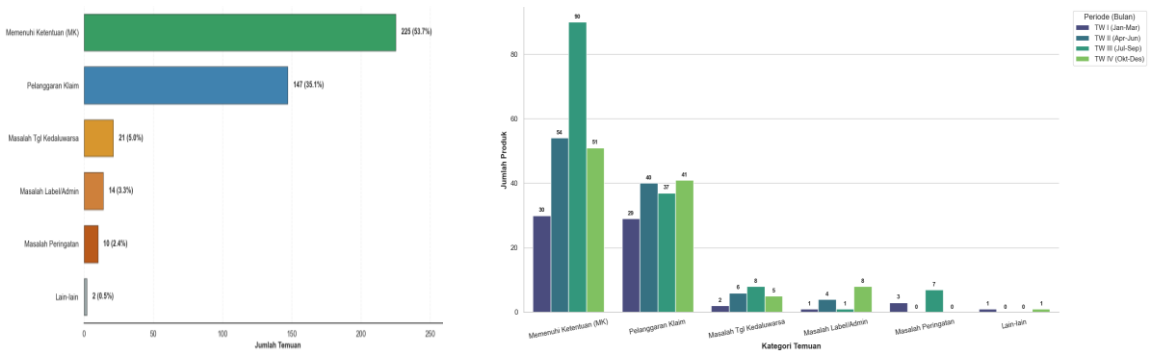
| Kategori | TW I | TW II | TW III | TW IV | Total | (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Lain-lain** | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0.5% |
| **Masalah Label/Admin** | 1 | 4 | 1 | 8 | 14 | 3.3% |
| **Masalah Peringatan** | 3 | 0 | 7 | 0 | 10 | 2.4% |
| **Masalah Tgl Kedaluwarsa** | 2 | 6 | 8 | 5 | 21 | 5.0% |
| **Memenuhi Ketentuan (MK)** | 30 | 54 | 90 | 51 | 225 | 53.7% |
| **Pelanggaran Klaim** | 29 | 40 | 37 | 41 | 147 | 35.1% |
| **Total** | **66** | **104** | **143** | **106** | **419** | **100%** |




**Gambar 3. Visualisasi Grafik Jumlah Sampel Kosmetik**

**Tabel 2. Distribusi Kepatuhan Produsen Produk Kosmetik**

| Triwulan | MK | TMK | Total | Kepatuhan (%) |
|---|---|---|---|---|
| **TW 1** | 53 | 13 | 66 | 80.3% |
| **TW 2** | 55 | 49 | 104 | 52.9% |
| **TW 3** | 96 | 47 | 143 | 67.1% |
| **TW 4** | 52 | 54 | 106 | 49.1% |
| **Total** | **256** | **163** | **419** | **61.1%** |




(a) (b)

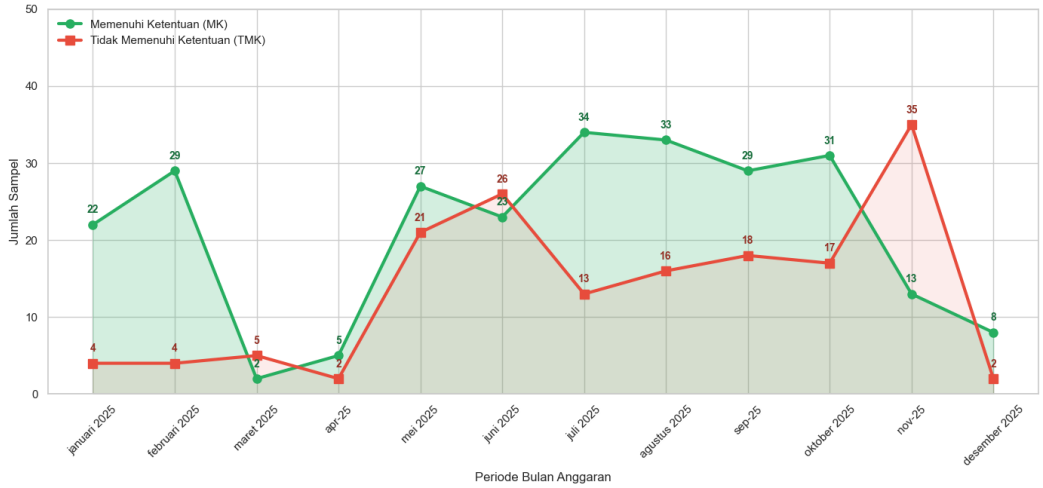
**Gambar 4. Distribusi Frekuensi Kategori TMK dan MK Hasil Kesimpulan Verifikasi Pusat (Badan POM RI) Tahun 2025**




