

LITERATURE REVIEW: TELEDERMATOLOGI KULIT BERJERAWAT BERBASIS DEEP LEARNING DAN ANALISIS BAHAN

Nala Zahwa Rohmah¹, Tining Haryanti², Erie Kresna Andana³
^{1,2,3}Informatika, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Surabaya, Indonesia

Penulis korespondensi : nalaelhaq@gmail.com

ABSTRAK

Penyakit jerawat (*acne vulgaris*) merupakan gangguan dermatologis yang memengaruhi jutaan individu global dan menuntut perawatan teliti. Di era kesehatan digital, teledermatologi mandiri hadir sebagai solusi atas keterbatasan akses pasien terhadap dokter spesialis. Namun, pemilihan produk perawatan kulit (*skincare*) yang tidak tepat pada penderita kulit rentan berjerawat (*acne-prone*) berisiko besar memperburuk peradangan. Saat ini, sebagian besar sistem rekomendasi Kecerdasan Buatan (AI) memiliki kelemahan karena masih mengandalkan kuesioner subjektif, atau hanya berfokus pada deteksi visual wajah tanpa menganalisis kesesuaian komposisi bahan aktif (*ingredients*) kosmetik secara klinis. Tujuan penelitian ini adalah mengeksplorasi tren evolusi sistem rekomendasi *skincare*, dengan ruang lingkup kasus yang difokuskan spesifik pada penanganan kulit rentan berjerawat dalam ekosistem teledermatologi mandiri. Penelitian ini menerapkan metode *literature review* komprehensif terhadap 37 artikel ilmiah mutakhir rentang tahun 2022–2026. Sumber literatur dihimpun dari basis data jurnal internasional bereputasi terindeks Scopus dan jurnal nasional terakreditasi Sinta. Kajian ini secara khusus membandingkan dan mengevaluasi kinerja arsitektur *Deep Learning*—seperti YOLOv5, ResNet-50, serta jaringan *Lightweight Convolutional Neural Network* (CNN)—sebagai objek algoritma untuk segmentasi dan deteksi visual tingkat keparahan jerawat. Kemampuan deteksi visual tersebut berpotensi dipadukan dengan sistem rekomendasi berbasis analisis bahan kosmetik secara otomatis. Sebagai kontribusi utama, *literature review* ini menawarkan rancangan kerangka kerja *beauty-tech* hibrida yang inovatif. Dengan memadukan teknologi diagnosis profil wajah dan analisis komposisi bahan kosmetik, penelitian ini menghadirkan solusi personalisasi *skincare* yang jauh lebih akurat, aman, serta memiliki landasan ilmiah kuat guna menekan tingkat risiko iritasi.

Kata kunci : Analisis Bahan, Deep Learning, Jerawat, Skincare, Teledermatologi

1 PENDAHULUAN

Acne vulgaris merupakan salah satu gangguan dermatologis yang paling umum terjadi dan dapat memberikan dampak negatif terhadap kondisi fisik maupun psikologis penderitanya. Perkembangan teknologi kesehatan digital telah mendorong pemanfaatan teledermatologi sebagai alternatif layanan konsultasi kulit yang lebih mudah diakses, terutama untuk membantu proses pemantauan dan diagnosis awal kondisi kulit secara mandiri. Seiring berkembangnya kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), berbagai metode berbasis *Deep Learning* mulai diterapkan untuk meningkatkan kemampuan identifikasi kondisi kulit melalui citra wajah sehingga berpotensi mendukung implementasi teledermatologi yang lebih efektif (Marri et al. (2023);(Khalid et al.,

2025)

Berbagai penelitian telah menunjukkan kinerja yang baik dari metode Deep Learning dalam mendeteksi maupun mengklasifikasikan jerawat. Model YOLOv5 dan Improved YOLOv7 telah digunakan untuk mendeteksi berbagai jenis jerawat secara otomatis (Zhang et al., 2024; Pinasty & Hakim, 2025). Selain itu, pendekatan berbasis Dual Integrated Deep CNN dan EfficientNetV2-S berbasis transfer learning juga menunjukkan kemampuan yang baik dalam klasifikasi jerawat (Islam et al., 2023; Pramono & Kusnawi, 2025). Penelitian lain turut mengembangkan klasifikasi jenis kulit menggunakan MobileNetV3, EfficientNetB3, InceptionV3, serta pendekatan berbasis Bayesian Optimization untuk memperoleh model yang lebih efisien dan akurat (Herimanto et al., 2024; Herimanto et al., 2026; Nithyadevi et al., 2025; Trisya Novita et al., 2025).

Selain analisis kondisi kulit berbasis citra, beberapa penelitian mulai mengembangkan sistem rekomendasi perawatan kulit yang mempertimbangkan karakteristik pengguna dan faktor lingkungan. (Lin et al., 2022) mengintegrasikan teknologi computer vision untuk identifikasi pengguna, klasifikasi jenis kulit, serta deteksi jerawat dalam sistem rekomendasi produk skincare. (Nithyadevi et al., 2025) juga mengembangkan sistem rekomendasi skincare berbasis analisis wajah untuk meningkatkan personalisasi rekomendasi produk. Sylvagno, G.S., & Rochadiani, T. H. (2025) memanfaatkan ResNet50 dan Decision Tree dengan integrasi data cuaca real-time untuk menghasilkan rekomendasi yang lebih kontekstual, sedangkan (Y. J. Lee & Lee, 2025) mengembangkan sistem rekomendasi berbasis analisis wajah, lokasi geografis, serta kondisi lingkungan. (J. Lee et al., 2024) juga mengeksplorasi pendekatan berbasis analisis kandungan bahan kosmetik dan kondisi kulit wajah untuk meningkatkan personalisasi rekomendasi produk. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada deteksi kondisi kulit, klasifikasi jenis kulit, atau rekomendasi produk secara terpisah. Oleh karena itu, kajian yang membahas perkembangan metode, performa model, serta arah penelitian teledermatologi kulit berjerawat berbasis Deep Learning dan analisis bahan secara komprehensif masih relatif terbatas. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan penelitian teledermatologi kulit berjerawat berbasis *Deep Learning* dan analisis bahan melalui kajian literatur terhadap 37 artikel ilmiah yang dipublikasikan pada rentang tahun 2022–2026. Kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai tren penelitian terkini, mengidentifikasi permasalahan yang masih belum terselesaikan, serta merumuskan peluang pengembangan penelitian pada bidang teledermatologi dan perawatan kulit berbasis kecerdasan buatan di masa mendatang.

2 METODE

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *literature review* dengan pendekatan deskriptif untuk menganalisis perkembangan penelitian mengenai teledermatologi kulit berjerawat berbasis *Deep Learning* dan analisis bahan. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai tren penelitian, perkembangan teknologi yang digunakan, serta mengidentifikasi permasalahan yang masih belum terselesaikan pada bidang teledermatologi dan perawatan kulit berbasis kecerdasan buatan.

Kajian literatur dilakukan terhadap artikel ilmiah yang dipublikasikan pada rentang tahun 2022–2026. Proses penyusunan kajian dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juni 2026 melalui tahapan pengumpulan artikel, penyusunan *State of the Art* (SoA), serta analisis komparatif terhadap penelitian yang telah dipilih.

2.2 Sumber Data

Data penelitian berupa 37 artikel ilmiah yang membahas teledermatologi, deteksi jerawat berbasis *Deep Learning*, klasifikasi jenis kulit, analisis karakteristik kulit, sistem rekomendasi perawatan kulit, serta analisis bahan yang berkaitan dengan perawatan kulit berjerawat. Artikel-artikel tersebut dipublikasikan pada rentang tahun 2022–2026 dan disusun dalam bentuk *State of the Art* (SoA).

Informasi yang dihimpun dari setiap artikel meliputi judul penelitian, tahun publikasi, penulis, metode yang digunakan, hasil penelitian, kelebihan, kekurangan, *research problem*, *research gap*, serta arah pengembangan penelitian pada masa mendatang (*future research*). Penyusunan SoA dilakukan untuk mempermudah proses identifikasi perkembangan penelitian dan membandingkan kontribusi masing-masing penelitian terhadap pengembangan teledermatologi kulit berjerawat.

2.3 Analisis Literatur

Analisis dilakukan secara komparatif terhadap seluruh artikel berdasarkan metode yang digunakan, hasil penelitian, performa model, kelebihan, keterbatasan, *research gap*, serta kontribusi penelitian terhadap pengembangan teledermatologi kulit berjerawat. Selain itu, artikel dikelompokkan berdasarkan tema penelitian, yaitu teledermatologi, deteksi jerawat berbasis *Deep Learning*, klasifikasi jenis kulit, sistem rekomendasi perawatan kulit, dan analisis bahan.