**Gambar 5. Sebaran Lokasi Sampling Produk Kosmetik di Wilayah Kerja BBPOM di Jayapura**

| | Datetime | MK | TMK |
|---|---|---|---|
| 0 | 2025-01-01 | 22 | 4 |
| 1 | 2025-02-01 | 29 | 4 |
| 2 | 2025-03-01 | 2 | 5 |
| 3 | 2025-04-01 | 5 | 2 |
| 4 | 2025-05-01 | 27 | 21 |
| 5 | 2025-06-01 | 23 | 26 |
| 6 | 2025-07-01 | 34 | 13 |
| 7 | 2025-08-01 | 33 | 16 |
| 8 | 2025-09-01 | 29 | 18 |
| 9 | 2025-10-01 | 31 | 17 |
| 10 | 2025-11-01 | 13 | 35 |
| 11 | 2025-12-01 | 8 | 2 |

**Gambar 6. Tabulasi Sampel Pengujian Produk Kosmetik**




**Gambar 7. Grafik Visualisasi Tren Sampel Pengujian Laboratorium Pada Tahun 2025**

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa profil keamanan kosmetik di wilayah kerja Balai Besar POM di Jayapura tahun 2025 ditandai oleh tingkat kepatuhan sebesar 61,1% dengan fluktuasi antar triwulan. Pola ini mengindikasikan bahwa stabilitas keamanan produk belum konsisten dan masih dipengaruhi oleh dinamika pengawasan. Dalam perspektif *regulatory compliance* fluktuasi tersebut mencerminkan kecenderungan kepatuhan yang bersifat reaktif, terlihat dari penurunan signifikan dari Triwulan I (80,3%) ke Triwulan IV (49,1%), yang menunjukkan bahwa kepatuhan belum sepenuhnya berbasis kesadaran regulatif internal pelaku usaha.

Meskipun sebagian besar produk memenuhi ketentuan (53,7%), tingginya pelanggaran klaim (35,1%) menjadi indikator risiko dominan. Secara konseptual, hal ini menunjukkan bahwa ketidakpatuhan lebih banyak terjadi pada aspek substantif (kebenaran klaim) dibandingkan aspek administratif. Dari sudut pandang perlindungan konsumen, kondisi ini mencerminkan kesenjangan implementasi regulasi, khususnya terkait prinsip kebenaran informasi dan keamanan produk. Temuan ini memperkuat bahwa pengawasan kosmetik tidak hanya menuntut kepatuhan formal, tetapi juga integritas informasi produk yang berdampak langsung terhadap perilaku konsumsi.

Dalam kerangka *risk-based inspection*, peningkatan jumlah sampling pada Triwulan III yang diikuti peningkatan temuan pelanggaran menunjukkan bahwa intensitas pengawasan berkorelasi dengan probabilitas deteksi risiko. Hal ini menegaskan bahwa efektivitas pengawasan tidak hanya bergantung pada kuantitas sampling, tetapi juga pada kemampuan analisis data dalam mengidentifikasi pola risiko. Dengan demikian, pendekatan berbasis data menjadi krusial untuk mengarahkan prioritas pengawasan secara lebih tepat sasaran.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi pendekatan pembelajaran mesin pada tahap *preprocessing* dan visualisasi data, yang terbukti meningkatkan

kualitas dan keterstrukturan dataset hasil sampling dan pengujian. Secara teoretis, temuan ini memperkuat konsep *data-driven decision making* dengan menempatkan kualitas data sebagai fondasi analisis risiko. Secara praktis, pendekatan ini memberikan implikasi langsung bagi penguatan sistem pengawasan kosmetik melalui identifikasi pola pelanggaran dan tren risiko secara lebih sistematis, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih objektif dan adaptif di tingkat regional.

Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu analisis yang masih bersifat eksploratif tanpa model prediktif, keterbatasan cakupan data pada satu wilayah dan periode waktu, serta belum mempertimbangkan faktor eksternal seperti rantai distribusi dan karakteristik pelaku usaha. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan model prediktif berbasis pembelajaran mesin, memperluas cakupan data lintas wilayah dan periode, serta mengintegrasikan variabel kontekstual untuk meningkatkan validitas dan kedalaman analisis.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa efektivitas pengawasan kosmetik ditentukan oleh sinergi antara kepatuhan produsen, strategi pengawasan berbasis risiko, dan kualitas pengelolaan data. Kebaruan penelitian ini terletak pada pemanfaatan *machine learning* untuk mentransformasi data hasil sampling dan pengujian yang heterogen menjadi informasi berbasis risiko yang terstruktur, sehingga memperkuat implementasi pengawasan kosmetik berbasis data (*data-driven supervision*) yang lebih adaptif dan efektif.

## SIMPULAN

Penelitian ini berhasil menganalisis terkait profil keamanan kosmetik di Balai Besar POM di Jayapura tahun 2025 berada pada tingkat kepatuhan 61,1% dengan fluktuasi antar triwulan, di mana pelanggaran klaim menjadi indikator risiko utama. Temuan ini mencerminkan bahwa kepatuhan produsen belum stabil dan masih dipengaruhi oleh intensitas pengawasan. Penerapan pembelajaran mesin terbukti meningkatkan kualitas dan keterstrukturan data sehingga memungkinkan identifikasi pola pelanggaran dan tren risiko secara lebih komprehensif. Secara khusus, pendekatan ini mampu mentransformasi data hasil sampling dan pengujian menjadi dasar analisis berbasis risiko yang mendukung pengambilan keputusan pengawasan secara lebih efektif. Oleh karena itu, penguatan pengawasan berbasis risiko dan transformasi digital perlu terus dikembangkan untuk meningkatkan perlindungan masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

Alhafiz, H., Patimah, S., Juwita, M., & Marissa, D. (2025). *Perlindungan Konsumen atas Produk Berbasis AI : Tantangan Hukum di Era Digital*. 696–708.

Arafah, M. N., Ejung, M. A., Afifah, N. A., & Kartika, M. (2026). *Optimasi Machine Learning untuk Surveilans Digital dan Penilaian Risiko Produk Farmasi Optimizing Machine Learning for Digital Surveillance and Pharmaceutical Product Risk Assessment*. *2*(1), 47–53.

Badawy, M., Ramadan, N., & Hefny, H. A. (2024). Big data analytics in healthcare: data

sources, tools, challenges, and opportunities. *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, *11*(1), 63. https://doi.org/10.1186/s43067-024-00190-w

Baig, M., Raja, M., Ahmad, T., Azim, N., & Riaz, A. (2025). Image Noise Reduction Techniques Using Machine Learning. *The Asian Bulletin of Big Data Management*, *5*, 218–230. https://doi.org/10.62019/m5jj7c95

Batko, K., & Ślęzak, A. (2022). The use of Big Data Analytics in healthcare. *Journal of Big Data*, *9*(1), 3. https://doi.org/10.1186/s40537-021-00553-4

Burdam, C. V., Arafah, M. N., & Burdam, B. Y. R. (2026). Implementation of Decision Support System for Illegal Cosmetic Detection in Papua Based Machine Learning. *Journal of System and Computer Engineering*, *7*(1), 116–123.