Hasil analisis digunakan untuk mengidentifikasi perkembangan teknologi terkini, mengevaluasi keterkaitan antara bidang dermatologi, kecerdasan buatan, dan kosmetologi, menemukan permasalahan yang masih belum terselesaikan, serta merumuskan peluang dan arah penelitian pada masa mendatang. Temuan tersebut selanjutnya disajikan dalam bentuk pembahasan mengenai tren penelitian, perkembangan metode yang digunakan, serta potensi pengembangan sistem teledermatologi yang lebih komprehensif.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Literatur yang Dikaji

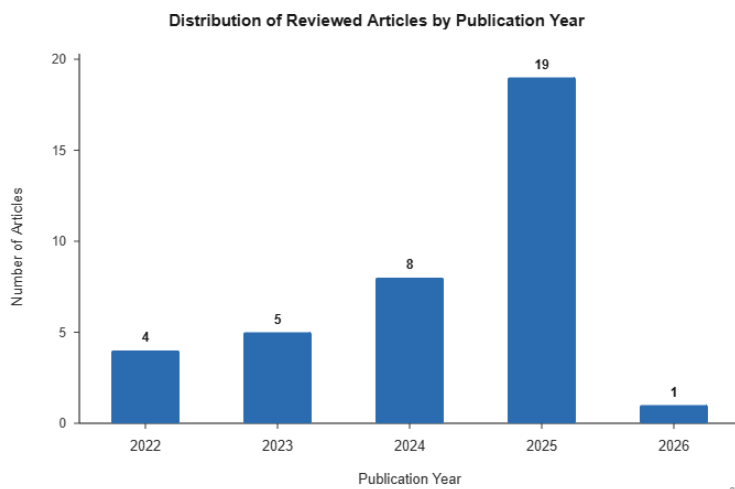
Kajian literatur pada penelitian ini dilakukan terhadap 37 artikel ilmiah yang dipublikasikan pada rentang tahun 2022–2026. Artikel-artikel tersebut membahas berbagai topik yang berkaitan dengan teledermatologi, deteksi jerawat berbasis *Deep Learning*, klasifikasi jenis kulit, sistem rekomendasi perawatan kulit, serta analisis karakteristik kulit wajah. Distribusi artikel berdasarkan tahun publikasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi artikel berdasarkan tahun publikasi

Tahun	Jumlah Artikel
2022	4
2023	5
2024	8
2025	19
2026	1
Total	37

Berdasarkan Tabel 1, jumlah publikasi menunjukkan kecenderungan meningkat dari tahun 2022 hingga tahun 2025. Peningkatan jumlah artikel yang cukup signifikan pada tahun 2025 mengindikasikan bahwa penelitian mengenai teledermatologi dan pemanfaatan kecerdasan buatan untuk analisis kondisi kulit masih menjadi topik yang berkembang dan memperoleh perhatian yang cukup besar dari para peneliti. Sementara itu, jumlah artikel pada tahun 2026 masih relatif sedikit karena publikasi pada tahun tersebut masih berlangsung pada saat penelitian ini dilakukan.

Distribusi artikel berdasarkan tahun publikasi juga disajikan dalam bentuk diagram batang pada Gambar 1 untuk memberikan visualisasi yang lebih jelas mengenai perkembangan penelitian selama lima tahun terakhir.



Gambar 1. Distribusi artikel berdasarkan tahun publikasi tahun 2022–2026

Selain menunjukkan peningkatan jumlah publikasi, kajian terhadap 37 artikel juga memperlihatkan keberagaman pendekatan yang digunakan dalam pengembangan teledermatologi. Berbagai penelitian memanfaatkan metode berbasis *Deep Learning*, *machine learning*, optimasi hiperparameter, hingga integrasi data lingkungan untuk meningkatkan kemampuan identifikasi kondisi kulit dan personalisasi rekomendasi perawatan. Karakteristik metode yang digunakan pada penelitian-penelitian tersebut akan dibahas lebih lanjut pada Subbab 3.2.

3.2 Perkembangan Metode Deep Learning pada Teledermatologi Kulit Berjerawat

Berdasarkan hasil kajian terhadap 37 artikel, perkembangan teledermatologi kulit berjerawat didominasi oleh penggunaan metode berbasis Deep Learning, khususnya arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) dan berbagai variannya. Metode tersebut digunakan untuk mendeteksi jerawat, mengklasifikasikan jenis kulit, menganalisis kondisi kulit wajah, serta mendukung sistem rekomendasi perawatan kulit. Beberapa penelitian representatif yang digunakan dalam kajian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan penelitian representatif pada teledermatologi kulit berjerawat

Peneliti	Tahun	Metode	Fokus Penelitian
Salsabila Pinasty & Raden Bagus Fajriya Hakim	2025	YOLOv5	Deteksi jerawat
Delong Zhang et al.	2024	Improved YOLOv7	Deteksi jerawat
Afsana Ahsan Jeny et al.	2023	Dual Integrated Deep CNN	Klasifikasi jerawat
Aldi Yogie Pramono & Kusnawi	2025	EfficientNetV2-S	Klasifikasi jerawat
Herimanto et al.	2024	CNN, MobileNetV3	Klasifikasi jenis kulit
Herimanto et al.	2026	EfficientNetB3, MobileNetV3, Bayesian Optimization	Klasifikasi jenis kulit
Gabrielle Sheila Sylvagno &	2025	esNet50, Decision Tree,	Rekomendasi

Peneliti	Tahun	Metode	Fokus Penelitian
Theresia Herlina Rochadiani		OpenWeatherMap API	skincare berbasis lingkungan
Yih-Jiun Lee & Chia-An Lee	2025	Facial Detection, GPS-based Recommendation, Environmental Sensing	Rekomendasi skincare berbasis lokasi
Jinhee Lee et al.	2024	Transformer Encoder, U-Net	Analisis kondisi kulit wajah

Perkembangan penelitian menunjukkan bahwa berbagai varian CNN, seperti YOLOv5, Improved YOLOv7, EfficientNetV2-S, MobileNetV3, EfficientNetB3, serta Transformer Encoder dan U-Net telah dimanfaatkan untuk meningkatkan kemampuan deteksi dan klasifikasi kondisi kulit. Selain itu, penerapan transfer learning dan optimasi hiperparameter juga mulai digunakan untuk memperoleh model yang lebih akurat dan efisien.

Tidak hanya berfokus pada analisis citra, beberapa penelitian juga mulai mengintegrasikan metode Deep Learning dengan data lingkungan, lokasi geografis, dan sistem rekomendasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa teledermatologi berkembang dari sistem deteksi berbasis citra menjadi sistem yang lebih komprehensif dan mendukung personalisasi perawatan kulit. Keterkaitan antarbidang tersebut akan dibahas lebih lanjut pada Sub bab 3.3.

3.3 Signifikansi Interdisiplin dalam Pengembangan Teledermatologi

Berdasarkan hasil kajian terhadap 37 artikel, pengembangan teledermatologi kulit berjerawat melibatkan berbagai disiplin ilmu, seperti kecerdasan buatan, dermatologi, kosmetologi, dan teknologi kesehatan digital. Pemanfaatan metode Deep Learning memungkinkan sistem melakukan deteksi dan klasifikasi kondisi kulit, sedangkan ilmu dermatologi memberikan dasar klinis dalam memahami karakteristik jerawat dan jenis kulit. Selain itu, aspek kosmetologi berperan dalam menentukan kesesuaian produk perawatan berdasarkan kondisi kulit pengguna.

Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa sistem rekomendasi skincare tidak hanya bergantung pada analisis citra wajah, tetapi mulai mempertimbangkan faktor lingkungan, lokasi geografis, serta karakteristik pengguna. Integrasi berbagai aspek tersebut menunjukkan bahwa pengembangan teledermatologi memerlukan kolaborasi antarbidang untuk menghasilkan sistem yang lebih personal dan adaptif.

Dengan adanya pendekatan interdisiplin, teledermatologi tidak hanya berfungsi sebagai alat deteksi kondisi kulit, tetapi juga berkembang menjadi sistem pendukung keputusan yang membantu pengguna dalam memilih perawatan kulit yang lebih sesuai. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa permasalahan yang belum sepenuhnya terselesaikan dan menjadi peluang penelitian pada masa mendatang yang akan dibahas pada Sub bab 3.4.