Gorishniy, Y., Rubachev, I., Khrulkov, V., & Babenko, A. (2021). Revisiting Deep Learning Models for Tabular Data. In M. Ranzato, A. Beygelzimer, Y. Dauphin, P. S. Liang, & J. W. Vaughan (Ed.), *Advances in Neural Information Processing Systems* (Vol. 34, hal. 18932–18943). Curran Associates, Inc. https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2021/file/9d86d83f925f2149e9edb0ac3b49229c-Paper.pdf

Jeffry, J., Nurdyansa, N., Usman, S., Sasmita, D., & Arafah, M. N. (2023). Transformasi Digital Dalam Industri Kerajinan Rumahan Melalui Penggunaan Teknologi Machine Learning. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, *7*(6), 5840–5849. https://journal.ummat.ac.id/index.php/jmm/article/view/19209

Kale, A., & Pandey, D. (2024). Data Pre-Processing Technique for Enhancing Healthcare Data Quality Using Artificial Intelligence. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 299–309. https://doi.org/10.32628/IJSRST52411130

Kashuri, M., Ikrar, T., & Indrayanto, G. (2025). *Analysis of Trends in Cosmetics Supervision Cases in Indonesia in*. *5*(2), 128–139.

Pasurangga, D. (2025). *Data Driven Predictive Maintenance Framework for Railway Safety in Indonesia*. *7*(1), 75–87.

Pengantar, K. (2024). *KINERJA BPOM 2024*.

Shahzad, K., Khan, S. A., Latif, M., Javeed, A. M. D., & Iqbal, A. (2025). Big data analytics in healthcare: current practices, innovations, and future prospects. *Journal of Big Data*, *12*(1), 242. https://doi.org/10.1186/s40537-025-01288-2

Shwartz-Ziv, R., & Armon, A. (2022). Tabular data: Deep learning is not all you need. *Information Fusion*, *81*, 84–90. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.inffus.2021.11.011

Sihite, M., Suparwata, D. O., Arafah, M. N., & Uhai, S. (2025). SWOT Analysis of the Strategy of Digital Transformation of SMEs. *International Journal of Business,*

*Law, and Education*, *6*(2), 1546–1555.

Singh, A. V., Bhardwaj, P., Laux, P., Pradeep, P., Busse, M., Luch, A., Hirose, A., Osgood, C. J., & Stacey, M. W. (2024). AI and ML-based risk assessment of chemicals: predicting carcinogenic risk from chemical-induced genomic instability. *Frontiers in Toxicology*, *Volume 6-2024*. https://doi.org/10.3389/ftox.2024.1461587

Singh, A. V., Varma, M., Laux, P., Choudhary, S., Datusalia, A. K., Gupta, N., Luch, A., Gandhi, A., Kulkarni, P., & Nath, B. (2023). Artificial intelligence and machine learning disciplines with the potential to improve the nanotoxicology and nanomedicine fields: a comprehensive review. *Archives of Toxicology*, *97*(4), 963–979. https://doi.org/10.1007/s00204-023-03471-x

Tonoyan, L., & Siraki, A. G. (2024). Machine learning in toxicological sciences: opportunities for assessing drug toxicity. *Frontiers in Drug Discovery*, *Volume 4-2024*. https://doi.org/10.3389/fddsv.2024.1336025

Wang, Y., Kung, L., & Byrd, T. A. (2018). Big data analytics: Understanding its capabilities and potential benefits for healthcare organizations. *Technological Forecasting and Social Change*, *126*, 3–13. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.12.019

Zhou, Y., Wang, Z., Huang, Z., Li, W., Chen, Y., Yu, X., Tang, Y., & Liu, G. (2024). In silico prediction of ocular toxicity of compounds using explainable machine learning and deep learning approaches. *Journal of Applied Toxicology : JAT*, *44*(6), 892–907. https://doi.org/10.1002/jat.4586