3.4 Permasalahan yang Belum Terselesaikan dan Arah Penelitian Masa Mendatang

Meskipun perkembangan penelitian teledermatologi kulit berjerawat mengalami peningkatan yang cukup pesat, masih terdapat beberapa permasalahan yang belum sepenuhnya terselesaikan. Berdasarkan hasil kajian terhadap 37 artikel, sebagian besar penelitian masih berfokus pada deteksi jerawat, klasifikasi jenis kulit, atau sistem rekomendasi secara terpisah. Selain itu, keterbatasan dataset, variasi kondisi pencahayaan, serta kemampuan generalisasi model masih menjadi tantangan dalam pengembangan sistem teledermatologi.

Di sisi lain, sebagian besar sistem rekomendasi yang dikembangkan masih lebih menitikberatkan pada karakteristik kulit dan preferensi pengguna, sehingga aspek analisis

kandungan bahan aktif kosmetik belum banyak dieksplorasi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa integrasi antara analisis kondisi kulit berbasis citra dan analisis bahan kosmetik masih menjadi peluang penelitian yang menjanjikan.

Berdasarkan hasil sintesis literatur, model lightweight CNN seperti MobileNetV3 menunjukkan potensi yang baik untuk diterapkan pada sistem teledermatologi karena memiliki kompleksitas komputasi yang relatif rendah dengan performa yang kompetitif. Temuan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan arsitektur yang efisien, disertai dengan integrasi analisis kandungan bahan aktif, dapat menjadi salah satu arah pengembangan penelitian pada masa mendatang guna menghasilkan sistem rekomendasi perawatan kulit yang lebih personal dan komprehensif.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian terhadap 37 artikel ilmiah yang dipublikasikan pada rentang tahun 2022–2026, dapat disimpulkan bahwa perkembangan teledermatologi kulit berjerawat mengalami peningkatan yang signifikan seiring dengan pemanfaatan metode Deep Learning dalam analisis kondisi kulit. Berbagai arsitektur berbasis Convolutional Neural Network (CNN) telah digunakan untuk mendukung deteksi jerawat, klasifikasi jenis kulit, serta pengembangan sistem rekomendasi perawatan kulit. Selain itu, perkembangan penelitian menunjukkan adanya kecenderungan menuju pendekatan yang lebih komprehensif melalui integrasi antara kecerdasan buatan, dermatologi, kosmetologi, dan faktor lingkungan untuk menghasilkan layanan teledermatologi yang lebih personal dan adaptif.

Meskipun demikian, masih terdapat beberapa tantangan, seperti keterbatasan kemampuan generalisasi model dan belum optimalnya integrasi antara analisis kondisi kulit dan analisis kandungan bahan kosmetik. Berdasarkan hasil sintesis literatur, arsitektur lightweight CNN, khususnya MobileNetV3, menunjukkan potensi yang baik untuk mendukung pengembangan sistem teledermatologi yang lebih efisien. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat diarahkan pada pengembangan sistem yang mengombinasikan deteksi kondisi kulit berbasis Deep Learning dengan analisis kandungan bahan aktif kosmetik guna menghasilkan rekomendasi perawatan kulit yang lebih personal, aman, dan memiliki landasan ilmiah yang lebih kuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Surabaya, khususnya Program Studi Informatika, atas dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada dosen pembimbing atas arahan, masukan, dan dukungan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldera, S. A., Tahar, M., & Othman, B. (n.d.). A Model for Classification and Diagnosis of Skin Disease using Machine Learning and Image Processing Techniques. In *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 13, Number 5). Retrieved www.ijacsa.thesai.org
- Cahyaningtyas, R., Yulia, N., & Djamain, Y. (2024). Implementation of You Only Look Once Version 5 (YOLOv5) for Detecting Types of Acne on the Face. *PETIR*, 17(1), 34–43. <https://doi.org/10.33322/petir.v17i1.2203>

- Chouhan, R., & Patel, S. (2024). A Fine Tune CNN Model for Human Skin Type Classification. *SSRG International Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 11(11), 264–274. <https://doi.org/10.14445/23488379/IJEEE-V11I11P125>
- Efata, R., Loka, W. I., Wijaya, N., & Suhartono, D. (2023). Facial Skin Type Prediction Based on Baumann Skin Type Solutions Theory Using Machine Learning. *TEM Journal*, 12(1), 96–103. <https://doi.org/10.18421/TEM121-13>
- Gabrielle Sheila Sylvagno, & Rochadiani, T. H. (2025). Skincare Recommendation System Based on Facial Skin Type with Real-Time Weather Integration. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 14(2), 230–237. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v14i2.2355>
- Hasanah, R. L., Rianto, Y., & Riana, D. (2022). Identification of Acne Vulgaris Type in Facial Acne Images Using GLCM Feature Extraction and Extreme Learning Machine Algorithm. 15(2), 204–214. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i2.141580>
- Herimanto, Dharma, A. S., Amalia, J., Largo, D., & Sihite, C. A. P. (2024). Performance Analysis of MobileNetV3-based Convolutional Neural Network for Facial Skin Disorder Classification. *Jurnal RESTI*, 8(6), 701–709. <https://doi.org/10.29207/resti.v8i6.5982>
- Herimanto, Sianipar, I. R., Aritonang, T. S. D., & Silaban, E. T. M. (2026). Bayesian Hyperparameter Optimization of Lightweight CNNs for Facial Dermatological Classification. *Jurnal RESTI*, 10(1), 160–170. <https://doi.org/10.29207/resti.v10i1.7020>
- HERYANTO, M. A., JUANANTA, D., SADANARESWARE, A., & WULANDARI, S. A. (2023). Klasifikasi Jenis Kulit Wajah menggunakan Backpropagation Neural Networks Berbasis GLCM. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 11(3), 705. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v11i3.705>
- Islam, M. B., Junayed, M. S., Sadeghzadeh, A., Anjum, N., Jeny, A. A., & Shah, A. F. M. S. (2023). Acne Vulgaris Detection and Classification: A Dual Integrated Deep CNN Model. *Informatica (Slovenia)*, 47(4), 577–592. <https://doi.org/10.31449/inf.v47i4.4384>
- Katariya, R., & Patel, S. (2025). A Novel Strid CNN Model for Cosmetic Product Recommendation based on Skin Type and Tone. *SSRG International Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 12(5), 1–12. <https://doi.org/10.14445/23488379/IJEEE-V12I5P101>
- Khalid, U., Chen, L., Khan, A. A., & Mehmood, F. (2025). An automatic acne detection, severity, and assessment framework using generative adversarial network with deep neural network. *Discover Computing*, 28(1). <https://doi.org/10.1007/s10791-025-09609-y>
- Kim, S., Yoon, H., & Lee, J. (2024). Semi-Supervised Facial Acne Segmentation Using Bidirectional Copy–Paste. *Diagnostics*, 14(10). <https://doi.org/10.3390/diagnostics14101040>

- Kuang, X., Lin, C., Fu, Y., Wang, Y., Gong, J., Chen, Y., Liu, Y., & Yi, F. (2025). A comprehensive classification and analysis of oily sensitive facial skin: a cross-sectional study of young Chinese women. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-85000-z>
- Lee, J., Yoon, H., Kim, S., Lee, C., Lee, J., & Yoo, S. (2024). Deep learning-based skin care product recommendation: A focus on cosmetic ingredient analysis and facial skin conditions. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 23(6), 2066–2077. <https://doi.org/10.1111/jocd.16218>
- Lee, Y. J., & Lee, C. A. (2025). Development and Evaluation of a Mobile-based Skincare Recommendation System Using Facial Analysis. *Sensors and Materials*, 37(8), 3773–3784. <https://doi.org/10.18494/SAM5556>
- Lin, T. Y., Chan, H. T., Hsia, C. H., & Lai, C. F. (2022). Facial Skincare Products' Recommendation with Computer Vision Technologies. *Electronics (Switzerland)*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/electronics11010143>
- Liu, S., Fan, Y., Duan, M., Wang, Y., Su, G., Ren, Y., Huang, L., & Zhou, F. (2022). AcneGrader: An ensemble pruning of the deep learning base models to grade acne. *Skin Research and Technology*, 28(5), 677–688. <https://doi.org/10.1111/srt.13166>
- Marri, S. S., Inamadar, A. C., Janagond, A. B., & Albadri, W. (2023). Analyzing the Predictability of an Artificial Intelligence App (Tibot) in the Diagnosis of Dermatological Conditions: A Cross-sectional Study. *JMIR Dermatology*, 6. <https://doi.org/10.2196/45529>
- Mascarenhas, P. P., Sannidhan, M. S., Pinto, A. J., Camero, D., & Martis, J. E. (2025). Improving acne severity detection: a GAN framework with contour accentuation for image deblurring. *Frontiers in Bioinformatics*, 5. <https://doi.org/10.3389/fbinf.2025.1485797>
- Mohammed Ridha, A., Isa, N. A. M., & Tawfik, A. (2024). Acne Detection Based on Reconstructed Hyperspectral Images. *Journal of Imaging*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/jimaging10080174>
- Nadhya Maimanah, A., & Makhrus, F. (2022). Acne Classification with Gaussian Mixture Model based on Texture Features. In *IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 13, Number 8). www.ijacsa.thesai.org
- Nithyadevi, S., Rose, B., Senthil Kumar, S., Vijayalakshmi, A., Jabakumar, A. K., & Velmurugan, V. (2025). Facial Skincare Product Recommendation Using Deep Learning Techniques. In *Communications on Applied Nonlinear Analysis* (Vol. 32, Number 3s). <https://internationalpubls.com>
- Nurhaliza, S., Bustami, B., & Aidilof, H. A. K. (2025). Implementasi Chatbot AI untuk Rekomendasi Produk Skincare Menggunakan Natural Language Processing. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 6(2), 294–303. <https://doi.org/10.55681/jige.v6i2.3802>

- Ong Yu Chin, & Kavitha Thamadharan. (2025). Deep Learning Algorithms for Skin Condition Classification. *Journal of Mathematics and Computing Science*, 11(1), 75–87. <https://doi.org/10.24191/jmcs.v11i1.8098>
- Pandit, P. R., & Chavan, M. S. (2025). Acne Types Prediction Using Acne Images based on Modified Link Net-B7 and HR-Net Algorithm. *International Journal of Image, Graphics and Signal Processing*, 17(5), 62–75. <https://doi.org/10.5815/ijigsp.2025.05.05>
- Pinasty, S., & Hakim, R. B. F. (2025). Automatic Detection of Acne Types Using the YOLOv5 Method. *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining*, 8(1), 236. <https://doi.org/10.24014/ijaidm.v8i1.35617>
- Pirahandeh, M. (2025). Dermatological Health: A High-Performance, Embedded, and Distributed System for Real-Time Facial Skin Problem Detection. *Electronics (Switzerland)*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/electronics14071319>
- Pramono, A. Y., & Kusnawi, K. (2025). Multi-Class Facial Acne Classification using the EfficientNetV2-S Deep Learning Model. *Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, and Controls (AVITEC)*, 7(3), 299. <https://doi.org/10.28989/avitec.v7i3.3157>
- Ran, J., Dong, G., Yi, F., Li, L., & Wu, Y. (2025). Automatic Measurement of Comprehensive Skin Types Based on Image Processing and Deep Learning. *Electronics (Switzerland)*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/electronics14010049>
- Rismayani, Ilham, A. A., Achmad, A., & Rachman, M. R. Y. (2025a). Convolutional Neural Network with Feature Extraction to Improve the Classification Accuracy of Multi-Class Facial Skin Disorders. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 21(3), 4–19. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v21i03.52631>
- Rismayani, Ilham, A. A., Achmad, A., & Rachman, M. R. Y. (2025b). Convolutional Neural Network with Feature Extraction to Improve the Classification Accuracy of Multi-Class Facial Skin Disorders. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 21(3), 4–19. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v21i03.52631>
- Sharmin, S., Farid, F. Al, Jihad, M., Rahman, S., Uddin, J., Rafi, R. K., Hossan, R., & Karim, H. A. (2025). A Hybrid CNN Framework DLI-Net for Acne Detection with XAI. *Journal of Imaging*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/jimaging11040115>
- Trisya Novita, N., Silvia Handayani, A., Taqwa, A., & Negeri Sriwijaya Jalan Srijaya Negara, P. (n.d.). *DESIGN OF FACIAL SKIN TYPE DETECTION APPLICATION USING CNN WITH INCEPTIONV3 MODEL AND GOOGLE CLOUD PLATFORM RANCANG BANGUN APLIKASI DETEKSI JENIS KULIT WAJAH MENGGUNAKAN CNN DENGAN MODEL INCEPTIONV3 DAN GOOGLE CLOUD PLATFORM*. 10(2), 2025.
- Zhang, D., Jin, C., Zhang, Z., Cao, X., & Xue, C. (2024). Automatic Acne Detection Model Based on Improved YOLOv7. *IEEE Access*, 12, 194390–194398. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3520641>

Zhang, D., Li, H., Shi, J., Shen, Y., Zhu, L., Chen, N., Wei, Z., Lv, J., Chen, Y., & Hao, F. (2024). Advancements in acne detection: application of the CenterNet network in smart dermatology. *Frontiers in Medicine*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1344314>